

Analytische Versuche mit verschiedenen Kaffee-Ersatzmitteln : kritische Beurteilung bekannter Analysen-Methoden

Autor(en): **Streuli, Max**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **33 (1942)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-983203>

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.

ANALYTISCHE VERSUCHE MIT VERSCHIEDENEN KAFFEE-ERSATZMITTELN

KRITISCHE BEURTEILUNG BEKANNTER ANALYSEN-METHODEN

Von Dr. *Max Streuli*.

(Ausgeführt im Laboratorium der Coffex AG. Schaffhausen.)

Die bis jetzt sich im Handel befindenden Rohstoffe für Ersatzkaffee sind hauptsächlich folgende: Zichorie, Edelkastanie, Getreide, Zucker und Melasse, Eicheln, Lupinen, Wegwarten, Obst, Feigen und Rosskastanien. Die Edelkastanie und das Getreide, sowie Zucker und Melasse kommen als Kaffee-Ersatzstoffe in heutiger Zeit weniger in Frage, da sie zu wichtigeren Ernährungszwecken verwendet werden können.

Wir haben versucht, die verschiedenen Ersatzstoffe nach chemischen Methoden zu untersuchen und zu beurteilen und zugleich die im Schweizerischen Lebensmittelbuch bekannten Methoden, die zur Beurteilung von Kaffee-Ersatzstoffen vorgeschrieben sind, einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Die Kaffee-Ersatz-Herstellung gewinnt heute an Bedeutung, und neuerdings werden auf dem Markte spezielle Mischungen angeboten, die aus den verschiedensten Ersatzprodukten zusammengestellt worden sind und teils noch einen gewissen Prozentsatz Kaffee enthalten, teils völlig frei von Kaffee sind.

Zur Beurteilung eines Kaffees oder Ersatzmittels wird in erster Linie sein Gehalt an wässerigem Extrakt beigezogen. Obwohl nach der Verordnung über den Verkehr mit Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen keine Grenzen für den wässerigen Extrakt der Kaffee-Ersatzmittel festgelegt sind, wird der Lebensmittelchemiker bei der Beurteilung u. a. doch stets diese Prüfung beziehen.

Der wässrige Extraktgehalt wurde nach der von Trillich angegebenen Methode direkt und nach Pritzker und Jungkunz indirekt bestimmt¹⁾. Wir haben die Extraktanalysen verschiedener Kaffee-Ersatzmittel durchgeführt und sie in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Kaffee und Ersatzmittel	Extraktgehalt	
	direkt	indirekt
	‰	‰
natureller Kaffee	28,8	29,7
coffeinfreier Kaffee	23,2	24,5
Zichorie, Franck-Aroma	64,2	65,1
Rosskastanien, nicht entbittert	12,8	15,4
Rosskastanien, entbittert	34,0	34,3
Edelkastanien	18,2	19,0
Eicheln	24,4	28,7
Lupinen	33,6	33,8
Obst (aus vollwertigem Dörrobst)	36,0	36,8
Obstpresskuchen	12,4	14,0

Auffallend ist der grosse Unterschied im wässrigen Extrakt zwischen nicht entbitterten Rosskastanien einerseits und den für Kaffee-Ersatz entbitterten Rosskastanien andererseits. Wir hatten Gelegenheit, verschiedene Proben von «Rosskastanien-Kaffee» zu untersuchen und fanden stets einen wässrigen Extraktgehalt von 27—42 ‰. Wir möchten diese Resultate hier festhalten, um sie den Ausführungen von Dr. Pritzker und Jungkuz über «Kaffee-Ersatz aus Rosskastanien» entgegenzuhalten. Pritzker und Jungkuz geben als Extrakt 13 ‰ an²⁾.

Nach dem Lebensmittelbuch IV wird der Nachweis und die Bestimmung für Kaffee-Ersatzmittel nach der Arbeit von Tillmans und Hollatz durchgeführt³⁾. Dr. Jean Deshusses⁴⁾ unterzieht diese Methode einer kritischen Betrachtung und zeigt, wie sehr diese Methode ungenaue Resultate geben kann. Deshusses beschränkt sich allerdings auf die Mischungen von Kaffee und Ersatzmitteln, so wie sie von Tillmans und Hollatz selbst angewendet wurden, also auf Kaffee und Zichorie, oder Kaffee und Feigen und Cerealien. Da, wie eingangs erwähnt, heute auf dem Markte die verschiedensten Mischungen von Kaffee-Ersatzmitteln mit oder ohne Kaffeezusatz angeboten werden, haben auch wir versucht, inwieweit die Methode von Tillmans und Hollatz, so wie sie im LB IV beschrieben ist, zum Nachweis und zur Bestimmung von Kaffee-Ersatzmitteln herangezogen werden kann. Wir haben zuerst einzeln folgende Kaffee und Ersatzmittel bearbeitet:

Naturellen Kaffee Novo Redondo (seit Ausbruch des Krieges 1939 in der Schweiz stärker verbreitet), coffeinfreien Haiti-Kaffee, Zichorie-Franck-Aroma, geröstete nicht entbitterte Rosskastanien, geröstete entbitterte Rosskastanien, geröstete Edelkastanien, geröstete Eicheln, ein Röstprodukt aus vollwertigem Dör-

obst und aus Obstpresskuchen, propagiert vom KEA*), geröstete, entbitterte blaue Lupinen. Die Extraktzahlen dieser Stoffe sind folgende:

Kaffee und Ersatzmittel	Extraktzahl aus Extrakt	
	direkt	indirekt
natureller Kaffee	0,72	0,7425
coffeinfreier Kaffee	0,58	0,6125
Zichorie, Franck-Aroma	1,605	1,6275
Roskastanien, nicht entbittert	0,32	0,385
Roskastanien, entbittert	0,85	0,8575
Edelkastanien	0,455	0,475
Eicheln	0,61	0,7175
Lupinen	0,84	0,845
Obst, vollwertiges Dörrobst	0,90	0,92
Obstpresskuchen	0,31	0,35

DIE BESTIMMUNG DER CHLORAMINZAHL

Die Chloraminzahl wurde nach LB IV bestimmt mit den 3 Vorlagen von 10, 20 und 40 ccm 0,01 n-Chloraminlösung.

	Chloraminzahl
natureller Kaffee	10,64
coffeinfreier Kaffee	10,02
Zichorie, Franck-Aroma	6,90
Roskastanien, nicht entbittert	3,96
Roskastanien, entbittert	3,47
Edelkastanien	3,96
Eicheln	15,60
Lupinen	3,6
vollwertiges Dörrobst	4,8
Obstpresskuchen	3,3

Die Vorprüfungen wurden ebenfalls für sämtliche Aufgüsse durchgeführt. Die Resultate der Reaktionen mit Eisenchlorid, Jodlösung und Fehling'scher Lösung sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst.

*) 2 Muster von geröstetem Obst, vollwertiges Dörrobst einerseits und ein Röstprodukt von dem vom Eidg. Kriegsernährungsamt propagierten «Obstpresskuchen» andererseits, wurden uns in freundlicher Weise von der ÖBUKA AG, Gümligen zur Verfügung gestellt.

Nach der Methode des LB IV müsste bei der Berechnung der prozentualen Zusammensetzung in folgenden Fällen die Gleichung I angewendet werden:

Natureller Kaffee, coffeinfreier Kaffee, nicht entbitterte Rosskastanien, entbitterte Rosskastanien und Lupinen, in den anderen Fällen würde die Gleichung II Anwendung finden. Versucht man nun aus festgestellter Chloraminzahl und Extraktzahl die vorhandenen Prozent Kaffee oder Ersatzmittel zu errechnen, besser gesagt die Gleichungen zu prüfen, erhalten wir eine Zusammenstellung, wie sie aus Tabelle «B» ersichtlich ist. (Als Extraktzahl wurde diejenige aus der direkten Extraktbestimmung verwendet, da sie derjenigen nach der ursprünglichen Methode von Tillmans und Hollatz näher kommt, als die aus der indirekten Bestimmung.)

Tabelle «A»

Kaffee und Ersatzmittel	Eisenchlorid	Jod-Lösung	Fehling'sche Lösung	
			heiss	nach Erkalten
natureller Kaffee	starke Tintenbildung	negativ	negativ	schwach positiv
coffeinfreier Kaffee	starke Tintenbildung	negativ	negativ	schwach positiv
Zichorie Franck-Aroma	Dunkelfärbung keine Tintenbildung	negativ	stark positiv	stark positiv
Rosskastanien nicht entbittert	Dunkelbraunfärbung	schwach positiv	negativ	positiv
Rosskastanien entbittert	Braunfärbung	stark positiv	schwach positiv	positiv
Edelkastanien	Dunkelbraunfärbung	schwach positiv	positiv	positiv
Eicheln	starke Tintenbildung	schwach positiv	positiv	stark positiv
Lupinen	Braunfärbung	negativ	negativ	schwach positiv
vollwertiges Dörrobst	Dunkelfärbung	negativ	stark positiv	stark positiv
Obstpresskuchen	Dunkelfärbung	negativ	schwach positiv	positiv

Tabelle «B»

Kaffee und Ersatzmittel	g Kaffee	g Ersatz	% Kaffee	% Ersatz
natureller Kaffee	5,00	1,09	100	21,8
coffeinfreier Kaffee	4,84	—	96,8	—
Zichorie, Franck-Aroma	1,13	4,21	22,6	84,2
Rosskastanien, nicht entbittert	1,78	0,78	35,6	15,6
Rosskastanien, entbittert nach Gleichung II	0,49	2,26	9,8	45,2
Rosskastanien, entbittert nach Gleichung I	0,77	4,73	15,4	94,6
Edelkastanien	1,49	0,83	29,8	16,6
Eicheln nach Gleichung II	8,04	negative Zahl	100	—
Eicheln nach Gleichung I	7,95	negative Zahl	100	—
Lupinen	0,86	4,61	17,2	92,2
vollwertiges Dörrobst	1,18	2,20	23,6	44,0
Obstpresskuchen	1,37	0,49	27,4	9,8

Aus dieser Zusammenstellung sieht man, dass, sobald man es nicht mit den bis jetzt gewöhnlich vorgekommenen Kaffeearten und Ersatzmitteln zu tun hat, die Methode von Tillmans und Hollatz überhaupt nicht angewendet werden kann. Selbst beim Vorhandensein reinen Zichorienkaffees konnten nach der Methode, wie sie das Schweizerische Lebensmittelbuch vorschlägt, nur 85 % gefunden werden.

Wir haben einen Kaffee-Ersatz folgendermassen zusammengestellt und untersucht:

- 20 % Kaffee (Santos)
- 5 % Zichorie Franck-Aroma
- 50 % entbitterte Rosskastanien
- 25 % Eicheln

eine Mischung, die in bezug auf Farbe, Geschmack und Geruch einen absolut einwandfreien Aufguss gibt. Die Analyse ist folgende:

Vorprüfung:

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| mit Eisenchlorid | positive Reaktion |
| mit Jodlösung | positive Reaktion |
| mit Fehling'scher Lösung | positive Reaktion |

Extraktgehalt	31,0	%	
Extraktzahl	0,775		
Chloraminzahl	8,4		
nach Gleichung I	g K 3,66	=	73,2 % Kaffee
	g E 2,34	=	46,8 % Ersatz
nach Gleichung II	g K 3,53	=	70,6 % Kaffee
	g E 1,12	=	22,4 % Ersatz

In Wirklichkeit waren nur 20 % Kaffee in der Mischung. Diese Resultate waren zu erwarten, wenn man bedenkt, dass Tillmans und Hollatz ihre Gleichungen lediglich für Kaffeegemische mit Ersatzmitteln aus entweder Zichorie oder Cerealien aufgestellt haben. Solche und ähnliche Mischungen kommen bereits im Handel vor, und in nächster Zeit werden eher noch weitere auftauchen. Es ist deshalb unbedingt notwendig, dass die Frage, die bereits von Dr. Jean Deshusses aufgerollt wurde, geklärt wird. Die Methode nach Tillmans und Hollatz ist, so wie im LB IV beschrieben, nicht geeignet, in Mischungen von Kaffee und irgendwelchen Ersatzmitteln den Gehalt an Kaffee prozentual festzustellen und sollte bei Prüfungen in der Form, wie sie jetzt vorgesehen ist, keine Anwendung finden.

Um die Richtigkeit dieser Folgerung noch zu bestärken, haben wir vorerst folgende 4 sich im Handel befindenden Kaffeemischungen untersucht:

«Stöck» (Hag Nr. 41319), deklariert als eine «Mischung» aus Feigen, Chicorée und anderen sorgfältig ausgesuchten Edelprodukten;

«Obuka», deklariert als «feinstes Schweizer Obst- und Kaffee-Produkt», zirka 70 % Schweizerobst und zirka 30 % Kaffee (Obuka AG. Bern);

«Salvator» Kaffee-Ersatz (Migros), «enthält 25 % Bohnenkaffee, Feigen, Kastanien usw.»;

eine nicht näher bezeichnete Handelsmischung mit 23 % Kaffee, nennen wir sie Mischung «O 42».

Die Extrakte direkt bestimmt, die Extraktzahlen, sowie die Chloraminzahlen sind folgende:

Kaffee-Ersatz	Extraktgehalt	Extraktzahl	Chloraminzahl
Stöck	47,2 %	1,18	7,7
Obuka	27,6 %	0,69	5,2
Salvator	38,8 %	0,97	6,4
Mischung O 42	38,0 %	0,95	6,4

Die Ergebnisse der Vorprüfungen sind nachstehend zusammengefasst:

Kaffee-Ersatz	mit Eisenchlorid	mit Jod-Lösung	mit Fehling'scher Lösung
Stöck	keine Tintenbildung	negativ	starke Cu-Abscheidung
Obuka	Tintenbildung	Braunfärbung	starke Cu-Abscheidung
Salvator	Tintenbildung	Blaufärbung	starke Cu-Abscheidung
Mischung O 42	Tintenbildung	Blaufärbung	starke Cu-Abscheidung

Den Vorprüfungen ist ein Hauptgewicht zuzumessen. Aus den Reaktionen der Vorprüfungen dieser 4 Kaffee-Ersatzmittel erkennen wir folgendes:

Das Fehlen von Kaffee und Eicheln in «Stöck».

Das Fehlen von Cerealien und Rosskastanienkaffee in «Stöck».

Das Vorhandensein von Zichorie oder geröstetem Obst in sämtlichen 4 Produkten.

Das Vorhandensein von Kaffee oder Eicheln oder beidem in 3 Produkten, sowie das Vorhandensein von Kastanien oder Cerealienkaffee in 2 Produkten.

Berechnet man nun aus Extrakt- und Chloraminzahl den prozentualen Kaffeegehalt nach den Gleichungen der Methode des LB IV, so erhalten wir folgende Resultate:

Stöck (nach Gleichung II)	g K 2,37	oder 47,4 %	Kaffee
	g E 2,62	« 52,4 %	Ersatz
Obuka (nach Gleichung II)	g K 1,8	« 36,0 %	Kaffee
	g E 1,41	« 28,2 %	Ersatz
Salvator (nach Gleichung I)	g K 2,26	« 45,2 %	Kaffee
	g E 4,48	« 89,6 %	Ersatz
Salvator (nach Gleichung II)	g K 1,99	« 39,8 %	Kaffee
	g E 2,15	« 43,0 %	Ersatz
O 42 (nach Gleichung I)	g K 2,28	« 45,6 %	Kaffee
	g E 4,33	« 86,6 %	Ersatz
O 42 (nach Gleichung II)	g K 2,03	« 40,6 %	Kaffee
	g E 2,08	« 41,6 %	Ersatz

Nehmen wir nun zu unserer folgenden Betrachtung noch die bereits angeführte eigene Mischung bestehend aus 20 % Kaffee, 5 % Zichorie, 50 % entbitterten Rosskastanien und 25 % Eicheln hinzu. Allein aus den aus den Gleichungen berechneten Zahlen kann natürlich kein richtiger Schluss gezogen werden. Wir haben versucht, eine Methode auszuarbeiten, die es gestattet, die qualitative und quantitative Zusammensetzung von Gemischen von Kaffee und Kaffee-Ersatzmitteln verschiedenster Art zu bestimmen. Es sei vorweg genommen, dass es nicht gelang, eine einfache Arbeitsweise aufzustellen, nach der

qualitative und quantitative Analysen von Mischungen aller Art in kurzem Arbeitsgang durchgeführt werden könnten. Hingegen gelang es uns festzustellen, unter welchen Umständen die Methode von Tillmans und Hollatz anwendbar ist und was für andere Faktoren zur Analyse noch beigezogen werden müssen. Bevor wir auf ein Arbeitsschema für die Untersuchung einer Mischung näher eintreten, wollen wir die einzelnen Prüfungen einer genaueren Betrachtung unterziehen.

Trotzdem wir uns bewusst sind, dass der Coffeingehalt des Kaffees von Sorte zu Sorte schwankt, erschien es uns doch unerlässlich, denselben bei der Beurteilung eines Kaffee-Ersatzgemisches ebenfalls beizuziehen. Die Coffein-Analysen der 5 Mischungen zeigen folgendes Ergebnis:

Stöck	kein Coffein
Obuka	0,34 % Coffein
Salvator	0,314 % Coffein
Mischung O 42	0,584 % Coffein
eigene Mischung	0,21 % Coffein

Nehmen wir einen mittleren Coffeingehalt des naturellen Kaffees von 1,15 % an (König gibt als mittleren Coffeingehalt für gerösteten Kaffee 1,16 % an), so erhalten wir folgendes Resultat:

	Kaffee errechnet	Kaffee lt. Deklaration
Stöck	kein Kaffee	kein Kaffee
Obuka	29,5 % Kaffee	30 % Kaffee
Salvator	27,1 % Kaffee	25 % Kaffee
Mischung O 42	50,7 % Kaffee	23 % Kaffee
eigene Mischung	18,2 % Kaffee	20 % Kaffee

Vergleichen wir die Mischungen, so fällt bei der Mischung O 42 der hohe Coffeingehalt auf. Aus folgenden Ueberlegungen müssen wir es hier mit einer Kaffee-Beimischung von hohem Coffeingehalt zu tun haben (es wurde bereits eingangs auf die seit dem Kriege grosse Verbreitung des Novo Redondo-Kaffees hingewiesen):

Die Chloraminzahlen von «Salvator» und «Mischung O 42» sind gleich, ebenso sind die Extraktgehalte sozusagen dieselben. Es können also in bezug auf die vorhandene Menge Kaffee keine allzu grossen Unterschiede sein. Bei der Vorprüfung mit Eisenchlorid war die Intensität der Tintenbildung dieser beiden Kaffees gleich, was ebenfalls auf eine ähnliche Zusammensetzung in bezug auf Kaffee schliessen lässt. Deshalb müssen wir annehmen, es sei für die Mischung O 42 Novo Redondo-Kaffee verwendet worden: Novo Redondo hat einen durchschnittlichen Coffeingehalt von 2,5 %. Unter dieser Voraussetzung erhalten wir für die Mischung O 42 = 23,36 % Novo Redondo-Kaffee.

Vergleichen wir die eigene Mischung mit «Salvator», «Mischung O 42» und «Obuka», so fällt auf, dass trotz geringerem Coffeingehalt die Chloraminzahl der eigenen Mischung sehr hoch, die Extraktzahl dagegen niedriger ist. Diese Chloraminzahl kann nur von einer Substanz herrühren, die ein hohes Reduktionsvermögen besitzt, was in unserem Falle der Zusatz von Eicheln ist.

Um solche Kaffeegemische weiter zu beurteilen, haben wir noch folgende Versuche mit den einzelnen Substanzen durchgeführt:

- a) Sinnenprüfung
- b) Mikroskopische Prüfung
- c) Bestimmung der Acidität
- d) Zugabe einer gesättigten Bleiacetatlösung zur Kaffeelösung
- e) Quantitative Bestimmung der Kupferabscheidung nach Zugabe von Fehling'scher Lösung zu Kaffeelösungen.

a) Sinnenprüfung

Bei der Sinnenprüfung ist zu bemerken, dass diese vorteilhaft so durchgeführt wird, dass 10 g Substanz in 200 ccm kochendes Wasser gegeben werden und der Aufguss noch 1—2 Minuten in leichtem Kochen gehalten wird. Dann wird der Aufguss in eine Tasse abgegossen, und nachdem sich die feste Substanz gesetzt hat, kann die Sinnenprüfung vorgenommen werden. Mit einiger Uebung lassen sich die verschiedenen Kaffee- und Ersatzstoffe, wenn sie rein verwendet wurden, leicht unterscheiden. Zur Prüfung von Mischungen bietet die Sinnenprüfung sehr wichtige Anhaltspunkte.

b) Mikroskopische Untersuchung

Zu dieser Prüfung ist weiter keine Bemerkung zu machen. Es sei lediglich auf die diesbezüglichen Literaturangaben hingewiesen⁵⁾.

c) Bestimmung der Acidität

Bei der Bestimmung der Acidität wurde nach der bekannten Methode von Dr. Pritzker und Jungkuntz⁶⁾ verfahren. Die Acidität wird durch die Anzahl ccm Normallauge, die zur Neutralisation von 100 g Substanz notwendig sind, angegeben. 25 ccm der 5 %igen Kaffeelösung wurden mit $\frac{n}{4}$ -Natronlauge nach der Tüpfelmethode titriert und die Werte auf 100 g Substanz umgerechnet. Für die einzelnen Kaffee- und Ersatzstoffe erhalten wir, nach zunehmender Acidität geordnet, nachstehende Reihenfolge der Produkte:

Bezeichnung der Substanz	Acidität in ccm n-Lauge für 100 g Substanz
1. Rosskastanien, entbittert	9,4
2. Edelkastanien	9,6
3. Lupinen	12,0
4. Obstpresskuchen	12,0
5. coffeinfreier Kaffee	13,6
6. natureller Kaffee Columbia	14,0
7. natureller Kaffee Novo Redondo	16,0
8. Eicheln	20,8
9. vollwertiges Dörrobst	23,2
10. Zichorie	36,0

Die 5 Mischungen:

Stöck	23,2
Obuka	19,2
Salvator	14,4
Mischung O 42	15,2
eigene Mischung	16,0

Die Acidität wird bei der Beurteilung von Mischungen wesentlich in Betracht gezogen werden müssen.

d) Zugabe einer gesättigten Bleiacetatlösung zur Kaffeelösung

Es wurde versucht, durch Fällung mit Bleiacetatlösung den Gerbstoff zu bestimmen und diese Bestimmung für die quantitative Ermittlung von Kaffeegemischen zu verwenden. Eine eindeutige Lösung wurde diesbezüglich jedoch nicht gefunden. Hingegen kann die Fällung als Vorprüfung verwendet werden und bietet, verglichen mit den anderen Vorprüfungen, oft guten Aufschluss. Zur Fällung wurde die für die Extraktbestimmung verwendete wässrige Lösung gebraucht. 10 ccm Kaffeelösung wurden mit 2—3 ccm gesättigter Bleiacetatlösung versetzt:

Natureller Kaffee: Es entsteht ein flockiger, gelbbrauner Niederschlag, der sich nach 15 Minuten gesetzt hat. Die darüber stehende Lösung ist klar gelblich.

Coffeinfreier Kaffee: Der etwas geringere flockige Niederschlag verhält sich gleich wie bei natürlichem Kaffee.

Zichorie Franck-Aroma: Flockiger, brauner Niederschlag, der sich nach längerem Stehen setzt. Die klare Flüssigkeit ist braun gefärbt, der Niederschlag dunkelbraun.

Roskastanien entbittert: Es entsteht kein Niederschlag (auch in der Wärme nicht).

Edelkastanien: Ein anfangs sehr geringer, flockiger Niederschlag nimmt nach 5 Minuten zu. Die Lösung über dem sich setzenden Niederschlag ist hellbraun.

Eicheln: Ein starker, flockiger Niederschlag, verhält sich wie bei Kaffee.

Lupinen: Kein Niederschlag (auch in der Wärme nicht).

Vollwertiges Dörrobst: Flockiger Niederschlag, verhält sich wie bei Zichorie.

Obstpresskuchen: Schwacher Niederschlag.

Die mit Bleiacetat versetzten Kaffeelösungen wurden einige Tage stehen gelassen. Sämtliche Lösungen blieben unverändert. Aus der quantitativen Bestimmung der Niederschläge konnten keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden.

e) Quantitative Bestimmung der Kupferabscheidung nach Zugabe von Fehling'scher Lösung zu Kaffeelösungen

Ch. H. La Wall und L. Forman⁷⁾ verwenden die Eigenschaft von Zichorie, Fehling'sche Lösung zu reduzieren, dazu, Zusätze von Zichorie zu Kaffee quantitativ zu bestimmen. Wir versuchten auf diese Weise ebenfalls, Aufschluss über die quantitative Zusammensetzung von Kaffee- und Kaffee-Ersatzmischungen zu erhalten. Vorerst wurden von den verschiedenen Substanzen die Reduktionsvermögen von Fehling'scher Lösung geprüft. Die Bestimmungen wurden wie folgt durchgeführt:

10 ccm der für die Extraktbestimmung verwendeten Lösung wurden mit 10 ccm Fehling'scher Lösung versetzt und zum Sieden erhitzt, nachher 2—3 Stunden stehen gelassen und im Goochtiiegel das Kupferoxyd gravimetrisch bestimmt (unter Berücksichtigung der Methoden nach Treadwell II und LB IV): Der Gehalt an reduzierendem Zucker wurde nach Tabelle 8 LB IV ermittelt.

Sämtliche Kaffee und Kaffee-Ersatzmittel geben, mit Fehling'scher Lösung erhitzt, nach dem Erkalten eine Abscheidung, die aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist (die Substanzen sind nach zunehmender Oxydabscheidung geordnet):

Bezeichnung der Substanz	Cuprooxyd	Cuprooxyd	Reduz.	Reduz.
	g	mg	Zucker mg	Zucker %
1. Rosskastanien, nicht entbittert	0,0093	9,3	4,3	0,86
2. Rosskastanien, entbittert	0,0103	10,3	4,8	0,96
3. Kaffee Haiti, coffeinfrei	0,0158	15,8	7,2	1,44
4. Kaffee Santos, naturell	0,0183	18,3	8,4	1,68
5. Kaffee Novo Redondo naturell	0,0185	18,5	8,5	1,70
6. Obstpresskuchen	0,0197	19,7	9,0	1,80
7. Edelkastanien	0,0201	20,1	9,2	1,84
8. Lupinen	0,0282	28,2	12,9	2,58
9. Eicheln	0,0600	60,0	27,6	5,52
10. vollwertiges Dörrobst	0,0890	89,0	41,1	8,22
11. Zichorie, Franck-Aroma	0,1024	102,4	47,4	9,48
12. Feigen	0,1026	102,6	47,4	9,48

Aus dieser Zusammenstellung sehen wir, dass folgende Substanzen stark reduzieren: Zichorie, Dörrobst, Eicheln und Feigen. Bei Zichorie und Feigen genügte eine Zugabe von 10 ccm Fehling'scher Lösung zu 10 ccm Aufguss nicht, und so wurden mit diesen beiden Substanzen und kontrollhalber mit Dörrobst noch folgende Versuche durchgeführt:

Bezeichnung der Substanz	Cuprooxyd	Cuprooxyd	Reduz.	Reduz.
	g	mg	Zucker mg	Zucker %
Zichorie mit 20 ccm Fehling'scher Lösung	0,1479	147,9	68,8	13,74
Zichorie mit 30 ccm Fehling'scher Lösung	0,1485	148,5	69,1	13,82
Feigen mit 20 ccm Fehling'scher Lösung	0,1934	193,4	90,6	18,12
Feigen mit 30 ccm Fehling'scher Lösung	0,2911	291,1	139,5	27,90
Feigen mit 40 ccm Fehling'scher Lösung	0,3122	312,2	150,2	30,04
Feigen mit 50 ccm Fehling'scher Lösung	0,3129	312,9	150,6	30,12
Dörrobst mit 20 ccm Fehling'scher Lösung	0,0897	89,7	41,4	8,28

Hieraus erkennt man, dass bei Vorhandensein von 100 % Zichorie die doppelte Menge, bei Vorhandensein von 100 % Feigen die 4fache Menge Fehling'scher Lösung genommen werden muss. Es muss also stets mit einem Ueberschuss an Fehling'scher Lösung gearbeitet werden.

La Wall und Forman⁷⁾ fanden, dass der Gehalt an reduzierendem Zucker in einem 10 %igen Aufguss bei Kaffee im Mittel 2,29 % betrug. Wir kommen auf einen Gehalt von 1,7 %, arbeiten allerdings mit einem 5 %igen Aufguss. Bei reiner Zichorie finden La Wall und Forman 25,2 bis 27,67 %, wir jedoch nur ca. 14 % reduzierende Zucker. Angeregt durch die erwähnten Autoren, führten wir folgende Bestimmungen durch:

	Cu ₂ O g	Cu ₂ O mg	Reduz. Zucker mg	Reduz. Zucker %
95 % Novo Redondo + 5 % Zichorie	0,0245	24,5	11,2	2,24
90 % Novo Redondo + 10 % Zichorie	0,0257	25,7	11,7	2,34
80 % Novo Redondo + 20 % Zichorie	0,0381	38,1	17,4	3,48

Wie zu erwarten, stimmen diese Resultate auch nicht mit denjenigen von La Wall und Forman überein, die bei Mischungen von Kaffee und Zichorie folgende Ergebnisse erhalten haben:

95 % Kaffee + 5 % Zichorie :	4,62 %	reduz. Zucker
90 % Kaffee + 10 % Zichorie :	5,26 %	reduz. Zucker
80 % Kaffee + 20 % Zichorie :	8,31 %	reduz. Zucker

Leider ist nicht genau bekannt, was hier für Zichorie verwendet wurde. Wenn wir unsere Resultate untereinander vergleichen, ist ersichtlich, dass sich die Zugabe der Zichorie ziemlich genau feststellen lässt:

Kaffee + 5 % Zichorie =	6 mg	mehr Cuprooxyd als Kaffee oder
	0,5 %	mehr reduzierende Zucker
Kaffee + 10 % Zichorie =	10 mg	mehr Cuprooxyd oder
	0,92 %	mehr reduzierende Zucker
Kaffee + 20 % Zichorie =	19,6 mg	mehr Cuprooxyd oder
	1,84 %	mehr reduzierende Zucker.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass durch Reduzieren von Fehling'scher Lösung Zichorienzusatz zu Kaffee bestimmt werden kann. Die bereits beschriebenen 5 Mischungen wurden ebenfalls zu dieser Untersuchung zugezogen.

Bezeichnung	Cu ₂ O g	Cu ₂ O mg	Reduz. Zucker mg	Reduz. Zucker %
Stöck	0,0961	96,1	44,4	8,88
Obuka	0,0534	53,4	24,6	4,92
Salvator	0,0569	56,9	26,2	5,24
Mischung O 42	0,0749	74,9	34,5	6,90
eigene Mischung	0,0343	34,3	15,8	3,16

Ein Ueberblick zeigt, dass in diesen 5 Mischungen der Gehalt an reduzierendem Zucker hoch ist. Ohne weitere Untersuchung darf natürlich nicht auf den einen oder anderen Kaffee-Ersatz geschlossen oder gar Berechnungen angestellt werden.

Um nach Tillmans und Hollatz vorzugehen, versuchten wir Gleichungen aufzustellen, die für andere Ersatzprodukte verwendet werden könnten, als nur für diejenigen, die in der beschriebenen Methode angegeben sind. Dies ist durchaus möglich, so lange es sich nur um *ein* Ersatzmittel neben Kaffee handelt. Sobald jedoch verschiedene Ersatzmittel in der Mischung vorhanden sind, erhält man auf diesem Wege keine richtigen Lösungen. Immerhin kann das Oxydationsvermögen von Chloramin gegenüber den verschiedenen Aufgüssen zu etwelchem Aufschluss führen. Auf alle Fälle kann eine Kaffee-Ersatzmischung erst nach Berücksichtigung sämtlicher hier beschriebener Untersuchungen richtig beurteilt werden.

Wir haben nachfolgenden Arbeitsgang aufgestellt. Dieser erlaubt, die verschiedensten Mischungen qualitativ und teilweise auch quantitativ zu untersuchen. Die beschriebenen Prüfungen werden dabei in der zweckmässigsten Reihenfolge ausgeführt. Eine scharfe Trennung von qualitativer und quantitativer Analyse solcher Mischungen kann nicht gemacht werden.

In den meisten zu untersuchenden Fällen wird der Anteil an Kaffee zu bestimmen sein. Schwieriger ist die quantitative Bestimmung verschiedener Ersatzstoffe in derselben Mischung. Es ist in gewissen Fällen nicht möglich, zuverlässige Resultate zu erhalten.

Einige allgemeine Bemerkungen zum nachfolgenden Schema seien vorausgenommen:

1. Wenn kein Coffein vorhanden ist, so ist kein Kaffee in der Mischung; 5 % coffeinfreier Kaffee mit einem Coffeingehalt von 0,02 % geben immer noch 0,0001 g Coffein in der Mischung, was noch gut bestimmt werden kann.

2. Unter Kaffee mit hohem Coffeingehalt ist Kaffee zu verstehen, der einen Coffeingehalt von über 2 % aufweist, z. B. Novo Redondo-Kaffee mit 2,4—2,6 % Coffein.
3. Bei der Prüfung mit Fehling'scher Lösung wird auf die Kupferoxydabscheidung in heissem Zustande abgestellt, so wie im LB IV beschrieben.
4. Die Einteilung in schwache, normale und starke Tintenbildung ist willkürlich gewählt. Eine normale Tintenbildung ist die Tintenbildung, die einige Tropfen Eisenchloridlösung mit 5 ccm Kaffeelösung erhalten aus einer Kaffeemischung von 20 % Kaffee und 80 % Ersatz (ohne Eicheln) + 5 ccm Wasser erzeugen.

Arbeitsschema zur Untersuchung von Kaffeemischungen

I. Bestimmung des Coffeingehaltes.

II. Bestimmung des wässerigen Extraktgehaltes.

(Die für die Extraktbestimmung hergestellten Lösungen werden für die nachfolgenden Prüfungen verwendet.)

Aus dem gefundenen Coffeingehalt wird der Kaffeegehalt errechnet. Als Basis wird ein Coffeingehalt von 1,15 % angenommen.

A. Kaffeegehalt = 0

Prüfung mit Eisenchlorid

Tintenbildung zeigt Eicheln an.

Bestimmung der Chloraminzahl

Chloraminzahl über 10 = über 50 % Eicheln.

Prüfung mit Fehling'scher Lösung

Muss Eisenchloridreaktion bestätigen.

Wenn negativ: nicht vorhanden: Zichorie, Feigen, Edelkastanien, Obst und Zucker.

Prüfung mit Jodlösung

Wenn positiv: entbitterte Rosskastanien, Getreidekaffee.

Prüfung mit Bleiacetat

Wenn negativ: es können nur entbitterte Rosskastanien und Lupinen anwesend sein.

Ueber die genauere Zusammensetzung geben folgende Bestimmungen weiteren Aufschluss:

1. Wässriger Extraktgehalt
2. Acidität
3. Quantitative Kupferbestimmung
4. Sinnenprüfung
5. Mikroskopische Prüfung.

B. Der Kaffeegehalt ist kleiner als 10%

Prüfung mit Eisenchlorid

- | | |
|---|--|
| 1. Tintenbildung schwach
keine Eicheln, wenig Kaffee | 2. Tintenbildung stark
Coffeinfreier Kaffee
(Berechnung auf der Basis 0,05 %)
Evtl. Eicheln vorhanden |
|---|--|

Bestimmung der Chloraminzahl

- | | |
|--|---|
| Die Chloraminzahl muss
unter 8 sein | Wenn Chloraminzahl über 11,
sicher Eicheln vorhanden |
|--|---|

Prüfung mit Fehling'scher Lösung

- Wenn negativ: keine Zichorie, Feigen, Edelkastanien, Obst und Zucker.

Prüfung mit Jodlösung

- Wenn positiv: entbitterte Rosskastanien und (oder) Getreidekaffee vorhanden.

Ueber die genauere Zusammensetzung geben folgende Bestimmungen weiteren Aufschluss:

1. Wässriger Extrakt
2. Acidität
3. Quantitative Kupferbestimmung
4. Sinnenprüfung
5. Mikroskopische Prüfung.

C. Der Kaffeegehalt ist zwischen 10 und 35%

Prüfung mit Eisenchlorid

- | | | |
|---|---|--|
| 1. Tintenbildung schwach, keine Eicheln; es ist Kaffee mit hohem Coffeingehalt vorhanden. | 2. Tintenbildung normal, keine Eicheln; wahrscheinlich Kaffee nach berechneter Menge vorhanden. | 3. Tintenbildung stark, Eicheln vorhanden. |
|---|---|--|

Bestimmung der Chloraminzahl

Die Chloraminzahl muss unter 8 sein.

Die Chloraminzahl muss unter 11 sein.

Hohe Chloraminzahl zeigt hohen Eichelngehalt.

Prüfung mit Fehling'scher Lösung

Wenn negativ: keine Zichorie, Feigen, Edelkastanien, Obst und Zucker.

Prüfung mit Jodlösung

Wenn positiv: entbitterte Rosskastanien und (oder) Getreidekaffee vorhanden.

Ueber die genauere Zusammensetzung geben folgende Bestimmungen weiteren Aufschluss:

1. Wässriger Extrakt
2. Acidität
3. Quantitative Kupferbestimmung
4. Sinnenprüfung
5. Mikroskopische Prüfung.

D. Der Kaffeegehalt ist über 35%

Prüfung mit Eisenchlorid

Die Tintenbildung muss stark positiv ausfallen.
(Wenn nein, liegt eine Fälschung durch Zugabe von Coffein vor.)

Bestimmung der Chloraminzahl

1. Chloraminzahl kleiner als 6, keine Eicheln; Kaffee mit hohem Coffeingehalt.
2. Chloraminzahl zwischen 6 und 11, Kaffee mit gewöhnlichem Coffeingehalt oder Eicheln + Kaffee mit hohem Coffeingehalt.
3. Chloraminzahl grösser als 11, Kaffee + Eicheln vorhanden.

Prüfung mit Fehling'scher Lösung

Wenn negativ: keine Zichorie, Feigen, Edelkastanien, Obst und Zucker.

Prüfung mit Jodlösung

Wenn positiv: entbitterte Rosskastanien und (oder) Getreidekaffee vorhanden.

Ueber die genauere Zusammensetzung geben folgende Bestimmungen weiteren Aufschluss:

1. Wässriger Extrakt
2. Acidität
3. Quantitative Kupferbestimmung
4. Sinnenprüfung
5. Mikroskopische Prüfung.

Zur weiteren Prüfung der beschriebenen Untersuchungsmethode und des Arbeitsganges liess ich mir 6 verschiedene Mischungen zusammenstellen, deren Zusammensetzung mir unbekannt war. Es zeigte sich dabei, dass man mit einiger Uebung auf gute Resultate kommt. An einem Beispiel sei die Arbeit ausführlicher erläutert. Die Resultate der verschiedenen Untersuchungen sind anschliessend tabellarisch zusammengestellt.

Muster Nr. 1

I. Coffeingehalt 0,137 %

II. wässriger Extrakt 37,6 %

Der Kaffeegehalt aus dem Coffein errechnet (Basis 1,15 %) beträgt 11 %.

C. Der Kaffeegehalt ist zwischen 10 und 35 %.

Prüfung mit Eisenchlorid: starke Tintenbildung: es sind keine Eicheln vorhanden.

Bestimmung der Chloraminzahl: 4,4 (niedriger Eichelgehalt).

Prüfung mit Fehling'scher Lösung: positiv (bestätigt die Anwesenheit von Eicheln).

Prüfung mit Jodlösung: stark positiv.

Der wässrige Extraktgehalt von 37,6 % zeigt die Anwesenheit eines Ersatzstoffes mit hohem Extraktgehalt.

Die Acidität beträgt 11,7.

Bestimmung der reduzierenden Zucker: 1,12 %.

Hieraus erkennt man, dass ausser Eicheln kein Ersatzstoff anwesend ist, der Fehling'sche Lösung stark reduziert. Der Gehalt an Eicheln ist nicht höher als 10 %, was auch mit der Chloraminzahl übereinstimmt. Die Sinnenprüfung lässt auf wenig Kaffee und vorherrschend auf entbitterte Rosskastanien schließen. Die Farbe des Aufgusses ist matt, hellbraun.

Wenn wir nun die Mischung bezüglich der Acidität beurteilen, ergibt sich folgendes Bild:

11 % Kaffee (Acidität Kaffee = 14)	—	154
10 % Eicheln (Acidität Eicheln = 20,8)	—	208
79 % entbitterte Rosskastanien (Acidität entb. Rosskastanien = 9,4)	—	742,6
Acidität	—	<u>11,046</u>

Für die Acidität der Mischung wurde 11,7 gefunden. Muster Nr. 1 war folgendermassen zusammengestellt:

- 10 % natureller Kaffee (Santos)
- 10 % Eicheln
- 80 % entbitterte Rosskastanien.

Muster Nr.	Coffeingehalt %	Kaffegehalt errechnet auf Basis von 1,15%	Extraktgehalt %	Vorprüfungen			
				mit Eisenchlorid	mit Jod	mit Feh- ling'scher Lösung	mit Bleiacetat
1	0,137	11	37,6	starke Tintenbildung	stark positiv	positiv	Niederschlag nach $\frac{1}{4}$ Std.
2	0,259	22,5	34,8	normale Tintenbildung	stark positiv	positiv	Niederschlag nach $\frac{1}{4}$ Std.
3	0,127	11	39,2	schwache Tintenbildung	stark positiv	negativ	kein Niederschlag
4	0,015	1	31,2	starke Tintenbildung	stark positiv	positiv	geringer Niederschlag
5	—	—	53,2	Braunfärbung	stark positiv	stark positiv	starker Niederschlag
6	0,479	41,6	44,8	normale Tintenbildung	negativ	stark positiv	starker Niederschlag

Durch die Analyse gefunden:

- Nr. 1 11 % Kaffee; Eicheln höchstens 10 %; Rest entbitterte Rosskastanien.
- Nr. 2 22,5 % Kaffee; Zichorie oder Obst zwischen 5—10 % (Fehling'sche Lösung, Acidität, Extrakt); Rest entbitterte Rosskastanien.
- Nr. 3 5 % Novo Redondo-Kaffee (Tintenbildung und Chloraminzahl); Rest entbitterte Rosskastanien (Fehling'sche Lösung und Bleiacetat).
- Nr. 4 Es ist coffeinfreier Kaffee in der Mischung (Tintenbildung, Sinnenprüfung), ca. 30 %; etwas Eicheln, eventuell wenig Zichorie; Rest entbitterte Rosskastanien (Chloraminzahl = Eicheln).
- Nr. 5 Kein Kaffee; viel Zichorie (ca. 60 %), daneben entbitterte Rosskastanien.
- Nr. 6 Es ist Novo Redondo-Kaffee in der Mischung (Tintenbildung und Chloraminzahl) 19 %; Rest Zichorie und Obst.

Chloraminzahl	Acidität	Reduzierende Zucker o/o	Sinnenprüfung	
			Geruch und Geschmack	Farbe des Aufgusses
4,4	11,7	1,12	vorherrschend entbitterte Rosskastanien, daneben Kaffee	matt, hellbraun
4,65	11,8	1,16	vorherrschend Kaffee, daneben entbitterte Rosskastanien	matt, hellbraun
2,18	10,0	0,84	vorherrschend entbitterte Rosskastanien, daneben Kaffee	matt, hellbraun
8	13,8	2,28	vorherrschend Kaffee (stark) daneb. entbitterte Rosskastanien	kaffeebraun
5,15	21,6	6,68	vorherrschend Zichorie Nebengeschmack undefinierbar	dunkelbraun, starke Farbe
6,04	17,6	9,16	vorherrschend Zichorie und Obst, geschmacklich schlecht	dunkelbraun, starke Farbe

Wirkliche Zusammensetzung der Mischung:

10 % Kaffee, 10 % Eicheln, 80 % entbitterte Rosskastanien

25 % Kaffee, 5 % Zichorie, 70 % entbitterte Rosskastanien

5 % Novo Redondo-Kaffee, 95 % entbitterte Rosskastanien

25 % coffeinfreier Kaffee, 25 % Eicheln, 50 % entbitterte Rosskastanien

50 % Zichorie und 50 % entbitterte Rosskastanien

20 % Novo Redondo-Kaffee, 20 % Zichorie, 60 % Obst- und Feigenkaffee

Wenn wir die verschiedenen Ergebnisse zusammenfassen, sehen wir, dass in bezug auf die vorhandene Menge Kaffee in erster Linie der Coffeingehalt Aufschluss gibt. Wir verwenden die anderen Befunde lediglich ergänzend zur vollständigen Beurteilung der Mischung.

Unseres Erachtens ist es gerade heute, wo, wie eingangs erwähnt, eine so grosse Zahl neuer Kaffee-Ersatzstoffe auf den Markt gelangt, sehr wichtig, auch vom analytischen Standpunkt aus diesen Produkten erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Mit vorliegender Arbeit sei darauf hingewiesen, wie verschieden einzelne Produkte zusammengestellt werden können und wie schwierig es in den einzelnen Fällen sein kann, solche Mischungen richtig zu beurteilen. Leider genügen die im Lebensmittelbuch angeführten Bestimmungsmethoden nicht, um solche Mischungen näher zu untersuchen. Wir hoffen dazu beigetragen zu haben, dass den Kaffee-Ersatzstoffen und ihrer Untersuchung grössere Beachtung geschenkt wird, namentlich auch denjenigen, die bis anhin weniger häufig verwendet worden sind.

Zusammenfassung:

Verschiedene Kaffee-Ersatzstoffe und Mischungen solcher Ersatzstoffe mit Kaffee wurden nach bekannten Methoden untersucht und beurteilt.

Es wurde gezeigt, dass die Methode von *Tillmans* und *Hollatz* zur Ermittlung der prozentualen Zusammensetzung von Kaffee-Ersatzmischungen höchstens angewendet werden kann, wenn folgende Mischungen vorliegen:

Kaffee — Malz — oder Kornkaffee-Mischung und
Kaffee — Zichorien — oder Feigenkaffee-Mischung.

Zur Untersuchung anderer Mischungen versagt diese Methode.

Es wurde ein Arbeitsschema für die qualitative und teilweise auch quantitative Untersuchung von beliebigen Kaffee- und Ersatzmischungen aufgestellt. Dabei wurde gezeigt, welche Prüfungen zur Beurteilung solcher Mischungen beigezogen werden sollen. Speziell wurde auf die Bedeutung der Berücksichtigung des Coffeingehaltes hingewiesen.

Anhand von einigen speziellen Mischungen wurde auf die Schwierigkeiten einer genauen Untersuchung hingewiesen.

Résumé

Plusieurs succédanés de café et des mélanges de ces succédanés avec du café ont été analysés et appréciés d'après les méthodes connues.

Il a été démontré que la méthode de *Tillmans* et *Hollatz* n'est applicable, pour déterminer le pourcentage des différents composants, que si l'on se trouve en présence des mélanges suivants:

café et malt ou céréales et
café et chicorée ou figues.

Pour d'autres mélanges la méthode donne de résultats erronnés.

Il a été décrit par ailleurs un mode opératoire pour l'analyse qualitative et en partie aussi quantitative de n'importe quel mélange de café et de succédané, en indiquant quelles recherches il y avait spécialement lieu de considérer pour cette appréciation. L'importance du dosage de la caféine a été particulièrement relevé.

On a fait ressortir, à l'aide de quelques mélanges spéciaux, les difficultés que présente une analyse exacte.

Literaturangaben

- 1) ZUNG 41, 150, 1921.
- 2) Mitt. 32, 170, 1941.
- 3) ZUL 57, 512, 1929.
- 4) Mitt. 32, 91, 1941.
- 5) LB IV 111.
- 6) ZUNG 41, 152, 1921.
- 7) ZUNG 33, 90, 1917.