

Der Acetongehalt in der Milch.

Von

N. O. Engfeldt, Laborator.

(Aus dem physiologisch-chemischen Institut der tierärztlichen Hochschule zu Stockholm.)
(Der Redaktion zugegangen am 12. Oktober 1915.)

Das Aceton bildet, wie bekannt, in sehr kleinen Quantitäten ein normales Zwischenprodukt des tierischen Stoffwechsels. In den meisten Körperflüssigkeiten, wie im Harn, Blut, Transsudat, Exsudat und in der Milch hat man auch Spuren von Aceton nachzuweisen vermocht. Besonders ist aber der Harn der Gegenstand zahlreicher und eingehender Untersuchungen zur Ermittlung des Acetongehaltes unter sowohl physiologischen wie pathologischen Verhältnissen gewesen. Literaturangaben über den Acetongehalt in den übrigen Körperflüssigkeiten, speziell in der Milch, kommen dagegen nur spärlich vor.

Von der großen Anzahl Verfahren, die uns zum Nachweis des Acetons zur Verfügung stehen, ist die Liebensche Jodoformprobe, die sich durch sehr große Schärfe auszeichnet, weitaus am meisten zur Anwendung gekommen. Gleich den meisten anderen Acetonproben ist die Liebensche Jodoformprobe indessen nicht spezifisch für Aceton. Mit einer ganzen Reihe anderer Körper, wie z. B. Äthylalkohol, Milchsäure, Acetaldehyd u. a. erhält man nämlich ganz dieselbe Reaktion. Dieser Umstand darf bei der Kritik derjenigen Untersuchungen, die zur Ermittlung des Acetongehaltes der Milch angestellt worden sind, und bei denen diese Probe zur Anwendung gekommen ist, nicht außer acht gelassen werden. In der Literatur finden sich zwar einige Angaben über direkte Untersuchungen des Acetongehaltes in der Milch, andererseits gibt es aber eine nicht geringe Anzahl Forscher, die über die Milch mehr zufällige Beobachtungen gemacht haben, die indessen in diesem Zusammenhang erwähnt zu werden verdienen. Beim Studium des Übergangs des Alkohols in die Milch bei säugenden Frauen fand somit Klingemann,¹⁾ daß die Liebensche Jodoformprobe, die, wie bekannt, eine auch für Alkohol empfindliche wie oft angewendete Probe ist, für den Nachweis dieser letzteren

¹⁾ Klingemann, «Der Übergang des Alkohols in die Milch», Archiv für pathol. Anatom. u. Physiologie, Bd. 126, S. 72 (1891).

Substanz in Milch nicht als geeignet betrachtet werden kann, und zwar aus dem Grunde, weil die Milch normal eine jodoformbildende Substanz zu enthalten scheint. Bei einer orientierenden Untersuchung mit frischer, normaler Kuhmilch als Untersuchungsmaterial fand er nämlich, daß diese bei der Destillation ein Destillat ergab, das an sich eine jodoformbildende Substanz enthielt. Diese Substanz kann nach Klingemanns Dafürhalten kaum aus von außen zugeführtem Alkohol bestehen, weil vollkommene Garantie vorhanden war, daß die Tiere, von denen die Milch kam, kein Alkohol durch das Futter erhalten hatten. Zu welcher Gruppe chemischer Körper die jodoformbildende Substanz gehört, wird jedoch unbeantwortet gelassen und scheint nicht der Gegenstand einer näheren Untersuchung gewesen zu sein.

Leichmann und Bazarewski¹⁾ haben bei der Destillation frischer, sterilisierter Kuhmilch ein neutrales Destillat erhalten, das mit der Liebenschens Probe eine deutliche Jodoformfällung gegeben hat.

Högrell²⁾ hat nachgewiesen, daß die Milch einer an Puerperalparasie leidenden Kuh eine bei der Destillation flüchtige, jodoformbildende Substanz enthält. Im Destillate von normaler Milch konnte er dagegen keine solche Substanz nachweisen. Der in dem ersteren Falle erhaltene positive Ausschlag für die Liebenschens Probe wurde von Högrell als Beweis für Alkohol in der Milch gedeutet, ein Schluß, der infolge der Vieldeutigkeit der Liebenschens Probe als nicht stichhaltig zu betrachten ist. Barthel und Sahlstedt³⁾ haben eben diese Gesichtspunkte in derselben Zeitschrift hervorgehoben und durch eigene Untersuchungen festgestellt, daß Destillate aus normaler, frischgemolkener Kuhmilch mit der Liebenschens Probe stets eine vollkommen deutliche Jodoformreaktion geben. Barthel glaubte bei diesen Untersuchungen mit Biestmilch möglicherweise eine etwas kräftigere Jodoformreaktion, als

¹⁾ Leichmann u. Bazarewski, «Über einige in reifen Käsen gefundene Milchsäurebakterien», Zentralblatt f. Bakteriologie II, 1900, S. 248.

²⁾ Högrell, Svensk Vet. Tidskrift, 1905, S. 306.

³⁾ Barthel, Svensk Vet. Tidskrift, 1905, S. 395, Sahlstedt, ibid. S. 398.

mit normaler Milch erhalten zu haben. Sahlstedt fand dagegen in zwei untersuchten Fällen in gewöhnlicher Milch mehr jodoformbildende Substanz als in Biestmilch (von einer kalbsfieberkranken Kuh) und hält es für wahrscheinlich, daß die jodoformbildende Substanz in der Milch aus Aceton besteht, denn seine Gegenwart als ein normales Produkt sei in der Milch ebensogut annehmbar, wie im Harn und Blut. Meines Dafürhaltens ist diese Betrachtungsweise die erste in der Literatur vorkommende richtige Deutung der normalen jodoformbildenden Fähigkeit des Milchdestillates. Ganz sicher hat die von den obenerwähnten Forschern in frischer Milch gefundene jodoformbildende Substanz wenigstens in den meisten Fällen hauptsächlich aus Aceton bestanden.

Zwei tierärztliche Forscher, Jöhnk und Siegel, scheinen die einzigen zu sein, die sich direkt mit der Frage des Vorkommens von Aceton in der Milch beschäftigt haben.

Jöhnk¹⁾ hat bei der Untersuchung gefunden, daß beim Rind Aceton als eine normale Erscheinung sowohl im Harn wie in der Milch ausgeschieden wird. Über die Mengen des ausgeschiedenen Acetons scheinen keine Angaben vorzuliegen, doch gibt der Verfasser an, daß er mehrere Krankheitsfälle gehabt hat, bei denen eine bedeutend gesteigerte Acetonmenge in Harn, Milch und Ausatemungsluft nachweisbar gewesen ist. Die vom Verfasser angegebenen und als Acetonämie bezeichneten Krankheitsfälle zeichneten sich u. a. durch Digestionsstörungen aus und waren gutartiger Beschaffenheit.

Auch Siegel²⁾ hat durch eine Anzahl qualitativer Acetonproben konstatiert, daß normale Kuhmilch stets Spuren von Aceton enthält. Bei Untersuchung der Kolostralmilch fand er den Acetongehalt reichlicher als in normaler Milch. Die Menge scheint jedoch in dem letzteren Falle relativ großen Schwankungen unterworfen zu sein.

Zur Isolierung des Acetons aus der Milch wendet Siegel zwei etwas abweichende Verfahren an. Nach dem ersteren

¹⁾ Jöhnk, Jahresbericht der Vet. Medizin, 1911, 1912.

²⁾ Siegel, «Ein Beitrag zur Kenntnis des Acetons und Urobilins beim Rind.» Dissert. Stuttgart 1912.

läßt er die Milch einen Tag lang eine Milchsäuregärung durchmachen, seiht dann durch ein feinmaschiges Tuch, erhitzt die geseihete Milch bis zum Koagulieren, filtriert sie nach dem Erkalten und unterzieht sie einer Destillation. Nach dem anderen Verfahren wird die frische Milch mit einigen Tropfen Lab versetzt, und dann nach einigen Stunden filtriert. Das Filtrat wird bis zur Koagulierung erhitzt, von neuem filtriert und destilliert. Der Verfasser hat die Untersuchungen auf diese beiden Weisen ausgeführt, um damit den Einwand zu widerlegen, daß die in der ersteren Methode angewandte Milchsäuregärung das Resultat etwas beeinflussen könne. In den erhaltenen Destillaten weist Siegel dann mittels unserer gewöhnlichsten qualitativen Acetonproben Aceton nach. Gestützt auf den stärkeren oder schwächeren positiven Ausschlag schließt er dann auf größere oder kleinere Mengen Aceton im Untersuchungsmaterial. Exakte quantitative Acetonbestimmungen hat er indessen nicht ausgeführt.

Bevor ich zum Bericht über meine eigenen Untersuchungen betreffend den Acetongehalt in der Milch übergehe, bin ich jedoch gezwungen, auf eine kritische Prüfung der Art, auf welche Siegel das Aceton in der Milch isoliert und nachgewiesen hat, einzugehen. Diesen Methoden haften nämlich wesentliche Mängel an. Einer der bedenklichsten ist die vorgeschlagene Erwärmung zum Zweck der vollständigen Auskoagulierung der Eiweißkörper. Das Ungeeignete des Verfahrens erhellt deutlich, wenn wir in Betracht ziehen, daß das Aceton ein sehr leichtflüchtiger Körper ist, der beim Erwärmen verloren gehen kann. Vorsichtsmaßregeln zur Vermeidung eines Acetonverlustes beim Erwärmen werden nicht angegeben. Auch fehlen bestimmte Angaben über die Zeit für die Destillation und das Verhältnis zwischen der Menge Milch und dem erhaltenen Destillate. In der Abhandlung des genannten Verfassers, Tabelle V, ist allerdings in einem Falle die Milchmenge auf 500 ccm und das erhaltene Destillat auf 20 ccm angegeben. Unter der Voraussetzung, daß der Verfasser sämtliche Destillationen in diesen Verhältnissen ausgeführt hat, müssen die erhaltenen Werte einigermaßen vergleichbar sein.

Ich mache indessen darauf aufmerksam, daß das Aceton nach einer Destillation von so kurzer Dauer nicht als quantitativ in das Destillat übergegangen betrachtet werden kann, und ferner, daß die Abweichung in betreff der Zeit der Destillation nicht vergleichbare Quantitäten als Resultat ergibt. Siegels Angabe, daß eine vorhergegangene Milchsäuregärung das Resultat bei der Acetonbestimmung nicht beeinflusse, darf außerdem nicht unerwidert bleiben. Eine Untersuchung in dieser Beziehung hat im Gegenteil ergeben, daß eine solche Gärung die Bildung einer Menge von Substanzen verursacht, die im allgemeinen auf die meisten der üblichen Acetonproben einen Einfluß ausüben.

Was schließlich die angewendeten Acetonproben — das Liebenschelke, Legalsche und dessen Modifikationen, sowie das Penzoldtsche und Frommersche — betrifft, so sind alle diese, mit Ausnahme der Frommerschen, nicht absolut beweisend für die Gegenwart von Aceton, weil sie auch für andere Stoffe einen positiven Ausschlag geben. Was die Frommersche Probe anbelangt, so ist ihre Empfindlichkeit zwar auch bei ihrer Ausführung nach der ursprünglichen Vorschrift groß, ich kann aber, auf eigene Erfahrungen gestützt, konstatieren, daß sie, auf diese Weise ausgeführt, keine so deutlichen Resultate gibt, daß die Schwankungen in dem in normaler Milch vorkommenden Acetongehalt mit ihr in befriedigender Weise gewürdigt werden können.

Eigene Untersuchungen.

Vor der Behandlung meiner eigenen Untersuchungen über den Acetongehalt der Milch möchte ich vorausschicken, daß die dabei angewendeten Untersuchungsmethoden auf Grund der bei meinen Arbeiten über die Bestimmung des Acetongehaltes in menschlichen und Tierharnen¹⁾ gesammelten Er-

¹⁾ «Die Acetonbestimmung im Harn.» Skand. Archiv f. Physiologie, Bd. 32, S. 253—286 (1914).

«Die Acetonbestimmung im Harn der Haustiere.» Monatshefte für prakt. Tierheilkunde, Bd. 26, S. 350—369 (1915).

«Der Acetonnachweis nach Frommer.» Berl. klin. Wochenschr. 1915, Nr. 18.

«Die Anwendbarkeit der Frommer-Engfeldtschen Acetonprobe für klinische Zwecke.» Berl. klin. Wochenschrift 1915, Nr. 30.

fahrungen ausgearbeitet sind. Um den Raum in dieser Zeitschrift nicht allzu stark in Anspruch zu nehmen, glaube ich mich folglich auf die Darstellung des Verfahrens bei der Isolierung des Acetons aus der Milch in so reinem Zustande, daß eine exakte quantitative Bestimmung ausführbar ist, hauptsächlich beschränken zu können. Alle Einzelheiten in der Ausführung der Bestimmung des isolierten Acetons finden sich nämlich in den ebenerwähnten Arbeiten, und verweise ich Interessierte auf diese.

Die Isolierung des Acetons aus der Milch.

Zur Isolierung des Acetons aus der Milch habe ich die Destillation angewendet, wobei das leichtflüchtige Aceton in das Destillat übergeht. Die Destillation läßt sich indessen kaum direkt mit der Milch bewerkstelligen, da diese infolge ihres Eiweißgehaltes bei der Erhitzung so stark schäumt, daß eine Verunreinigung des Destillats durch Übergang von Milch beinahe unvermeidlich ist. Erst nach Entfernung der Eiweißkörper läßt diese Schwierigkeit sich beseitigen. Nach verschiedenen Versuchen mit verschiedenen Fällungsmitteln fand ich, daß Gerbsäure in gewissen Quantitäten einen so vollständigen Niederschlag der Eiweißstoffe der Milch verursacht, daß man ein Filtrat erhält, das sich ohne Schäumen destillieren läßt. Die Fällung und die darauffolgende Destillation wird auf folgende Weise ausgeführt:

100 ccm Milch, 240 ccm destilliertes Wasser sowie 40 ccm 10%ige Gerbsäurelösung werden gemischt, umgeschüttelt und durch ein großes gefaltetes Filter filtriert. Beim Filtrieren wurde der Trichter bedeckt gehalten und die Fällung so viel wie möglich durch wiederholtes Aufgießen destillierten Wassers ausgewaschen. Zur Vermeidung des sogenannten Stoßens wurde dem Filtrat eine Messerspitze Talk zugesetzt und dieses dann in einem geräumigen, auf gewöhnliche Weise mit einem langen Liebig'schen Kühler verbundenen Kolben der Destillation unterzogen. Die Destillation fand unter reichlichem Zufließen von Kühlwasser statt und dauerte, von dem Augenblicke an gerechnet, wo das Destillat in die Vorlage abzutropfeln begann, 15 Minuten. Als Vorlage wurde ein dichtschießender, mit

50 ccm destilliertem Wasser versehener Kolben, benutzt, der außerdem mittels eines durchbohrten Korkens und einer gebogenen Glasröhre mit einer mit Wasser gefüllten Peligotschen Kugelröhre in Verbindung stand. Die letzte Anordnung wurde getroffen, um jeden Verlust von Aceton während der Destillation zu verhindern. Sowohl die Vorlage wie die Peligotsche Röhre wurden gut abgekühlt gehalten.

Die Bestimmung des Acetongehaltes im Destillat.

In dem auf die angegebene Weise erhaltenen Destillat haben wir folglich alles in der Milch enthaltene Aceton zu suchen. Bei der Bestimmung des Acetongehaltes im Destillat habe ich der Kontrolle wegen zwei wesentlich verschiedene Methoden benutzt, und zwar teils eine von mir ausgearbeitete, in der Berliner Klinischen Wochenschrift 1915, Nr. 18 und 30 veröffentlichte kolorimetrische, und teils die allbekannte von Messinger ausgearbeitete jodometrische Methode. Was die erstere betrifft, so gibt sie infolge ihrer Eindeutigkeit und Schärfe sehr zuverlässige Werte, die indessen selbstverständlich durch die subjektive Auffassung der Farbenstärke beeinflusst werden können. Die jodometrische vermeißt zwar diese Fehlerquelle, sie gibt aber nur unter einer Voraussetzung richtige Resultate, nämlich wenn keine anderen mit Jod und Alkali-hydrat reagierenden Substanzen als Aceton in das Destillat übergegangen sind. Außerdem muß man, um bei der jodometrischen Bestimmung die richtigen Werte zu erhalten, die in meiner oben angeführten Veröffentlichung: «Die Acetonbestimmung im Harn» angegebenen Vorsichtsmaßregeln anwenden. Man muß somit vor der Ausführung der Bestimmung sämtliche Lösungen durch Blindproben kontrollieren und darf zwischen der Ausführung der Blindprobe und der Bestimmung weder betreffend die Menge der Lösung — dieselben Maßgefäße — noch die Zeit ihrer Einwirkung irgendwelche Abweichungen vornehmen. Da außerdem der Acetongehalt in gewissen Milchsorten äußerst unbedeutend und der Jodverbrauch folglich äußerst gering ist, ist zur Erhaltung genauer Werte eine außerordentlich fein kalibrierte Bürette, die eine Schätzung

des Volumens der verbrauchten Titrierflüssigkeit bis auf 0,02 ccm gestattet, notwendig.

Unter der Voraussetzung, daß keine anderen jodverbrauchenden oder auf andere Weise mit Jod und Alkalihydrat reagierenden Substanzen bei der Destillation in das Destillat übergegangen sind, kann man aus der Anzahl verbrauchter Kubikzentimeter n_{10} -Jod durch Multiplikation mit dem Faktor 0,000967 den Acetongehalt erhalten.

Der Übergang anderer, mit Jod reagierender Substanzen in das Destillat ist jedoch keineswegs ausgeschlossen.

Um zu ermitteln, wie es sich in der ebenerwähnten Beziehung verhält, wurde eine Anzahl Milchdestillate — frischgemolkene Kuhmilch — einer Untersuchung auf solche Substanzen, deren Anwesenheit wenigstens denkbar war und auf die jodometrische Bestimmung von störender Einwirkung sein konnte, unterzogen. Zu solchen Substanzen habe ich gerechnet: reduzierende Stoffe (Ameisensäure, Aldehyde, Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd), Phenole sowie Salpetersäure und salpetrige Säure. Zu deren Nachweis habe ich folgende, ihrer außerordentlich großen Empfindlichkeit wegen bekannten Reagenzien benutzt:

Für reduzierende Stoffe: Alkali-Ammoniak-Silberlösung.

Für Phenole: Millons Reagenz.

Für Salpetersäure und salpetrige Säure: Diphenylaminschwefelsäure.

Wie aus Tabelle I hervorgeht, war keine dieser Substanzen in den Destillaten nachweisbar. Möglicherweise war indessen eine äußerst schwache, erst nach mehreren Stunden bemerkbare reduzierende Fähigkeit vorhanden. Was Milchsäure und Alkohol, die, wie bekannt, ebenfalls mit Jod und Alkalihydrat unter Jodoformbildung reagieren, betrifft, so ist die Anwesenheit der ersteren im Destillat bei Anwendung von frischgemolkener Milch nicht denkbar. Die Anwesenheit von Alkohol kann bei der jodometrischen Bestimmung ebenfalls unberücksichtigt bleiben, weil Alkohol nicht bei gewöhnlicher Temperatur mit Jod und Alkalihydrat reagiert.

In frischgemolkener Milch kann der Acetongehalt folglich auf befriedigende Weise direkt nach dem Jodverbrauch des

Destillates berechnet werden. Die auf jodometrischem Wege erhaltenen Werte sind außerdem durch kolorimetrische Bestimmungen nach der vorerwähnten, von mir ausgearbeiteten Methode kontrolliert worden. Hierbei ist in sämtlichen Proben eine außerordentlich hübsche Übereinstimmung zwischen der auf dem Acetongehalt beruhenden Farbenstärke und den auf jodometrischem Wege erhaltenen Werten konstatiert worden.

Läßt sich somit der Acetongehalt in frischgemolkener Kuhmilch direkt aus dem Jodverbrauch des Destillates berechnen, so ist dies bei Milch, die auch nur eine kürzere Zeit nach dem Melken aufbewahrt worden ist, keineswegs der Fall. Bei der Untersuchung ist nämlich festgestellt worden, daß die Milch sich bei der Aufbewahrung äußerst schnell verändert und hierbei u. a. flüchtige reduzierende Substanzen bildet, die auf das Resultat der jodometrischen Bestimmung störend einwirken. Ein unmittelbarer Zusatz von Borsäure zur Milch bei der Probenahme vermindert die Bildung dieser störenden Substanz in beträchtlichem Grade, scheint sie aber doch nicht vollständig aufzuheben.

In den Fällen, wo die Milch nicht unmittelbar nach dem Melken bearbeitet werden konnte, war ich folglich auf eine fortgesetzte Behandlung des zuerst erhaltenen Destillates behufs Beseitigung der ebenerwähnten jodverbrauchenden Substanz hingewiesen. Ich habe hierbei dasselbe Verfahren angewendet, wie bei der Bestimmung von Aceton im Tierharn. Das Destillat ist somit mit 25 ccm 25%iger Kalilauge und 10 ccm 3%igen Perhydrol¹⁾ sowie destilliertem Wasser zu ungefähr 200 ccm versetzt und die Mischung dann nach $\frac{1}{2}$ —1-stündiger Verwahrung bei Zimmertemperatur allmählich vorsichtig bis zum Kochen erhitzt und einer erneuerten Destillation unterzogen worden. In den auf diese Weise erhaltenen Destillaten, die sich bei der Untersuchung als vollständig von reduzierenden Stoffen befreit erwiesen haben, ist hierauf der Acetongehalt auf jodometrischem Wege bestimmt worden. Die er-

¹⁾ Das im Handel vorkommende gewöhnliche 3%ige Wasserstoff-superoxyd, das im allgemeinen mit Anilinderivaten konserviert zu sein scheint, ist nicht für diesen Zweck anwendbar.

haltenen Werte haben mit den im ersten Destillat auf kolorimetrischem Wege erhaltenen gut übereingestimmt.

Die in beiliegenden Tabellen zusammengeführten Analysenergebnisse sind, mit Ausnahme der in Tabelle I angeführten, nach dem letzteren Verfahren erhalten worden.

Bevor ich zum Berichte über das Analysenergebnis betreffend die Milchsorten, die der Gegenstand der Untersuchungen waren, übergehe, will ich indessen eine vorläufige Mitteilung über einige Beobachtungen, die ich im Laufe der Untersuchung mit einer spontanen Milchsäuregärung unterzogener Milch gemacht habe, bringen. Bei der Untersuchung des Destillates von derartiger Milch fand ich nämlich, daß es mit der Liebenschens Probe eine sehr kräftige Jodoformreaktion und mit der Legalschen Nitroprussidnatriumprobe einen deutlichen Ausschlag gab. Die kolorimetrische Untersuchung ergab indessen, daß das Destillat nur eine unbedeutende und vollständig normale Quantität Aceton enthielt. Die in relativ großer Menge anwesenden jodoformbildenden Substanzen konnten folglich nicht aus Aceton, sondern mußten aus anderen bei der Milchsäuregärung gebildeten Stoffen bestehen. Die diesbezüglichen Verhältnisse sind zurzeit der Gegenstand einer weiteren Behandlung, und ich behalte mir vor, in einer späteren Mitteilung über das Resultat dieser Untersuchungen zu berichten.

Zusammenfassung der Analysenergebnisse.

Kuhmilch. Der Acetongehalt schwankt zwischen 1,45—2,42 mg pro Liter mit durchschnittlich 1,85 mg pro Liter für 10 Bestimmungen (Tabelle I).

Der Gesamtacetongehalt pro die schwankt und scheint in direktem Verhältnis zu den Milchmengen zu stehen. Werte, zwischen 6,81—23,11 mg wechselnd, sind erhalten worden. Das Alter der Milchtiere, der Zeitpunkt während der Lactationsperiode sowie die Trächtigkeitsverhältnisse scheinen keinen Einfluß auf den Acetongehalt der Milch auszuüben (Tabelle II).

Der Acetongehalt der Kolostralmilch weicht nicht von dem in normaler Milch vorkommenden ab (Tabelle III).

Stutenmilch. Der Acetongehalt schwankt zwischen 0,48—0,97 mg pro Liter mit im Durchschnitt 0,71 mg pro Liter für 5 Bestimmungen (Tabelle IV).

Schafmilch. Der Acetongehalt schwankt zwischen 0,48—0,68 mg pro Liter mit im Durchschnitt 0,56 mg pro Liter für 5 Bestimmungen (Tabelle V).

Ziegenmilch. Der Acetongehalt schwankt zwischen 0,97—1,45 mg pro Liter mit im Durchschnitt 1,07 mg pro Liter für 6 Bestimmungen. Wie bei der Kuhmilch, hängt der Gesamtacetongehalt pro die von den Milchmengen ab. Zwischen 0,97—2,75 mg wechselnde Werte sind erhalten. Einseitige Schilddrüsenexstirpation scheint keinen Einfluß auf den Acetongehalt der Milch auszuüben (Tabelle VI).

Frauenmilch. Der Acetongehalt schwankt zwischen 0,48—1,16 mg pro Liter. Der Durchschnitt für 4 der Bestimmungen beträgt 0,50 mg pro Liter. Rechnet man auch die 5. Bestimmung, die beträchtlich höher als die andere ist, hinzu, so ist doch die Durchschnittszahl 0,64 mg pro Liter. Der Gesamtacetongehalt pro die beträgt zwischen 0,52—1,00 mg und scheint, gleichwie bei den übrigen Milchsorten, von den Milchmengen abzuhängen (Tabelle VII).

Kuhmilch. Tabelle I.

Nr.	Reduzierende Substanz	Phenole	Nitrit	Aceton nach Frommer-Engfeldt	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkalischer Lösung ccm n/100 Jod	Acetongehalt pro Liter mg	Anm.
1	0	0	0	+	0,25	2,42	Frischgemolkene Milch. Die jodometrische Bestimmung im 1. Destillat mit dem auf kolorimetrischem Wege nach Frommer-Engfeldt erhaltenen Resultat übereinstimmend.
2	0	0	0	+	0,25	2,42	
3	0	0	0	+	0,15	1,45	
4	0	0	0	+	0,20	1,93	
5	0	0	0	+	0,20	1,93	
6	0	0	0	+	0,15	1,45	
7	0	0	0	+	0,15	1,45	
8	0	0	0	+	0,20	1,93	
9	0	0	0	+	0,15	1,45	
10	0	0	0	+	0,20	1,93	

Tabelle II.

Kuhmilch (Tagesmenge).

Nr.	Alter Jahre	Probe post partum	Trächtigkeit seit	Morgensmilch			Mittagsmilch			Abendmilch			Aceton-gehalt pro die mg	Anm.			
				Milchmenge l	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkal. Lösung pro l n/10-Jod	Aceton-gehalt mg	Milchmenge l	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkal. Lösung pro l n/10-Jod	Aceton-gehalt mg	Milchmenge l	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkal. Lösung pro l n/10-Jod	Aceton-gehalt mg					
1	3	4 Mon.	1 1/2 Mon.	3,9	0,22	2,13	8,31	2,3	0,15	1,45	3,33	2,2	0,25	2,42	5,32	16,96	Die jodometr. Bestimmung nach einer 2. Destillation mit KOH und H ₂ O ₂ ausgeführt. Die Ergebnisse nach Frommer-Engfeldt geprüft.
2	7	6 Mon.	1 Woche	5,8	0,25	2,42	14,04	1,4	0,20	1,93	2,70	3,3	0,20	1,93	6,36	23,10	
3	2 1/2	2 1/2 Mon.	nicht	2,8	0,20	1,93	5,40	1,5	0,20	1,93	2,89	1,4	0,20	1,93	2,70	10,99	
4	11	4 1/2 Mon.	1 Mon.	2,0	0,20	1,93	3,86	—	—	—	—	1,6	0,25	2,42	3,87	7,73	
5	3	7 Mon.	3 1/2 Mon.	1,7	0,20	1,93	3,28	—	—	—	—	1,8	0,25	2,42	4,36	7,64	
6	3	6. Mon.	2 Mon.	1,8	0,17	1,64	2,95	—	—	—	—	2,0	0,20	1,93	3,86	6,81	

Tabelle III.
Kuhmilch (Kolostrum)

Nr.	Alter Jahre	Probe post partum	Milchmenge pro die l	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkalisch. Lösung ccm $\frac{n}{10}$ Jod.	Acetongehalt pro l mg	Acetongehalt total pro die mg	Anm.
1	9 $\frac{1}{2}$	1. Tag	5 $\frac{1}{2}$	0,15	1,45	7,97	s. Tab. II.
		2. „	10 $\frac{1}{2}$	0,20	1,93	20,26	
		3. „	11 $\frac{1}{2}$	0,20	1,93	22,19	
2	5	1. „	—	0,15	1,45	—	
3	4	2. „	—	0,15	1,45	—	
4	7	3. „	—	0,15	1,45	—	

Stutenmilch Tabelle IV.

Nr.	Alter Jahre	Probe post partum	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkalisch. Lösung ccm $\frac{n}{10}$ Jod.	Acetongehalt pro l mg	Anmerkung.
1	9	2. Tag	0,05	0,48	s. Tabelle II
2	12	45. „	0,07	0,68	Gelegentliche Probe, ohne Angabe der Tagesmenge.
3	10	30. „	0,08	0,77	
4	7	15. „	0,07	0,68	
5	10	30. „	0,10	0,97	

Schafmilch Tabelle V.

Nr.	Alter Jahre	Probe post partum	Jodverbrauch auf 100 ccm Milch in alkalisch. Lösung ccm $\frac{n}{10}$ Jod.	Acetongehalt pro l mg	Anmerkung.
1	5	3 Mon.	0,07	0,68	s. Tabelle II.
2	2 $\frac{1}{2}$	3 „	0,05	0,48	Gelegentliche Probe, ohne Angabe der Tagesmenge
3	5	3 $\frac{1}{2}$ „	0,05	0,48	
4	4	3 $\frac{1}{2}$ „	0,05	0,48	
5	3	3 $\frac{1}{2}$ „	0,07	0,68	

Ziegenmilch Tabelle VI.

Nr.	Alter Jahre	Probe post partum	Milch-	Jodverbrauch	Aceton-	Aceton-	Anm.
			menge pro die	auf 100 ccm Milch in alkalisch. Lösung	gehalt pro l	gehalt total pro die	
			l	ccm $\frac{n}{10}$ Jod.	mg	mg	
1*	3	3½ Mon.	1,5	0,10	0,97	1,45	s. Tab. II. Nicht trächtige.
2*	3	4 „	1,5	0,12	1,16	1,74	*) Vor etwa 1½ Jahren einer ein- seitigen Schild- drüsenex- stirpation unterzogen.
3*	3	6 „	1,0	0,10	0,97	0,97	
4	5	1 „	1,9	0,15	1,45	2,75	
5	9	12 „	—	0,10	0,97	—	
6	3	12 „	—	0,10	0,97	—	

Frauenmilch Tabelle VII.

Nr.	Alter Jahre	Probe post partum	Milch-	Jodverbrauch	Aceton-	Aceton-	Anm.
			menge pro die	auf 100 ccm Milch in alkalisch. Lösung	gehalt pro l	gehalt total pro die	
			l	ccm $\frac{n}{10}$ Jod	mg	mg	
1	31	8 Mon.	1,270	0,05	0,48	0,61	s. Tab. II. 25 ccm Milch mit vierstünd. Zwischen- raum von 6 Uhr vorm. bis 10 Uhr nachm. ge- molken.
2	29	8 „	1,440	0,05	0,48	0,69	
3	18	3 „	1,090	0,05	0,48	0,52	
4	22	6 „	1,720	0,06	0,58	1,00	
5	28	7 „	0,690	0,12	1,16	0,80	