

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit
Band: 39 (1948)
Heft: 4-5

Artikel: Zur Analyse von Kaffee, Kaffee-Extrakten und Kaffee-Surrogaten. 1. Mitteilung
Autor: Wyler, Otto / Högl, Otto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982117>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Analyse von Kaffee, Kaffee-Extrakten und Kaffee-Surrogaten

I. Mitteilung

von *Otto Wyler* und *Otto Högl*

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes, Bern)

Das Erscheinen zahlreicher Kaffee-Trockenextrakte ohne und mit verschiedenen Beimengungen auf dem Schweizermarkt liess eine Regelung dieser Materie in der eidg. Lebensmittelverordnung als wünschenswert erscheinen. Wie stets in solchen Fällen, musste dabei von unserem Amte nicht nur die Redaktion des Textes der betreffenden Bestimmungen der LMV erfolgen, sondern es war auch zu untersuchen, wie weit eine Einhaltung der Vorschriften überhaupt praktisch kontrolliert werden konnte. Bei Kaffee-Produkten sind die Verhältnisse an sich ziemlich kompliziert, selbst wenn die Struktur des Kaffees noch vorliegt und mikroskopisch ausgewertet werden kann. Bei Kaffee-Extrakt fällt diese Untersuchungsmöglichkeit weg. In Anbetracht der relativ spärlichen Bearbeitung dieses Spezialgebietes der Lebensmittelchemie klaffen hier noch zahlreiche Lücken in der Beurteilung solcher Produkte. Einige Arbeiten, speziell in englischer Sprache¹⁾²⁾³⁾, weisen zwar auf gewisse Berechnungsmöglichkeiten für den Gehalt an Kaffee in trockenen oder flüssigen Extrakten hin, wobei in erster Linie der Koffeingehalt, daneben der Aschegehalt und Extrakt als Grundlagen benützt werden. Angesichts der Schwankung des Koffeingehaltes bei natürlichem Kaffee müssen sich schon aus diesem Grunde beträchtliche Unsicherheiten ergeben. Bei sogenanntem koffeinfreiem Kaffee fehlt das Koffein als Bezugsgrundlage überhaupt, so dass hier nach anderen Wegen gesucht werden muss. Auch der Aschegehalt ist nur in ganz bestimmten Fällen anwendbar. Im schweizerischen Lebensmittelbuch ist die Arbeit von *Tillmans* und *Hollatz*⁴⁾, basierend auf der Bestimmung der Chloraminzahl, zur Berechnung des Gehaltes von Kaffee-Ersatz neben Kaffee herangezogen. Diese Methode ist nur in ganz bestimmten Fällen brauchbar, sehr häufig versagt sie⁵⁾⁶⁾.

Es muss also festgestellt werden, dass die Untersuchung und Beurteilung von Kaffee-Extrakten in keiner Weise als genügend geklärt und sicher gelten kann. Es kann auch schon in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass bei einem Genussmittel wie Kaffee weder der Aschen- oder Extraktgehalt, noch der Koffeingehalt allein für die gute Qualität eines Produktes massgebend sein können. Geschätzt wird in erster Linie, neben der anregenden Wirkung des Koffeins, das charakteristische, feine Aroma. Hierfür bot überhaupt keine der bisher benützten Untersuchungsmethoden irgendwelche Anhaltspunkte.

Die vorliegende Arbeit erhebt nun keinesfalls den Anspruch, alle aufgeworfenen Probleme zu lösen. Wir glauben aber doch, einige neue Gesichtspunkte in der Untersuchung nicht nur der Kaffee-Extrakte, sondern auch des gerösteten

Kaffees selbst und der Kaffee-Ersatzstoffe aufzeigen zu können. In diesem Sinne bedeutet diese Arbeit einen ersten Schritt, dem weitere folgen müssen, wenn eine wirklich befriedigende Beurteilung von Kaffee-Extrakten gelingen soll.

Da einzelne der bereits bekannten Methoden der Kaffee-Untersuchung sich nicht ohne weiteres auf Kaffee-Extrakt anwenden lassen, unterzogen wir auch solche Methoden einer kritischen Prüfung, so dass schliesslich diese erste Arbeit folgende Methoden umfasst:

1. Bestimmung des Koffeins in Kaffee-Trocken-Extrakten.
2. Bestimmung der Asche in Kaffee, Kaffee-Surrogaten und Kaffee-Extrakten.
3. Bestimmung der optischen Drehung der Extrakte derselben Produkte.
4. Farbtiefe der Lösungen von Kaffee-Extrakten und -Surrogaten.
5. Bestimmung des Extraktgehaltes der genannten Produkte.
6. Die analytische Erfassung der flüchtigen Aromastoffe (Oxydationszahl und Aromazahl) von frisch geröstetem und gelagertem Kaffee, von Kaffee-Extrakten und von Kaffee-Surrogaten.

I. Die Bestimmung des Koffeins in Kaffee-Trockenextrakten

Bei der Untersuchung von Kaffee-Trocken-Extrakten stellten wir häufig fest, dass die im Schweiz. Lebensmittelbuch beschriebene Koffeinbestimmungsmethode nach *Fendler und Stüber*⁷⁾, modifiziert nach *Kreis, Pritzker und Jungkuntz*⁷⁾ unbefriedigend verlief.

Schon bei der Filtration des Gemisches von wässrigem Ammoniak mit Chloroform stellen sich Schwierigkeiten ein, da der als Filterhilfsmittel dienende Kaffeesatz bei den Extrakten fehlt. Diese Schwierigkeiten können dadurch umgangen werden, dass vorerst überhaupt auf die Verwendung von Chloroform verzichtet und der Koffein-Aufschluss durch Sieden der wässrigen Ammoniaklösung vollzogen wird. Gleichzeitig kann dadurch auch die äusserst lästige Bildung von hartnäckigen Emulsionen mit dem Chloroform umgangen werden, welche wir, in Analogie zu angelsächsischen Autoren durch starke Alkalisierung der Lösung auf ein Minimum beschränken konnten. Im Gegensatz zu den genannten Autoren ziehen wir aber die Verwendung von Ammoniak derjenigen von Ätzalkali vor, weil letzteres auf die Kaffeeöle und übrigen Kaffeebestandteile eine verseifende Wirkung ausüben kann und die Gegenwart des nicht flüchtigen Alkalis die spätere Reinigungsoperation stört.

Es hat sich gezeigt, dass eine Reinigung der Koffeinelösung notwendig ist, da, wie erwähnt, im Kaffee-Extrakt häufig Emulsionsbildner, sowie andere, stickstoffhaltige Verunreinigungen vorhanden sind, welche die Analyse ungünstig beeinflussen (siehe Tabelle 1, Gesamtstickstoff des Pulvers). Diese koffein-fremden Bestandteile können durch eine in starkem Überschuss zugegebene Carrez-Lösung befriedigend entfernt werden, wie schon *Nicholls*⁸⁾ empfiehlt. Im Gegensatz zu diesem Autor fällen wir aber in der Siedehitze und erhalten

so einen in der Wärme gut filtrierbaren Niederschlag. *Nicholls* hat bei seinem Verfahren offenbar nicht beachtet, dass der Carrez-Niederschlag eine ganz beträchtliche Menge von Koffein, besonders in der Kälte, zu adsorbieren vermag. Es erwies sich deshalb als notwendig, den nach Abfiltrieren isolierten Niederschlag mit organischen Lösungsmitteln zu behandeln, zwecks Extraktion des adsorbierten Koffeins. Diese Operationen stellen keine wesentliche Verlängerung des Verfahrens dar. Umgekehrt hat aber das Fällern mit Carrez-Lösung den Vorteil, dass die recht zeitraubende Reinigungsmethode durch Oxydation mit Kaliumpermanganat wegfällt und dass man trotzdem zu Koffeinauszügen gelangt, die eine weitgehende Reinheit aufweisen.

Die gravimetrische Bestimmung des Koffeins, sowohl nach den früheren Methoden, als auch nach der hier beschriebenen, ergibt, und dies ganz besonders bei koffeinfreiem Kaffee, infolge der stets vorhandenen Verunreinigungen, zu hohe Werte (Rohkoffein), auf welchen Umstand schon *Helberg* und *Högl*⁹⁾ aufmerksam gemacht haben. Diese Fehler lassen sich weitgehend vermeiden, indem das Koffein auf Grund der Stickstoffbestimmung nach *Kjeldahl* berechnet wird. Wir halten nach unseren Erfahrungen auch bei den älteren Methoden die Stickstoffbestimmung nach *Kjeldahl* für die Ermittlung des Koffeingehaltes für unumgänglich. Stickstoffhaltige organische Bestandteile des Kaffees, die in Wasser gut, in Chloroform jedoch nicht löslich sind, wie das Trigonellin und andere, wirken bei diesem Vorgehen auch nicht störend.

Die nachstehende Arbeitsvorschrift stützt sich auf eine Serie von Untersuchungen. Sie kann, sofern eine blosse Orientierung genügt, als «Schnellmethode» noch wesentlich abgekürzt werden. Sie lässt sich aber nicht ohne weiteres für die Koffeinbestimmung in Bohnenkaffee selbst anwenden, weil bei einer wässerigen Extraktion desselben nicht notwendigerweise alles Koffein ausgezogen wird.

a) Normale Bestimmungsmethode

Reagenzien:

Ammoniak 25 % ig

Carrez-Lösung I: 150 g Kaliumferrocyanid zum l gelöst

Carrez-Lösung II: 300 g krist. Zinksulfat zum l gelöst

Natriumsulfat, getrocknet.

2 g eines 100 % igen Kaffee-Trockenextraktes (bei niedrigprozentigen und koffeinfreien entsprechend mehr) werden in 100 cm³ heissen destillierten Wassers gelöst, mit 10 cm³ conc. Ammoniak versetzt und während 1/2 Stunde in einer Porzellanschale im schwachen Sieden gehalten, bis der Ammoniakgeruch kaum mehr wahrnehmbar ist (Spaltung der Koffein-Doppelverbindungen). Zu der praktisch ammoniakfreien, siedenden Lösung gibt man dann 10—15 cm³ einer Lösung von Carrez I und tropfenweise unter ständigem Umrühren und Sieden eine gleiche Menge Carrez-II-Lösung, wobei sich ein voluminöser Niederschlag bildet. Die Lösung wird heiss durch eine mit Filterpapier versehene Nutsche

von mindestens 10 cm Durchmesser gegossen und der Niederschlag möglichst trocken gesaugt. Das Filtrat a) wird unter Zusatz von 10 cm³ conc. Ammoniak auf dem Wasserbad auf die Hälfte eingengt. Unterdessen bringt man zu dem auf dem Filter befindlichen Rückstand die 3—5fache Menge an trockenem Natriumsulfat, mischt ihn innig damit und knetet das nun pulverförmige Gemisch in einer Porzellanschale dreimal mit je 30 cm³ Chloroform kräftig durch, zur Herauslösung adsorbierten Koffeins. Das Chloroform wird jeweilen durch ein Filter abgegossen und später für die Ausschüttelung des wässerigen Filtrates a) verwendet.

Das eingengte und abgekühlte Filtrat a) wird mit 5 cm³ Ammoniak versetzt und quantitativ in einen Scheidetrichter übergeführt. Falls noch feste Bestandteile vorhanden sind, muss mehr Ammoniak zugefügt werden, bis diese gelöst sind. Hierauf wird viermal mit je 50 cm³ Chloroform ausgeschüttelt, unter Mitverwendung des Chloroforms von der Auswaschung des Rückstandes her. Allfälliger Schaum lässt sich durch wenige Tropfen Isopropylalkohol entfernen. Die Trennung der Schichten kann nötigenfalls durch Rotation des Scheidetrichters beschleunigt werden (Kreiselbewegung). Die etwa zurückbleibende kleine Emulsions-Zwischenschicht lässt man bis zuletzt nicht ablaufen; dann wird sie getrennt aufgefangen, mit wenig trockenem Natriumsulfat getrocknet und das Chloroform durch ein kleines Filter zur übrigen Chloroformlösung gegossen; das Natriumsulfat wird noch mit wenig Chloroform nachgewaschen, das ebenfalls durch das Filter gegossen und mit der Hauptmenge vereinigt wird, welche nochmals zur Entfernung kleinster Wasserreste mit wenig Natriumsulfat getrocknet und dann filtriert wird.

Die Chloroformlösung wird auf dem Wasserbad vorsichtig eingengt oder abgedampft und der Rückstand, der bei richtigem Arbeiten höchstens schwach gelb gefärbt sein soll, mit wenig Chloroform quantitativ in einen *Kjeldahl*-Kolben übergeführt, das Chloroform im siedenden Wasserbad und schliesslich im Trockenschrank von 105° vollständig entfernt und der Rückstand in üblicher Weise nach *Kjeldahl* verbrannt. Die Verbrennung ist in kurzer Zeit beendet. Je nach der zu erwartenden Menge Koffein legt man bei der Destillation die entsprechende Menge 0,1-normale Schwefelsäure vor (z.B. 25 cm³) unter Zugabe von Congorot als Indikator und titriert die kalte Lösung mit 0,1n-Natronlauge zurück.

1 cm³ verbrauchter 0,1n-Säure entspricht 4,85 mg Koffein.

Der Koffeingehalt in Prozent sollte zur Vermeidung von Unklarheiten entweder auf das Ausgangsmaterial (gerösteter Kaffee) oder auf 100%igen Kaffee-Extrakt berechnet werden.

b) Schnell-Bestimmungsmethode

Eine zirka 1%ige Lösung des Extraktes wird mit Ammoniak während 1½ Stunde in gleicher Weise wie oben gekocht, wieder mit Ammoniak stark übersättigt (20 cm³/100 cm³ Lösung) und ohne Ausfällung der Begleitstoffe direkt

mit je 50—70 cm³ Chloroform viermal ausgeschüttelt. Die Abtrennung der Schichten erfolgt in gleicher Weise wie oben angegeben. Die in vermehrter Menge auftretende Emulsions-Zwischenschicht wird ebenfalls getrennt mit Natriumsulfat behandelt, der Rückstand mit etwas Chloroform ausgewaschen und der Chloroform-Verdampfungsrückstand in gleicher Weise wie oben aufgearbeitet.

Die Schnell-Bestimmungsmethode gibt gegenüber der normalen Methode etwas höhere Werte, weil die koffein-fremden, stickstoffhaltigen Substanzen nicht vollständig eliminiert werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Koffeinbestimmungen

Untersuch.-Nr.	Material	Einwaage g	Koffeinzugabe mg	Gefunden				
				Koffein gravimetrisch		Koffein aus der N-Bestimmung (Kjeldahl)		
				mg	‰	mg	‰	auf Extrakt ‰
42	Mokka Sanani	10,0	—	—	—	106,1	1,06	4,02
43	Costa Rica	10,0	—	—	—	129,4	1,29	4,88
2	Kaffee-Extrakt 50 ‰	5,0	—	97,0	1,94	93,5	1,87	3,74
4	do.	5,0	—	—	—	71,3	1,43	2,86!
60	do.	5,0	—	—	—	97,8	1,96	3,92
70	do.	4,0	—	—	—	85,4	2,135	4,27
71	do.	4,0	—	—	—	80,2	2,005	4,01
73	do.	4,0	—	—	—	87,7	2,195	4,34 ^{a)}
		4,0	—	—	—	85,6	2,140	
74	do.	4,0	—	—	—	69,4	1,735	3,47 ^{b)}
		4,0	—	—	—	69,2	1,730	
1	do., koffeinfrei	10,0	—	38,7	0,39	16,8	0,168	0,36
1	do. (heiss gefällt)	2,0	100	106,6	—	98,4	—	—
1	do. (kalt gefällt)	2,0	100	97,8	—	94,2	—	—
5	Kaffee-Extrakt 100 ‰	3,0	—	—	—	157,8	5,26	5,26
61	do.	2,0	—	—	—	67,2	3,36	3,36
61	do.	5,0	—	—	—	174,3	3,48	3,48
62	do.	3,0	—	—	—	124,2	4,14	4,14
6	do.	10,0	—	512,0	5,12	467,0	4,67	4,67
6	do. Schnellmethode	10,0	—	541,5	5,41	500,0	5,00	5,00
6	do. direkte N-Bestimmg. ohne Reinigung	10,0	—	—	—	916,0	9,16 ^{c)}	9,16 ^{c)}

a) Methode Lebensmittelbuch: 4,36 ‰

b) Methode Lebensmittelbuch: 3,48 ‰

c) Scheinbarer Wert

II. Bestimmung der Asche

Im Zusammenhang mit den übrigen Untersuchungen erschien es aufschlussreich, auch die Aschenmengen in Röstprodukten und den daraus hergestellten Erzeugnissen zu bestimmen und die Werte untereinander zu vergleichen. Gleichzeitig beabsichtigten wir die im Schweiz. Lebensmittelbuch zitierte Bestimmungsmethode (Lanthannitrat-Methode nach *Walters*¹⁸⁾) auch in ihrer Brauchbarkeit bei Trockenextrakten nachzuprüfen. Die Lanthannitrat-Methode hat sich dabei gut bewährt.

Wird die Tabelle 2 kritisch betrachtet, so ergeben sich nachfolgende Feststellungen:

a) *Bohnenkaffee*. Die Aschenmenge erweist sich als ein relativ wenig variabler Wert (4,00—4,37 = zirka 100—109 %). Um diese Aschenmenge mit derjenigen der Trockenextrakte vergleichen zu können, haben wir sie auf 100 % Extrakt (erschöpfend, ohne Druck, extrahiert) bezogen. Dabei ist festzustellen, dass es sich hier *nicht um die Asche des Extraktes*, sondern um diejenige des ganzen Kaffees handelt. Nur für den Fall, dass *alle* Mineralstoffe wasserlöslich wären, hätte man denselben Wert für die Extraktasche zu erwarten. Bei Nr. 43 und 12 wurden die entsprechenden Versuche durchgeführt. Es zeigt sich, dass ein relativ geringer Anteil der Mineralstoffe ungelöst bleibt (1—2 % auf Extrakt gerechnet), aber die Asche des Extraktes wird stets etwas geringer sein müssen, als die so umgerechnete des ganzen Kaffees. Die Zahlen sind stark beeinflusst durch die Menge des herauslösbaren nicht mineralischen Extraktes. Gelänge es beispielsweise durch irgendeinen technischen Kunstgriff die Extraktmenge wesentlich, z. B. auf 50 % zu steigern, so müssten sich naturgemäss nur etwa halb so grosse Aschenmengen, bezogen auf 100 % Extrakt, ergeben.

Durch reine Überlegungen kann abgeleitet werden, dass die Asche des Extraktes stärker schwanken muss, als diejenige des ursprünglichen Kaffees und zwar aus folgenden Gründen:

1. Infolge der natürlichen Variabilität der Aschenwerte im Auszugsmaterial.
2. Infolge eines grösseren oder geringeren Anteils an wasserlöslichen Mineralstoffen.
3. Infolge höherer oder geringerer Menge an nicht mineralischem Extrakt.

Bei 3. wird sich, im Gegensatz zu 1. und 2., eine grössere Extraktmenge auf den Aschengehalt erniedrigend auswirken. Da diese Faktoren sich, einmal positiv, ein anderes Mal negativ kombinieren können, muss eine starke Schwankung die Folge sein.

b) *Extrakte*. Zunächst ist hier auf die gewaltigen Unterschiede hinzuweisen, die sich ergeben, wenn 100 % ige oder mit sogenannten «Aromaträgern» versetzte Extrakte vorliegen. Da in den bisher auf dem Markte erschienenen Pro-

Tabelle 2
Aschen- und Extraktgehalte in Röstprodukten
und daraus hergestellten Trockenextrakten

Unter- such.- Nr.	Material		Asche %		Extrakt (n. Pritzker u. Jungkunz) %	Extrakt: Asche
			direkt	bezogen auf 100% Extrakt		
	<i>a) Bohnenkaffee</i>					
38	Novo Redondo		4,31	15,15	28,4	6,6 : 1
40	Santos		4,35	17,95	24,2	5,6 : 1
41	Columbia		4,00	15,17	26,4	6,6 : 1
43	Costa Rica		4,11	16,89	24,34	5,9 : 1
12	Koffeinfreier Kaffee		4,37	19,65	22,24	5,1 : 1
	<i>b) Extrakte</i>					
60	mit 50 % Aromaträger	a)	7,83	15,66	50	6,4 : 1
2	mit 50 % Aromaträger	b)	5,55	11,10	50	9,0 : 1
1	do. koffeinfrei	c)	6,08	12,16	50	8,2 : 1
4	mit 50 % Aromaträger	d)	6,20	12,40	50	8,1 : 1
5	100 % Extrakt	a)	14,89	14,89	100	6,7 : 1
8	100 % Extrakt	b)	15,71	15,71	100	6,5 : 1
9	100 % Extrakt	c)	14,65	14,65	100	6,8 : 1
61	100 % Extrakt	d)	12,51	12,51	100	8,0 : 1
43	100 % selbst hergestellt (Costa Rica) *)		15,85	15,85	100	6,3 : 1
11	Brasil, selbst hergestellt *)		12,42	12,42	100 (24,7)	8,1 : 1
12	Koffeinfrei, selbst hergestellt *)		17,88	17,88	100	5,6 : 1
3	Kaffee + Zichorie mit Aromaträger 50 %		5,01	10,02	100	9,9 : 1
	<i>c) Kaffee-Surrogate</i>					
16	Zichorie	a)	5,54	11,46	48,3	8,7 : 1
24	Zichorie	b)	5,55	8,22	67,5	12,2 : 1
17	Feigenkaffee		4,86	8,98	54,2	11,1 : 1
20	Zuckerrüben Röstgut		8,00	10,92	73,2	9,2 : 1
19	Essenz aus Zucker	a)	0,00	0,00	91,4	∞ : 1
26	Essenz aus Zucker	b)	0,16	0,18	89,0	555 : 1
27	Essenz aus Zucker und Melasse		13,02	15,40	84,8	6,5 : 1

*) erschöpfend extrahiert

dukten nahezu aschefreie «Aromaträger» Verwendung finden, ist eine proportionale Erniedrigung der Asche die Folge. Es ist klar, dass ein Vergleich nur bei Umrechnung auf 100 %igen Kaffee-Extrakt möglich ist. Wie erwartet, treten jedoch auch hier sehr beträchtliche Differenzen auf (11,1—15,7 [—17,81] = zirka 100—142 %!). Wir sind auf Grund verschiedener anderer Beobachtungen in der Lage, festzustellen, dass bei den von uns geprüften Kaffee-Extrakten keine Zusätze von Kaffee-Surrogaten vorkamen. Es würde sich bei den + 42 % um sogenannte «reelle» Schwankungen handeln. Als «unreelle» Schwankung wollen wir eine solche definieren, die durch Zusatz von Kaffee-Surrogaten bedingt ist. Es ist einleuchtend, dass bei der an sich schon grossen «reellen» Schwankung ein Zusatz von Surrogaten nur bei relativ hohen zugesetzten Mengen bemerkbar sein wird. Bei der Diskussion dieser Arbeit werden wir auf diese Frage zurückkommen.

c) *Kaffee-Surrogate* weisen, direkt bestimmt, mit Ausnahme von solchen aus Zucker, höhere Aschengehalte auf, als der Bohnenkaffee. Dennoch wirkt sich, entsprechend dem unter a) Gesagten, der höhere Extraktgehalt dieser Produkte so stark aus, dass, *auf 100 % Extrakt berechnet*, nur in einem einzigen Fall der Aschegehalt denjenigen von Kaffee-Extrakten erreicht. Da zudem der Zusatz von Surrogaten mit charakteristischem Aroma, wie etwa Zichorie, Feigen usw. sich jedem Käufer leicht verraten würde, ist anzunehmen, dass als Fälschungsmittel in erster Linie Kaffee-Ersatz aus Zucker Verwendung finden würde. Die Aschearmut dieses letzteren wird sich jedoch in der Aschemenge des 100 %igen Extraktes sehr deutlich erniedrigend auswirken. Bei dem einzigen, uns zur Verfügung stehenden gemischten Kaffee- und Zichorie-Extrakt Nr. 3, ist die Erniedrigung, die hier mit der Deklaration in Einklang steht, deutlich bemerkbar.

Bei dieser Gelegenheit kommen wir auf die eingangs erwähnte Berechnungsweise von *Edwards* und *Nanji*²⁾ zurück. Diese Autoren wollen aus Extrakten von Gemischen aus Kaffee und Zichorien die Gehalte der beiden Komponenten bestimmen und geben detaillierte Formeln an. Sie stützen sich unter anderem darauf, dass das Verhältnis zwischen Extrakt und Asche ziemlich konstant, 6 bis 7 : 1, bleibt. Soweit es sich um Asche in Bohnenkaffee handelt, konnten wir diese Feststellungen im grossen Ganzen bestätigen; sie bestätigen sich nicht bei den Extrakten, so dass unseres Erachtens die Grundlagen für die erwähnte Berechnung sich in der Praxis als zu unsicher erweisen. Wir haben ausserdem bei 2 Mustern, welche je 50 % Bohnenkaffee und Zichorien enthielten, die Formeln der beiden Autoren durchgerechnet. Wir mussten konstatieren, dass zwar einzelne Resultate in weiter Annäherung stimmen, andere hingegen gar nicht, so dass wir es vorziehen, auf die Berechnungsweise der beiden Autoren zu verzichten.

III. Optische Drehung

Die Überlegung, dass die Zusätze von Kohlehydraten zu Kaffee-Trockenextrakten sich durch eine deutliche Drehung des polarisierten Lichtes verraten müssten, führte uns zum Versuche, die optische Drehung zur Prüfung der Kaffee-Extrakte heranzuziehen. Wie sich reine Kaffee-Extrakte selber verhalten, wussten wir zunächst nicht. Der nachstehenden Tabelle 3 ist zu entnehmen, dass alle gerösteten Produkte nur sehr schwach nach rechts oder links drehen. Offenbar erfolgt bei der starken Erhitzung eine Veränderung der optisch aktiven Substanzen, z.T. wohl Zersetzung, z.T. Razemisierung.

Tabelle 3
Optische Drehung von 5 %igen Lösungen aus Röstprodukten

Unters. Nr.	Material (5%ige Lösung)	Extrakt %	im 200mm Rohr
11	Extrakt aus reinem Bohnenkaffee	24,6	— 0,15°
5	Trockenextrakt 100 % ige a)	100,0	— 0,45°
6	Trockenextrakt 100 % ige b)	100,0	— 0,5°
9	Trockenextrakt 100 % ige c)	100,0	— 0,6°
18	Extrakt aus Malzkaffee	38,8	+ 0,4°
31	Extrakt aus Zuckerrüben-Röstgut	68,6	— 0,1°
52	Extrakt aus Zuckerrüben-Röstgut	49,7	+ 0,1°
63	Kaffeezusatz aus Zucker, selbst hergestellt	90,0	+ 1,9°
63	Ausgangsmaterial, ungeröstet	100,0	+ 6,7°
4	Kaffee-Trockenextrakt mit 50 % Aromaträger	100,0	+ 7,95°
2	do.	100,0	+ 6,75°
3	Trockenextrakt aus Kaffee und Zichorie mit 50 % Aromaträger	100,0	+ 7,4°

Besonders auffällig ist die schwache Drehung von Extrakten aus Malzkaffee, aus Zuckerrübenröstgut und von Kaffeezusatz aus Zucker. In allen 3 Fällen war infolge des ursprünglich hohen Gehaltes an optisch aktiven Zuckerarten starke Drehung zu erwarten. Diese tritt jedoch entweder gar nicht oder nur sehr schwach auf. Extrakte aus reinem Bohnenkaffee und 100 %ige Trockenextrakte weisen leichte Linksdrehungen auf. Daraus ist zu schliessen, dass Mischungen von reinen Kaffee-Extrakten mit Kaffee-Surrogaten auch keine deutliche Drehung zeigen werden. Sehr bemerkbar wird die optische Aktivität in allen Fällen, in welchen Kohlehydrate erst nach der Röstung, kurz vor der Trocknung, beigelegt werden. In den von uns aufgeführten Produkten lässt sich eine deutliche Rechtsdrehung beobachten, die, im Einklang mit der Deklaration, auf Gegenwart unveränderter Dextrose, Maltose oder von Dextrinen schliessen lässt.

Da nach dem neuen Art. 294^{bis} der eidg. Lebensmittelverordnung der Zusatz von Kohlehydraten und ähnlichen Verbindungen, die nicht geröstet sind und entsprechend keine Farbvertiefung und wesentliche Geschmacksänderung bedingen, unter Deklaration zugelassen ist, kommt dem Nachweis solcher Substanzen etliche Bedeutung zu. Hier kann die optische Drehung gewisse Anhaltspunkte vermitteln. In Anbetracht der sehr verschiedenartigen Drehungen und der Möglichkeit, dass bei der Reinigung der Lösung auch optisch aktive Substanzen absorbiert werden, ist eine quantitative Auswertung leider nicht möglich.

Untersuchungsmethode

Die Hauptschwierigkeit besteht experimentell darin, dass die genannten Extrakte in wässriger Lösung sehr intensiv gefärbt sind, so dass eine Beobachtung erst nach Entfärbung möglich ist. Die Lösungen können mit Bleiessig oder vorteilhafter heiss mit Carrez-Lösung (Ferrozyankali + Zinksulfat, siehe Koffeinbestimmung Seite 353) vorgereinigt, müssen jedoch nachher noch mit viel Aktivkohle weiter entfärbt werden. Wir konnten konstatieren, dass bei dieser Reinigung auch optisch aktive Substanzen entfernt wurden. Zum Schluss sollen etwa 5 %ige Lösungen, auf Ausgangsmaterial gerechnet, vorliegen, in welchen sich die Unterschiede im Drehungsvermögen noch deutlich erkennen lassen.

IV. Farbtiefe der Kaffee-Extrakte

Im Gegensatz zu den oben erwähnten, farblosen Träger-Substanzen sind deren Röstprodukte gemäss Art. 294^{bis}, Abs. 2 der eidg. Lebensmittelverordnung (Fassung vom 7. 6. 48) als Kaffee-Surrogate zu betrachten. Da eine Mischung von echtem Kaffee mit Surrogaten im Sinne der eidg. Lebensmittelverordnung stets gesamthaft als Surrogat zu bezeichnen ist, kommt einem Nachweis solcher die Farbe verstärkender Zusätze bei der Kontrolle der Kaffee-Extrakte grosse Bedeutung zu. Das Nächstliegende war nun, die Farbtiefe zu messen und zu prüfen, ob sich eine einigermaßen konstante Beziehung zwischen der Menge des reinen Kaffee-Extraktes und der Stärke der Farbe finden liess.

Gerösteter Bohnenkaffee für sich allein gibt bekanntlich relativ wenig Farbe, jedoch um so mehr Aroma an den wässrigen Auszug ab. Umgekehrt verhalten sich die meisten Kaffee-Surrogate. Schon geringe Zusätze davon ergeben stark gefärbte Lösungen, die jedoch relativ schwächer aromatisch sind.

Wir versuchten nun, dieses unterschiedliche Verhalten zum Nachweis von Kaffee-Surrogaten in Kaffee-Extrakten auszunützen. Da es wichtig erschien, möglichst feste, reproduzierbare Werte zu erhalten, wählten wir zunächst als Untersuchungsapparatur das Stufenphotometer nach *Pulfrich*. Um vergleichbare Wert zu haben, gingen wir stets auf gleiche Konzentration, bezogen auf das anzunehmende oder wirkliche Ausgangsmaterial, zurück, wobei sich die Konzentration von 1 % als die geeignetste erwies.

Experimentelles

Während Kaffee-Extrakte meistens ohne weiteres klare, Kaffee-Surrogate grösstenteils durch Zentrifugieren, leicht klärbare Lösungen ergaben, war dies bei reinem Bohnenkaffee nicht der Fall. Die gröberen Schwebstoffe liessen sich zwar durch Zentrifugieren vollständig entfernen. Eine absolut klare Lösung war jedoch kaum zu erreichen. Ein tiefgreifender Eingriff zur Klärung erschien dagegen unangebracht, da sonst mit einer Abschwächung der Farbe gerechnet werden musste. In der Extinktion wirkt sich nun eine solche leichte Trübung bereits recht ungünstig aus. Die scheinbar höhere Auslöschung bei echtem Kaffee gegenüber den Kaffee-Extrakten (Tabelle 4) ist evtl. auf diesen Umstand zurückzuführen.

Störend kann sich die Erscheinung des Nachdunkelns der Lösungen unter Lufteinfluss (Oxydation?) auswirken, die schon nach wenigen Stunden gänzlich andere Resultate mit sich bringt. Um solche Änderungen zu vermeiden, müssen daher stets *frische, in gleicher Weise bereitete*, Lösungen geprüft werden.

Tabelle 4
Extinktionswerte von Extraktlösungen, bezogen auf 1 %
Ausgangsmaterial (Röstprodukt) in 10 mm Cuvette

Unters. Nr.	Material	Extinktion (Filter S 53)	
		direkt	bezogen auf Kaffeeanteil
40	Santos-Kaffee, normale Röstung	0,58	—
39	Santos-Kaffee, starke Röstung	0,81	—
41	Columbia-Kaffee, normal	0,63	—
44	Kaffee-Extrakt mit Aromaträger (50 %) a)	0,42	—
4	do. b)	0,40	—
7	Kaffee-Extrakt 100 % a)	0,51	—
9	do. b)	0,61	—
8	do. c)	0,35	—
46	Kaffee/Zichorie-Extrakt mit Aromaträger 50 %	0,61	1,13
24	Zichorien	1,44	—
63	Zusatz aus Zucker	3,10	—

Wie ersichtlich, zeigen 1 %ige Bohnenkaffee-Lösungen Extinktionswerte von 0,5—0,6. Bei starker Röstung wächst der Wert auf 0,8 an. Die Kaffee-Extrakte, bezogen auf Ausgangsmaterial, zeigen grossenteils etwas niedrigere Werte (0,35—0,5). Hier wirkt sich wohl die grössere Klarheit, sowie der weitgehende Luftausschuss bei der technischen Extraktion im Sinne einer Erniedri-

gung aus. Ein gemischter Extrakt von Kaffee und Zichorie lässt die Extinktion wieder ansteigen, während reine Zichorie und Kaffee-Zusatz aus Zucker bedeutend höhere Werte ergeben.

Wir versuchten nun, die Komponenten (Kaffee und Surrogat) systematisch zu mischen und die Farbtiefe zu bestimmen. Leider verläuft hierbei die Extinktionskurve nicht linear, wie nach dem *Beer'schen* Gesetz zu erwarten wäre, sondern schwach gekrümmt. Der Grund dürfte darin zu suchen sein, dass die Lichtdurchlässigkeit der Lösungen infolge der bereits erwähnten (stets darin enthaltenen) kolloidalen Teile nicht proportional zur Verdünnung verläuft. Eine quantitative Auswertung begegnet daher gewissen Schwierigkeiten. Dennoch lassen sich sehr deutliche Unterschiede feststellen, sobald es in irgendeiner Weise gelingt, die Extinktion auf die Menge reinen Kaffees zu beziehen (z. B. auf Grund der Koffeinbestimmung). Tabellen 4 und 5 zeigen in Kolonne 4 die so erhaltenen Werte, die 10 oder 15 % Zusatz von Surrogaten schon leicht erkennen lassen.

Tabelle 5
Binäres Gemisch von Kaffee mit Zichorie
(Es wurden immer 1%ige Lösungen verwendet, Cuvette 10 mm)

Bohnenkaffee % (Nr. 40)	Zichorie % (Nr. 24)	Extinktion Filter S 53	Extinktion bez. a. Kaffeeanteil
100	0	0,53	0,53
90	10	0,69	0,77
70	30	0,98	1,40
50	50	1,13	2,26
25	75	1,40	5,60
0	100	1,44	∞

Leider steht das Stufenphotometer mit seinen Möglichkeiten zu absoluter Messung nicht in allen Laboratorien zur Verfügung. Dagegen ist allgemein ein Colorimeter, meistens ein solches nach *Dubosq*, vorhanden. In diesem Falle muss jedoch eine Bezugslösung hergestellt werden. Als solche wählten wir n/400-Jodlösung, mit einer Schichthöhe von 10 mm *). Die Farbe entspricht zwar nicht vollkommen derjenigen von Kaffee-Extrakt, so dass man nicht auf Farbgleichheit, sondern auf gleiche Farbintensität einstellen muss, was einige Übung erfordert. Dennoch waren unsere Messresultate recht gut reproduzierbar und liessen sich mit denjenigen des Stufenphotometers, nach Multiplikation mit einem empirischen Faktor (0,45), angenähert vergleichen.

*) In ähnlicher Art haben *Pritzker* und *Jungkunz* bereits 1921 an Zichorienlösungen Farbmessungen vorgenommen. ZUNG 41, 151 (1921).

Tabelle 6
Messungen im Dubosq-Colorimeter
 (Verwendung von 1 %igen Lösungen, bezogen auf Ausgangsmaterial)
 Schichtdicke der n/400-Jodlösung : 10 mm

Untersuch.- Nr.	Material	Schicht- dicke (a) der Extrakt- lösung	10/a	10/a × 0,45	Extinktion im Stufen- Photo- meter
40	Santos normal	6,4	1,56	0,70	0,58
39	Santos stark geröstet	6,0	1,67	0,75	0,81
41	Columbia normal	6,8	1,47	0,66	0,63
44	Kaffee-Extrakt mit 50 % Kohlehydrat	8,9	1,12	0,50	0,42
4	do. mit 50 % Kohlehydrat	10,5	0,95	0,43	0,40
5	100 % Kaffee-Extrakt	8,8	1,14	0,51	0,51
9	100 % Kaffee-Extrakt	9,0	1,11	0,50	0,61
8	100 % Kaffee-Extrakt	13,0	0,77	0,34	0,35
61	100 % Kaffee-Extrakt	12,8	0,78	0,35	0,37
46	Kaffee- + Zichorien- Extrakt	7,3	1,37	0,62	0,61
24	Zichorien	1,8	5,50	2,50	1,44
19	Zusatz aus Zucker	1,0	6,67	3,01	3,10

Wenn man auch nicht von idealer Übereinstimmung sprechen kann, ergeben sich doch mit dem Dubosq-Colorimeter Zahlen ähnlicher Reihenfolge.

Das *Verfahren* gestaltet sich damit wie folgt:

Vergleichslösung: n/400-Jodlösung, auf 10 mm Schichtdicke eingestellt.

Zu untersuchende Lösung: 1 %ige Lösung, bezogen auf Ausgangskaffee gemäss Deklaration.

Somit: Bohnenkaffee: 10 g pro Liter,

50 %iger Trockenextrakt: 5 g pro Liter,

100 %iger Trockenextrakt: 2,5 g pro Liter.

Die Lösungen werden heiss bereitet durch dreimaliges Ausziehen von Bohnenkaffee mit je 200 cm³ Wasser oder durch warmes Lösen des Trockenextraktes, Filtrieren der Lösungen und Abkühlen, Einstellen auf die oben genannten Gehalte und kurz vor der Messung zentrifugieren während 10 Minuten bei 3000 Umdrehungen/Minute. Die Messung hat unmittelbar nach der Herstellung der Lösungen zu erfolgen, da ein Nachdunkeln bei längerem Stehen an der Luft unvermeidlich ist.

V. Bestimmung des Extraktgehaltes

Da ein Grossteil der Zahlen erst eine Beurteilung gestattet, wenn auf die gleiche Grösse, auf den reinen Extrakt, Bezug genommen wird, bildet die Bestimmung dieses letzteren eine der Grundlagen bei der Untersuchung von Kaffeeprodukten. Die Vorschrift von *Pritzker* und *Jungkunz*¹⁰⁾, wie sie im Lebensmittelbuch beschrieben ist, hat sich zu diesem Zwecke gut bewährt. Für die Neuauflage des Lebensmittelbuches wäre die Fortsetzung der Extrakttablelle bis auf 92,6 %, wie dies auch in der Originalarbeit geschehen ist, erwünscht, da bei Kaffee-Surrogaten öfters Werte von mehr als 85 % erreicht werden (Kaffeezusatz aus Zucker!).

VI. Die analytische Erfassung der flüchtigen Aromastoffe: Oxydationszahl und Aromazahl

Staudinger und Reichstein haben in den 20er Jahren umfangreiche Arbeiten über die Aromastoffe des Kaffees publiziert¹¹⁾ und patentiert¹²⁾.

Es ist ihnen gelungen, ein künstliches Kaffeearoma herzustellen, welches dem natürlichen chemisch und degustativ sehr nahe kommen soll. Bei Betrachtung der einzelnen Bestandteile gewahrt man, dass es sich grossenteils um wasserdampfllüchtige Substanzen handelt. Dass nicht die Flüchtigkeit an sich, sondern speziell diejenige mit Wasserdampf bedeutend ist, zeigt folgender einfacher Versuch: Bringt man frisch gemahlene Bohnenkaffee in einen auf 105° angeheizten Trockenschrank, so wird relativ wenig Kaffee-Geruch an die Umgebung abgegeben. Befeuchten wir aber eine gleich grosse Menge von Kaffeepulver mit etwas Wasser und behandeln sie im übrigen gleich, so tritt bald der typische hocharomatische Kaffee-Geruch in intensivster Weise auf.

In der Absicht, dass typische Kaffee-Aroma quantitativ zu erfassen, wählen wir daher die Methode der Wasserdampf-Destillation in Ganz-Glas-Apparatur, ähnlich wie sie uns aus zahlreichen Publikationen anderer Autoren und auch aus früheren eigenen Arbeiten bekannt war¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾. Nachträglich wurden wir auch noch auf eine ältere Arbeit von *Lebbin*¹⁹⁾ aufmerksam gemacht, in welcher auf anderem Weg dasselbe Ziel bei Bohnenkaffee verfolgt wird.

Wir wussten zunächst natürlich nicht, ob sich bei echtem Bohnenkaffee eine einigermaßen konstante Aromamenge ergeben würde. Ebenso wenig war bekannt, wie sich diese Menge zu derjenigen in Kaffee-Ersatzstoffen verhalten würde. Immerhin zeigt, wie jedermann weiss, gerösteter echter Kaffee ein ausserordentlich intensives Aroma, so dass hier die Annahme einer relativ höheren Substanzmenge dieser Art begründet erschien.

Die nachfolgende Tabelle 7 gibt eine zusammenfassende Darstellung der erhaltenen Grenzwerte. Jede der aufgeführten Gruppen umfasst zum Teil zahlreiche Bestimmungen. Total sind bisher weit über 100 Werte erhalten worden. Eine detaillierte Besprechung derselben, sowie der verschiedenen, auf die

Höhe der Zahl wirksamen Einflüsse würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen. Die Untersuchungen sind zudem noch nicht ganz abgeschlossen, so dass wir beabsichtigen, in einer 2. Mitteilung die Einzelheiten in bezug auf die genannten Zahlen darzulegen.

Vorgängig einer Betrachtung und Diskussion der in der Tabelle erhaltenen Werte müssen noch folgende Definitionen gegeben werden:

Unter *Oxydationszahl* ist derjenige Wert in cm^3 zu verstehen, der dem Verbrauch einer 0,1 normalen Bichromatlösung entspricht, wenn das wasserdampf-flüchtige Aroma von 1,00 g Bohnenkaffee oder Kaffee-Surrogat, oder einer entsprechenden Menge Kaffee-Extrakt nach der nachstehenden Vorschrift überdestilliert wird.

Unter *Aromazahl* verstehen wir den analogen Wert, den man erhält, wenn man 1,00 g reinen Trockenextrakt, oder die entsprechende Menge Ausgangsmaterial, unter den gleichen Bedingungen destilliert.

Tabelle 7
Kennzahlen von Röstprodukten

Material	Oxydations- zahl	Extrakt 0,0	Aromazahl
<i>Bohnenkaffee:</i>			
normale Röstung	5,0—5,4	24—28	19—21
starke Röstung	5,9—6,3	27	22—23
koffeinfrei	5,2	22	23,5
schlecht gelagert	4,2 und darunter	24—28	unter 16
<i>Kaffee-Extrakte</i>			
50 % ige frische Ware	bis 3,5	25*)	2—14
50 % ige gelagerte Ware	unter 2,5	25*)	unter 10
50 % ige frisch, koffeinfrei	2,0	25*)	8
100 % ige Handelware	0,5—1,7	25*)	1—7
<i>Kaffee-Surrogate</i>			
Feigenkaffee	2,4 3,2	54—71	3,8—4,3
Zuckerrüben-Kaffee	2,2—3,4	49—73	3,4—3,8
Zichorien verschiedener Röstung	3,0—4,3	48—68	4,6—7,5
Obstkaffee aus Birntrestern	2,6	10,4	25,0
Essenz aus Zucker	2,7—3,0	89 92	3,0—3,3 u. a.

*) Annahme

Aus der obigen Zusammenstellung können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Oxydationszahl bei reinem frisch geröstetem *Bohnenkaffee* ist erstaunlich konstant. Sie erhöht sich durch starke Röstung, doch ist die Erhöhung, speziell bei Bezug auf den ebenfalls angestiegenen Extrakt («Aromazahl»), nicht sehr bedeutend.

2. *Offene Lagerung* von gemahlenem Kaffee lässt beide Zahlen rasch abfallen, was mit der praktischen Erfahrung bezüglich Aromaverlust durchaus im Einklang steht. Vielleicht wird der Bestimmung der Aromazahl in Berücksichtigung dieser Tatsache bei Beurteilung gelagerten gemahlenen Kaffees mit der Zeit eine gewisse Bedeutung zukommen. In der 2. Mitteilung werden wir unsere Erfahrungen hierüber eingehend darlegen.

3. Die Umwandlung in *Trockenextrakte* bringt in allen Fällen einen sehr starken Aromaverlust mit sich. Bei Festlegung einer mittleren Aromazahl von zirka 20 für frisch gerösteten Bohnenkaffee treten selbst bei den aromareichsten Extrakten immer noch Verluste von 30 % dieser Substanzen ein. Meistens ist der Verlust grösser und beträgt 50 % und mehr. In Einzelfällen stieg er über 90 %! Es waren also nur noch zirka 10 % derjenigen Bestandteile erhalten geblieben, die den Hauptgenusswert des Kaffees auszumachen scheinen! Die Bestimmung der Oxydations- und Aromazahl kann vielleicht in Zukunft ein wichtiges Kriterium abgeben, um die Wirksamkeit und Brauchbarkeit eines Trocknungsverfahrens zu beurteilen.

4. Die Oxydationszahlen bei *Kaffee-Surrogaten* sind ausnahmslos niedriger als bei Bohnenkaffee. Viel eklatanter wird jedoch der Unterschied, wenn auf Extrakt bezogen und somit die Aromazahl berechnet wird. Mit Ausnahme des Surrogates aus Birnentrestern, welches infolge sehr geringen Extraktes eine relativ hohe Aromazahl aufweist, sind alle anderen Aromazahlen viel niedriger als beim Originalkaffee. Die höchste Aromazahl wurde bei einem Zichorienmuster erreicht, wobei diese trotzdem nur rund 35 % derjenigen des Kaffees betrug. Die weitaus meisten Werte liegen zwischen 15 und 20 % des Kaffees, womit die Ausnahmestellung des Kaffees als Genussmittel voll zum Ausdruck kommt!

Man könnte nun, in Kenntnis der wirklich sehr beträchtlichen Unterschiede zwischen Kaffee und Kaffee-Surrogaten, versucht sein, die Oxydations- oder speziell die Aromazahl zur Berechnung des Kaffeegehaltes einer Mischung beider Komponenten heranzuziehen. Das wäre tatsächlich möglich bei Vorliegen einer Mischung von frisch geröstetem Kaffee mit frischen Surrogaten. Da solche Mischungen jedoch stets gemahlen in den Verkehr gelangen und in diesem Zustande, insbesondere bei Aufbewahrung in einem Papierbeutel, relativ rasch Verluste an Aroma eintreten, wird in der Regel die Aromazahl durch solche Einflüsse schon deutlich erniedrigt sein. Noch unsicherer wäre es, bei Kaffee-Extrakten Schlüsse auf den Kaffeegehalt ziehen zu wollen. Hier sind die Differenzen von Extrakt zu Extrakt, ja von Lieferung zu Lieferung bei einem Extrakt gleicher Herkunft derart gross, dass jede Berechnung dieser Art dahinfällt. Auch spielt die Zeit der Lagerung eine wesentliche Rolle.

Die Bedeutung der Oxydations- und Aromazahl kann daher nicht in diesem Sinne gesucht werden. Sie liegt an anderem Orte: indem deren Höhe uns einen ungefähren Maßstab für die Erhaltung des Aromas liefert, wird eine Beurteilung des betr. Röstproduktes in bezug auf Genusswert möglich. Hier sind wiederum Vorbehalte zu machen. Der Genusswert hängt nicht nur von der Menge, sondern ebenso sehr von der Qualität des Aromas ab. Wie die meisten chemischen Methoden solcher Art, kann auch die Aromazahl nicht mehr geben als die Menge. Bei einer qualitativ geringwertigen Kaffeesorte, wie etwa Novo Redondo, fällt die Aromazahl nicht wesentlich anders aus, als bei frischem Mocca oder Costa Rica.

Wird aber einerseits frisch gerösteter Kaffee mit solchem, der längere Zeit lagerte und Aroma verlor, andererseits Kaffee-Extrakte verschiedener Art vergleichsweise einer Degustation unterzogen, wobei eine Art statistische Auswertung die individuellen Fehler ausgleicht, so ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung von Aromazahl und Sinneseindruck. Dabei wird nicht so sehr die Güte oder Feinheit, sondern die Stärke des eigentlichen Aromas in Betracht zu ziehen sein. Auch hierüber werden wir in unserer 2. Mitteilung Genaueres bekanntgeben.

Zum Schluss geben wir noch die *Arbeitsvorschrift*:

1 g frisch gemahlenen Bohnenkaffees oder die entsprechende Menge eines Surrogates oder Trockenextraktes werden in den Schliffkolben A (siehe Abbildung S. 369) von 100 cm³ Inhalt gebracht, die Kolbenwand mit zirka 5 cm³ destilliertem Wasser abgespült, der Schliff aufgesetzt und mit dem Dampfentwickler D und Kühler K verbunden. Die Schliffe werden vorteilhaft mit wenig Wasser «geschmiert» und in den Tropfdichter T einige cm³ destilliertes Wasser eingefüllt.

Vor Gebrauch sollte die ganze Apparatur während 5 Minuten mit abgestelltem Kühlwasser gut ausgedämpft werden. Als Dampfquelle benützt man gewöhnliches Brunnenwasser, dem etwas Bimstein oder Sinterglasstücke zur Aufhebung des Siedeverzuges beigegeben werden. Als Vorlage, in welche das Kühlerende eintauchen soll, verwendet man einen bei 43 cm³ und 53 cm³ mit Marke versehenen Erlenmeyer oder Philipps-Becher von 100 cm³ Inhalt. Dieser soll enthalten: 3,00 cm³ 0,5-normale Bichromatlösung und 20 cm³ conc. reine Schwefelsäure. Die Mischung wird erst kurz vor Gebrauch hergestellt.

Es wird nun so lange, bei mässiger Geschwindigkeit, destilliert, bis genau 20 cm³ Wasser übergegangen sind (Marke 43 cm³). Unter dem Schliffkolben A wird entweder mit siedendem Wasserbad oder kleiner Stichflamme zur Verhinderung der Kondensierung des Wasserdampfes geheizt; im Kolben A muss sich aber stets eine kleine Menge Flüssigkeit befinden, welche das Anbacken verhindert.

Ist genügend Wasser überdestilliert, so stellt man die Flammen ab und lässt durch vorsichtiges Schliessen des Hahnens H die Bichromatlösung zur Reinigung des Kühlerrohres bis auf etwa $\frac{2}{3}$ Höhe steigen (Vorsicht, dass die Kaffeelösung

im Schliffkolben nicht zurückgezogen wird!). Man öffnet die Hahnen H und F, um die Bichromatlösung wieder herabfallen zu lassen und wiederholt durch Schliessen der beiden Hahnen dieselbe Operation noch zweimal. Hernach werden zum Wegspülen der Reste im Kühler nochmals zirka 10 cm³ Wasser bei geschlossenen Hahnen überdestilliert, wobei gegen den Schluss hin die Vorlage gesenkt und das Kühlerende mit etwas destilliertem Wasser in die Vorlage hinein abgespritzt wird. Die Bichromatlösung lässt man genau 1/2 Stunde an einem nicht zu hellen Orte stehen (zur Oxydation von etwa noch unersetzt organischer Substanz), spült sie quantitativ mit Brunnenwasser in einen Kolben von 1 1/2 l Inhalt, füllt mit Brunnenwasser auf zirka 1 l auf, setzt 1 g Kaliumjodid hinzu, schwenkt um und titriert nach 10 Minuten mit 0,1-normaler Natriumthiosulfat-Lösung zurück.

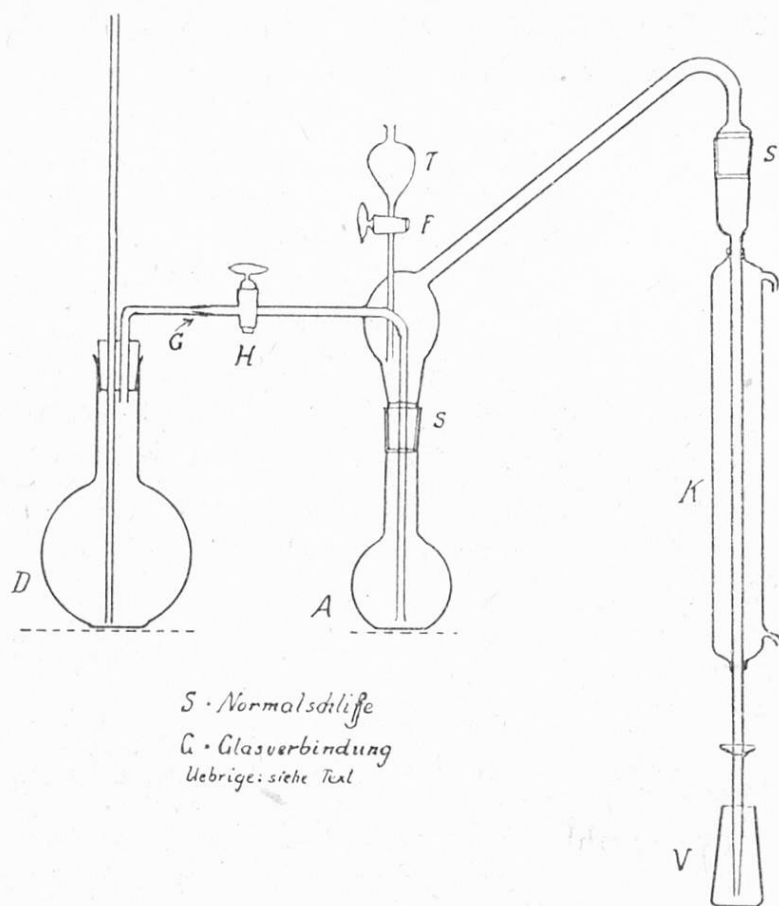
Parallel dazu wird ein Blindversuch angesetzt. Die Destillation kann dabei umgangen werden, da erfahrungsgemäss der Blindwert einer direkt abgemessenen und mit entsprechend viel destilliertem Wasser versetzten Bichromat-Schwefelsäure-Lösung, bei Einhaltung der Zeitvorschriften, der gleiche ist.

$$\begin{aligned} \text{Berechnung: Oxydationszahl} &= a - b \\ \text{Aromazahl} &= \frac{a - b}{E} \cdot 100 \end{aligned}$$

wobei: a = Blindwert der Vorlage in cm³ 0,1n-Natriumthiosulfatlösung
 b = Verbrauch von cm³ 0,1n-Natriumthiosulfatlösung für Rücktitration.
 E = Extrakt in Prozent nach *Pritzker* und *Jungkunz* (bei Trockenextrakten ist auf 1 g 100 %iges Extrakt zu beziehen)

Diskussion der Resultate

1. *Koffeingehalt.* Wie oben dargelegt, schwankt der Koffeingehalt, je nach der verwendeten Kaffeesorte, innert weiter Grenzen (0,8—1,7 %, afrikanische Sorten bis 3 %). Es ist dabei zu beachten, dass die billigen Robusta-Sorten höhere Gehalte an diesem Alkaloid aufweisen, während die edleren wesentlich koffeinarmer sind. Da jedoch selten eine Kaffeesorte allein, fast immer jedoch Gemische Anwendung finden, kann meist mit einem mittleren Koffeingehalt des gerösteten Kaffees¹⁶⁾ von zirka 1,2 % gerechnet werden. Bei Annahme eines Extraktionsgrades von 25 % würde sich damit theoretisch ein Koffeingehalt von 4,8 % im reinen Extrakt ergeben. Aus der Literatur¹⁷⁾ und praktischen Erfahrungen ergibt sich, dass jedoch in der Regel nicht alles Koffein in Lösung geht. Doch auch die Zahl 25 % für den Extraktionsgrad ist nur eine theoretische Annahme. Schon im Laboratoriumsversuch lassen sich Extraktmengen bis zu 30 % erreichen, technisch sind noch höhere Extraktionsgrade möglich. Der



Destillations-Apparatur zur Bestimmung der Oxydationszahl

Koffeingehalt kann entsprechend etwas tiefer ausfallen. Ein solcher bis gegen 3,5 % herab, auf reinen Extrakt berechnet, kann nach unseren Erfahrungen durchaus korrekt sein und braucht nicht beanstandet zu werden.

2. *Asche*. Bei der Asche ergeben sich ähnliche Beziehungen wie beim Koffein. Als Mindestmenge, auf reinen Extrakt gerechnet, schlagen wir 12,0 % vor. Eine niedrigere Zahl lässt Streckung durch Surrogate oder Verwendung besonders extraktreicher Sorten oder unverhältnismässig hohe Extraktausbeuten vermuten. Eine Aufteilung der Asche in ihre Bestandteile (was z. B. in unserem Laboratorium spektrographisch geschah) kann einen künstlichen anorganischen Zusatz erkennen lassen.

3. *Optische Drehung*. Bei reinen Röstprodukten ist diese stets gering, auf 5 % Ausgangsmaterial gerechnet in den Grenzen von etwa $0,5^{\circ}$ positiv oder negativ. Eine stärkere Drehung deutet auf Zusatz *ungerösteter* Produkte hin, wobei sich vor allem natürlich Zuckerarten deutlich bemerkbar machen werden.

4. *Extrakt*. Diese Gehaltsbestimmung ist eine solche konventioneller Art. Die Ermittlung des Extraktgehaltes bietet bei Röstkaffee und Surrogaten eine wichtige Grundlage zur Beurteilung und ist zur Berechnung der meisten anderen Kennzahlen notwendig.

5. Von beträchtlichem Interesse ist die Messung der *Farbtiefe* von Kaffee-Lösungen. Bei Kaffee-Extrakten fanden wir unter den angegebenen Bedingungen eine Farbtiefe entsprechend einer Extinktion von 0,35—0,6. Mit dem Dubosq-Colorimeter werden bei entsprechender Umrechnung ähnliche Werte erhalten. Zeigt sich eine wesentlich erhöhte Extinktion, z. B. höher als 0,8, insbesondere bei Bezug auf den reinen Kaffee-Anteil, so deutet dies auf Zusatz farbgabender kaffeefremder Bestandteile (Kaffee-Surrogate) hin.

6. Die *Oxydations- und Aromazahl* lässt nur in Ausnahmefällen einen Schluss auf die Kaffeemenge zu. Dagegen bietet sie ihrer Natur nach eine Möglichkeit, sich ein Urteil über die Erhaltung des Aromas zu bilden. Damit kann sowohl der Einfluss der Lagerung bei geröstetem, gemahlenem Kaffee, als auch die Wirkung der Trocknung bei der Herstellung der Kaffee-Trockenextrakte auf das Aroma verfolgt werden. In einer nächsten Arbeit werden wir auf die verschiedenen Einflüsse im Einzelnen eingehen.

Zusammenfassung

- a) Es wurde eine Methode zur Koffeinbestimmung in Kaffee-Extrakten, sowie eine Schnell-Bestimmungsmethode beschrieben.
- b) Die Aschengehalte in Röstprodukten wurden festgestellt und die Beziehungen zum Extraktgehalt überprüft.
- c) Die Bestimmung der optischen Drehung von Extraktlösungen ergab aufschlussreiche Werte.
- d) Vergleichende Untersuchungen über die Färbekraft von Röstprodukten des Handels wurden angestellt.
- e) Eine Methode zur analytischen Erfassung der wasserdampfgefährlichen Aromastoffe in Röstprodukten und evtl. andern aromatischen Stoffen wurde angegeben und die Begriffe «Oxydationszahl» und «Aromazahl» erläutert und mit Zahlen belegt. Eine weitgehende Konstanz dieser Zahlen für einzelne Röstprodukte konnte festgestellt und daraus die Folgerung bezüglich Erhaltung des Aromas gezogen werden. Die Degustationen ergaben im allgemeinen Parallelität mit diesen Zahlen.

Résumé

- a) Une méthode de dosage de la caféine dans les extraits de café a été décrite, ainsi qu'une méthode de dosage rapide.
- b) La teneur en cendres de certains produits torréfiés a été déterminé et les rapports avec la teneur en extrait ont été examinés.
- c) La détermination du pouvoir rotatoire de solutions aqueuses d'extraits de produits torréfiés a donné des renseignements utiles.

- d) Des comparaisons du pouvoir colorant de solutions de produits torréfiés ont été faites.
- e) Une méthode analytique qui permet de saisir les arômes des produits de torréfaction, volatils avec la vapeur d'eau, a été décrite. Les notions «Indice d'oxydation» et «Indice d'arôme» ont été expliquées et étayées par des chiffres. On a constaté une constance caractéristique de ces indices pour les divers produits de torréfaction et on en a tiré les conclusions relatives à la conservation de l'arôme. La dégustation a donné en général un parallélisme avec les indices en question.

Literatur

- ¹⁾ *Smetham*, The Analyst **7**, 73 (1882).
- ²⁾ *Edwards and Nanji*, The Analyst **62**, 841 (1937), **63**, 323 (1938) u. a.
- ³⁾ *Nicholls*, Aids to analysis of Food and Drugs 167 ff., *Henry Edw. Cox*, The chemical analysis of foods 131.
- ⁴⁾ *Tillmans und Hollatz*, Z.U.L. **57**, 512 (1929).
- ⁵⁾ *J. Deshusses*, Mitt. **32**, 91 (1941).
- ⁶⁾ *M. Streuli*, Mitt. **33**, 167 (1942).
- ⁷⁾ *Pritzker und Jungkunz*, Z.U.L. **51**, 100 (1926).
- ⁸⁾ *Nicholls*: Aids to analysis of Food and Drugs: 165 (1945).
- ⁹⁾ *Helberg und Högl*, Mitt. **18**, 357 (1927).
- ¹⁰⁾ *Pritzker und Jungkunz*, Z.U.N.G. **41**, 150 (1921).
- ¹¹⁾ Ber. **63**, 814 (1930).
- ¹²⁾ DRP. 457266, 489613, u. a.
- ¹³⁾ *Zäch* Mitt. **22**, 89 (1931), **23**, 156 (1932).
- ¹⁴⁾ *Deshusses*, Mitt **39**, 90 (1948).
- ¹⁵⁾ *Högl, Flam, Schanzer*, Mitt. **31**, 130 (1940).
- ¹⁶⁾ Schweiz. Lebensmittelbuch **3**. Auflage (1917) S. 194.
- ¹⁷⁾ *Moor and Martin Priest*: Analyst. **24**, 281 (1899), siehe auch *Nicholls*, l. c.
- ¹⁸⁾ Schweiz. Lebensmittelbuch, 4. Aufl. (1937), S. 227; siehe auch: *Walters*, Cereal Chemistry **7**, 83 (1930) und *v. Fellenberg*, Mitt. **21**, 382 (1930).
- ¹⁹⁾ *Lebbin*, Z. öffentl. Ch. **8**, 455 (1902); **C. 1903**, 259.