(Aus dem Kaiserin Auguste Viktoria-Haus, Reichsanstalt zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit [Direktor: Prof. Langstein].)

Zur Prüfung der Frauenmilchverfälschung.

Von
F. Edelstein.

(Eingegangen am 9. August 1921.)

Den eigentlichen Anlaß zur nachstehenden Untersuchung bildeten von mir unternommene Versuche, die bereits bestehenden typischen Reaktionen für Frauenmilch- und Kuhmilch zu einer Differentialprobe zu verwerten, mit der man imstande wäre, in einfacher und halbwegs einwandfreier Weise eine Verfälschung der Frauenmilch festzustellen. Praktisch kommen für eine Verfälschung nur Kuhmilch und Wasser in Betracht. Aber während sich eine Verwässerung mit physikalischen Methoden, z. B. durch Bestimmung des Brechungsexponenten des Serums oder auf eine andere Weise relativ leicht nachweisen läßt, ist der Nachweis des Milchzusatzes nicht gerade einfach. Die sichersten Methoden zur Erkennung eines Zusatzes von Milch anderer Tierart sind die biologischen, die Präcipitinreaktion, die anaphylaktische Methode, die Methode der Komplementbildung. So schön auch diese Methoden an sich sind, so komplizieren sie doch sehr den Betrieb, beanspruchen viel Zeit und sind vor allem wegen des jetzt so teuren Tiermaterials zu kostspielig. Die anderen bekannten chemischen Methoden, die Umikoffsche, die Neutralrotreaktion nach Moro, die Tugendreische Reaktion mit Silbernitrat und die Bauersche Methode mit Nilblausulfat sind leider zur Erkennung einer Verfälschung nicht geeignet, sie fallen nicht eindeutig und zuverlässig genug aus und dienen ja eigentlich nur zur bloßen Unterscheidung von Kuh- und Frauenmilch. Selbst für diesen Zweck versagt die sonst so einfache und schöne Reaktion von Bauer ab und zu. So habe ich nicht selten beobachten können, daß frische Frauenmilch, die mit Nilblausulfat keine Färbung geben sollte, einen trüben, schmutzig-grau-grünen Farbenton lieferte. Hübscher vielleicht und gleichmäßiger in der Farbennuance fiel die Reaktion aus, wenn ich statt Nilblausulfat Toluidinblau anwandte, indem ich

nich in der sonstigen Ausführung an die Originalvorschrift von Bauer hielt. Mit Kuhmilch erhält man ein helles, mit Frauenmilch ein tiefes Blau. Bei Mischungen von Kuh- und Frauenmilch ist aber die Unterscheidung der Farbtöne schon viel schwieriger.

Meine Versuche setzten nun damit ein, daß ich mich zunächst bemühte, die Umikoffsche Reaktion zu verfeinern. Letztere besteht bekanntlich darin, daß sich Frauenmilch durch Zusatz von Ammoniak und Erhitzen auf eine Optimaltemperatur von 60% rotviolett bzw. dunkelviolett färbt, Kuhmilch dagegen eine hellgelbliche bis bräunliche Farbe annimmt oder auch farblos bleibt. Die Unterscheidung der Farbtöne ist zwar ohne weiteres möglich, man erhält jedoch durch die gelblichweiße Eigenfarbe der Milch oft Mischfarben, die namentlich, wenn Mischungen von Kuh- und Frauenmilch vorliegen, die Entscheidung sehr erschweren können. Zur Erklärung der Umikoffschen Reaktion wird angenommen, daß das Zustandekommen der Farbe, deren Intensität sich je nach Konzentration des Ammoniaks abstufen läßt, mit der Entstehung von Zersetzungs- und Verharzungsprodukten zusammenhängt, die bei der Behandlung von Mono- und Disacchariden mit Alkalien auftreten. Vielleicht ist an der Reaktion auch die Zitronensäure beteiligt, im übrigen ist über das Wesen der Umikoffschen Reaktion im großen und ganzen nichts sicheres bekannt. Das eine scheint aber gewiß, daß es der größere Milchzuckergehalt ist, der in der Frauenmilch die dunklere Farbe bei Erhitzung mit Alkalien hervorruft. Da sich nun sowohl der Milchzucker als auch die Citronensäure bzw. ihre Salze in der Milch in hochdisperssem Zustande befinden, so sagte ich mir, daß es gelingen müßte, in einem von den Eiweißbestandteilen befreiten Serum die Farbe schärfer und deutlicher hervortreten zu lassen. Diese Erwartung hat sich nicht erfüllt. Ich erhielt manchmal klarere Farbennuancen, aber keineswegs immer. Die diesbezüglichen Versuche führten zu keinem greifbaren Resultat. Auf keinen Fall bot die Enteiweißung erhebliche Vorteile. Ich griff nun auf die Tatsache des hohen Milchzuckergehaltes in der Frauenmilch zurück und versuchte den Farbenumschlag in Gegenwart irgendeines der üblichen Metallsalze bei der Reduktion der Lactose in Serum zur Ausführung einer Reaktion heranzuziehen. Da der Farbenveränderung ein bekannter chemischer Vorgang zugrunde liegt, war zu erwarten, daß sich der Verlauf der Reaktion leichter übersehen und leiten läßt. Die gewöhnliche Trommersche bzw. Fehlingsche Probe ist hierfür nicht geeignet. Verwendet man z. B. vom Fehlingschen Reagens Mengen von etwa 20 ccm zu einer Menge Laktoserum, die etwa 1—2 ccm Milch entspricht, so erhält man überhaupt keine Farbendifferenz. Sowohl bei der Kuhmilch als bei der Frauenmilch bleibt die Farbe gleich blau. Aber selbst wenn man entsprechend kleinere Quantitäten des Reagens verwendet, so daß ein

Umschlag zustande kommt, dann stört die Erkennung der Farbenunterschiede das ausgeschiedene und suspendierte rote Kupferoxydul, das sich bei Luftzutritt sehr leicht oxydiert und die Flüssigkeit wieder stärker bläut. In Betracht kam also nur ein Reagens, welches das ausgeschiedene Kupferoxydul in eine farblose bzw. weißgefärbte Verbindung überführt. Sehr geeignet für diesen Zweck ist die Bangsche Kupfersulfatlösung, die Bang zur quantitativen Zuckerbestimmung benutzt hatte. Diese Lösung enthält neben Kupfersulfat, Kaliumcarbonat und Kaliumbicarbonat noch Sulfoeyankali, welches sich mit dem bei der Reduktion der Zuckerlösung ausscheidenden Kupferoxydul zu weißem Kupferrohdanür umsetzt. Mit der Bangschen Lösung ist es mir in der Tat gelungen, recht schöne Farbenabstufungen im Milchserum zu erzielen. Während bei reiner Kuhmilch die schöne blaue bis grünlich-blaue Farbe bestehen bleibt, zeigt das Serum der reinen Frauenmilch, entsprechend seiner stärkeren Reduktionskraft bei der gleichen Konzentration eine gelbe bis bräunliche Farbe. Mischungen von Kuh- und Frauenmilch liefern Übergangsfarben von blau zu gelb, Zusätze von 20, 30 und auch von 10% Kuhmilch zu Frauenmilch sind an den im ganzen helleren gelblich- bis bläulichgrünen Farbtönen kenntlich.

Zum Enteiweißen habe ich dialysiertes Eisenoxyd benutzt. Die Reaktion wird folgendermaßen ausgeführt. In einem 50 ccm Meßkölbchen verdünnt man 10 ccm Frauenmilch mit etwa 30 ccm Wasser, tropft unter tüchtigem Umschütteln allmählich 4 ccm der Eisenlösung hinein, füllt bis zur Marke mit Wasser auf, schüttelt das ganze nochmal gründlich durch und filtriert durch ein trockenes Filter. Vom Filtrat werden 3 ccm mit 20 ccm Bangscher Lösung versetzt und die Mischung wird eine halbe Minute lang im Sieden erhalten. Die ursprüngliche tiefazurblaue Farbe der Lösung wandelt sich binnen kurzer Zeit in ein kräftiges Gelb bzw. Bräunlichgelb um. Bei der Kuhmilch genügen 4 ccm zur Enteiweißung nicht. Wegen des höheren Eiweißgehaltes sind hier mindestens 8 ccm notwendig, um ein klares Filtrat zu erreichen. Im übrigen stört ein trübes Filtrat die Reaktion nicht, nur ein Überschuß von Eisen ist zu vermeiden, weil dann das Filtrat gelb wird. Man kann sogar die Probe direkt ohne Enteiweißung ausführen, indem man zum Beispiel 6 Tropfen Milch mit 3 Tropfen Wasser und 10 ccm Bangscher Lösung vermischt und eine halbe Minute aufkocht. Der Unterschied der beiden Milcharten ist deutlich zu sehen, die Kuhmilch nimmt eine blaue, die Frauenmilch eine gelbe bis weißlichgelbe Farbe an. Aber die Farbtöne sind verschwommen, daher ziehe ich die Ausführung in der enteiweißten Milch vor. Die Bangsche Lösung wird nach Originalvorschrift in der Weise zubereitet, daß man 25 g Kaliumcarbonat, 5 g Kaliumbicarbonat und 20 g Rhodankali in etwa 60 ccm Wasser

unter Erwärmen löst und dann nach dem Abkühlen eine Lösung von 1,25 g Kupfersulfat in 10 ccm Wasser zusetzt, auf 100 auffüllt einige Stunden stehen läßt und filtriert. Man stellt sich am besten gleich größere Mengen her, die Lösung ist mindestens 3 Monate haltbar. Die bei der Reduktion entstehenden Farbentöne sind erst nach einiger Zeit maßgebend und zwar wenn die Mischung abgekühlt ist. Nach einigen Stunden kommt es auch hier zu einer Reoxydation.

Oben habe ich von gleicher Konzentration gesprochen. Diese ist natürlich unerlässlich, denn nur unter dieser Bedingung hat die Reaktion überhaupt einen Unterscheidungswert. Nun wird ja durch Auffüllen auf das gleiche Volumen dieser Forderung entsprochen. Aber bei kritischer Betrachtung doch nur scheinbar.

1. Verwende ich, um klare Filtrate zu erhalten, bei Kuhmilch z. B. 9 und bei Frauenmilch 4 ccm Eisenoxyd und fülle auf 50 auf, so habe ich zwar in beiden Fällen dasselbe Volumen, da aber bei Kuhmilch der Eiweißniederschlag viel größer ist, so ist die Filtratmenge und folglich auch die Konzentration der beiden Filtrate nicht die gleiche. Der Fehler ist zwar nicht sehr groß, doch nicht ohne weiteres zu vernachlässigen. Man kann übrigens, wenn man auf ein klares Filtrat verzichtet, sowohl bei Kuh- als bei Frauenmilch 4 ccm Eisenoxyd anwenden und so den Fehler vermindern.

2. Die Konzentration ist ferner wesentlich abhängig von dem wechselnden Milchzuckergehalt. Es ist klar, daß je nach dem Zuckergehalt der Milch die Intensität der Farbe variieren wird. Liegt zufällig eine verhältnismäßig zuckerarme Frauenmilch vor, dann wird die Reaktion einen Farbenton aufweisen, der mehr dem bläulichen der Kuhmilch entspricht. Mit diesem wechselnden und nicht zu beeinflussenden Faktor muß also gerechnet werden. Nun ist aber die Differenz zwischen dem Milchzuckergehalt der Kuhmilch und der Frauenmilch doch noch immer groß genug (4—5% zu 6—7%), so daß die Reaktion auch nach dieser Richtung hin für reine Kuhmilch und reine Frauenmilch keine wesentliche Einschränkung erleidet.

Ich habe im ganzen etwa 170 verschiedene Proben von Frauenmilch und etwa ebensoviele Proben von Kuhmilch untersucht und, von sehr seltenen Ausnahmen abgesehen, die Reaktion immer eindeutig gefunden. Weit schwieriger gestaltet sich die Entscheidung, wenn Frauenmilch-Kuhmilch oder Frauenmilch Wassermischungen vorliegen und die Reaktion zur Erkennung von Frauenmilchverfälschungen dienen soll. Zwar war in der weitaus überwiegenden Anzahl der von mir untersuchten Fälle eine Abstufung deutlich zu sehen und eine Festsstellung der Verfälschung möglich, doch zeigt schon ein flüchtiger Blick auf die beiden Farbenskalen, wie vorsichtig man bei der Beurteilung vorgehen muß.

Farbenskala I.

Farbenskala II.

F. bedeutet reine Frauenmilch, K. reine Kuhmilch, W. Wasserzusatz, KM. Kuhmilchzusatz.

Die Farbenskalen sind so entstanden, daß ich mir, von zwei verschiedenen willkürlich gewählten Frauenmilchproben ausgehend, entsprechende Mischungen mit Kuhmilch, Wasser und Kuhmilch und Wasser zusammenstellte, diese Mischungen nach der oben angegebenen Methode mit möglichst gleichen Mengen Eisenoxyd entweißte und vom Filtrat je 3 ccm der Reduktion unterwarf. Innerhalb der ersten halben Stunde nach dem Kochen wurden die Farben mit Tusche zu Papier gebracht. *) Zwei für unsere Frage wichtige Tatsachen sind aus den Farbenskalen zu ersehen. Erstens, daß neben dem Kuhmilchzusatz der Wasserzusatz, wie ja zu erwarten war, durch die Konzentrationsverminderung die Farbtöne stark beeinflußt und zweitens, daß es von dem Grundton der bei der Reduktion des Frauenmilchserums entstehenden Farbe abhängt, wie die übrigen Nuancen ausfallen. Selbst wenn also eine Verwässerung in einer Probe sicher auszuschließen wäre, würde nur ein Vergleich mit dem Farbenton der reinen Frauenmilch, die im gegebenen Falle verfälscht vorliegt, ein sicheres Urteil erlauben. Das ist aber unmöglich. Man sieht also, daß, während es relativ leicht ist in einer Farbenreihe von der reinen Frauenmilch ausgehend die Farbenabstufungen gut abzuschätzen, die Beurteilung einer isoliert vorliegenden Mischfarbe große Übung erfordert und nicht immer zuverlässig ist.

Ich habe deshalb, um diese Unsicherheit auszuschalten, noch eine Funktion, wenn ich so sagen darf, eingeführt, und zwar den Eiweiß-

*) Aus technischen Gründen ließen sich die mit Tusche aufgetragenen Original-Farbtöne nicht vervielfältigen. Vielmehr mußten für die Farbenskalen bereits im Handel vorhandene Farbenpapiere, wie sie der Verlag Unesma nach Anordnung von Geheimrat Ostwald herstellt (siehe Ostwalds Farbenskalen), verwendet werden. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die Farbtöne im Reagensglas bzw. im durchscheinenden Licht anders aussehen als auf mattem Papier. Deshalb halte ich es für zweckmäßiger, daß man sich zur Orientierung seine Farbenskala selbst herstellt.

gehalt der betreffenden Milch. Die Differenz zwischen dem Eiweißgehalt der Frauenmilch und der Kuhmilch ist so groß, daß sie noch günstiger für unsere Zwecke zu verwerten ist, als die Differenz im Zuckergehalt. Es bedarf dazu keiner langwierigen Analyse, ich bediene mich zur Erkennung des Eiweißgehaltes eben der Fällungsreaktion mit Eisenoxyd, mit dem ich die Enteiweißung vornehme. Die Farbe des Filtrats gibt mir eine schnelle Antwort. Man muß nur wissen, welche

Tabelle I. Frauenmilch.

tr = trübe, Eiweiß noch nicht vollkommen gefällt; o = klar, Eiweiß gefällt;
g = gelb, Überschuß von Eiweiß.

Probe-Nr.	Menge des zu 10 ccm Milch zugesetzten Eisenoxyds												Reduktionsfarbe
	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	
1.	—	—	—	—	—	—	o	o	o	gr	—	—	—
2.	—	—	o	—	—	—	—	gr	gr	—	—	—	—
3.	—	—	tr	tr	o	—	—	—	—	gr	gr	—	—
4.	—	tr	—	—	—	—	o	gr	—	gr	gr	—	—
5.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gr	gr	—	—
6.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gr	gr	—	—
7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gr	—	—	—
8.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—
9.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gr	gr	—	—
10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gr	gr	—	—
11.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gr	gr	—	—
12.	—	—	—	tr	tr	o	—	—	—	o	o	gr	—
13.	—	—	—	o	o	—	—	—	—	gr	—	—	—
14.	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	o	—	—	—
15.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—
16.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	gr	—	—
17.	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	gr	gr	—	—
18.	—	—	tr	tr	tr	o	—	—	—	o	gr	—	—
19.	—	—	tr	tr	tr	tr	o	—	—	o	gr	—	—
20.	—	—	—	—	—	o	—	—	gr	—	—	—	gelb
21.	—	—	—	—	—	—	o	o	gr	—	—	—	bräunl.-gelb
22.	—	—	—	tr	—	—	o	—	gr	gr	—	—	braun
23.	—	—	—	tr	tr	—	o	—	—	gr	—	—	"
24.	—	—	—	tr	—	—	o	—	—	gr	—	—	"
25.	—	—	tr	—	—	—	—	—	o	gr	—	—	"
26.	—	tr	—	—	—	—	o	—	gr	—	—	—	"
27.	—	—	tr	—	—	—	—	—	o	gr	—	—	"
28.	—	—	tr	—	—	—	—	—	o	—	—	—	"
29.	—	—	—	—	—	—	o	o	gr	—	—	—	bräunl.-gelb
30.	—	—	tr	—	—	—	o	—	—	—	—	—	"
31.	—	tr	o	—	—	—	o	gr	—	—	—	—	dunkel-braun
32.	—	—	tr	tr	—	—	o	gr	—	—	—	—	bräunl.-gelb

Tabelle II. Kuhmilch.

Probe-Nr.	Menge des zu 10 ccm Milch zugesetzten Eisenoxys														Reduktions-farbe
	5	6	7	8	9	10	13	23	29	30	31	32	33	34	
1.	—	—	—	—	—	—	—	o	o	g	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—
3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	o	—	—
4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	o	—	—
5.	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—
6.	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—
7.	tr	tr	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	g	g	—	—
8.	tr	tr	tr	tr	tr	o	—	—	—	—	g	g	—	—	—
9.	—	tr	o	o	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	—
10.	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—
11.	—	—	—	tr	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	—	—	—	tr	o	—	o	—	g	—	—	—	—	—	—
14.	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	g	—	—	—	—	—
15.	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.	—	tr	—	—	o	—	o	—	—	g	—	—	—	—	—
17.	—	—	—	tr	o	—	—	—	g	g	—	—	—	—	—

Tabelle III. Frauenmilch mit 20% Kuhmilch verfälscht.

Probe-Nr.	Menge des zugesetzten dialysierten Eisenoxys in ccm.																		Reduktions-farbe
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	
1.	—	—	tr	tr	o	o	o	—	—	—	—	o	g	g	g	—	—	—	—
2.	—	—	tr	o	—	—	—	o	—	—	—	o	g	—	g	—	—	—	—
3.	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	o	g	—	—	—	—	—
4.	tr	o	—	—	g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	—	tr	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	o	—	—	—	—	—	gelb
6.	—	tr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	—	„
7.	—	tr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	g	—	—	—	„
8.	—	—	—	tr	—	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	grünlich-gelb
9.	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	—	bläulich-grün
10.	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	grünlich-gelb
11.	—	—	tr	—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	grünlich-gelb
12.	—	—	—	tr	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gelb
13.	—	—	—	tr	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
14.	—	—	tr	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	„
15.	—	—	—	tr	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	grün
16.	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	gelb
17.	—	tr	o	—	g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	gelblich-grün
18.	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	g	—	gelb
19.	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	—	o	g	—	—	—	—	gelb

Zeichenerklärung: tr = trübe, Eiweiß noch nicht vollkommen gefällt; o = klar, Eiweiß gefällt; g = gelb, Überschuß von Eisenoxyd.

Tabelle IV. Frauenmilch mit 30% Kuhmilch verfälscht.
tr=trübe, Eiweiß noch nicht vollkommen gefällt; o=klar, Eiweiß gefällt;
g=gelb, Überschuß von Eiweiß.

Probe- Nr.	Menge des zugesetzten dialysierten Eisenoxys in ccm																			Reduktions- farbe
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	
1.	—	—	tr	—	—	o	—	o	—	—	—	—	—	—	o	—	g	—	—	—
2.	—	—	tr	—	o	—	—	o	—	—	—	—	—	o	g	—	—	—	—	—
3.	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	o	g	—	—	—	—	—
4.	tr	o	—	—	o	—	g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	—	—	tr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	g	—	—	grünlich-gelb
6.	—	tr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	g	—	—	"
7.	—	tr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	g	g	—	—	"
8.	—	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	grün
9.	—	—	—	—	tr	—	—	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	bläulich-grün
10.	—	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	grün
11.	—	—	tr	—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	"
12.	—	—	—	tr	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	"
13.	—	—	—	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	—	grünlich-gelb
14.	—	—	—	tr	—	—	o	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	—	"
15.	—	—	—	tr	—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—	—	—	grün
16.	—	—	—	tr	—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	"
17.	—	tr	o	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	bläulich-grün
18.	—	tr	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	g	—	—	—	gelb
19.	—	—	tr	—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o	g	—	—	—	gelb-grün

Mengen des Fällungsmittels nötig sind, um gerade einen Überschuß zu erzielen. Ist diese Abgrenzung bei Frauenmilch, Kuhmilch und bei Frauenmilch-Kuhmilch-Mischungen vorgenommen, dann läßt sich aus der Menge des zugesetzten Eisenoxys, aus der gelben Farbe des Filtrats und unter Zuhilfenahme der Reduktionsfarbe die Verfälschung feststellen.

Die vorstehenden Tabellen zeigen die maximalen Mengen des dialysierten Eisenoxys an, welche erforderlich sind, um in 10 ccm Frauenmilch, Kuhmilch usw. das Eiweiß quantitativ zu fällen bzw. eben einen Überschuß zu erzeugen. Für Frauenmilch (Tabelle I) liegt die Höchstgrenze zwischen 5 und 6, in weitem Abstände davon bewegt sich die Grenze für Kuhmilch (Tabelle II) zwischen 29 und 34, für die mit 20 bzw. 30% Kuhmilch vermischte Frauenmilch (Tabelle III und IV) beträgt die Maximalmenge 9—10 und für die Frauenmilch-Wassermischung (Tabelle V) liegt die Grenze zwischen 3 und 4. Allerdings sind diese Grenzen keine feststehenden, sie schwanken ab und zu nach oben und unten. So gibt es z. B. Kuhmilchproben, die über 35 ccm Eisenoxyd*) pro 10 ccm Milch zur quantitativen Eiweißausfällung

*) Die Eisenlösung (Ferrum oxydatum dialysatum liquid. Merck bzw. Liquor ferri oxychlorati dialysati des D. A. B. V.) soll ein spezifisches Gewicht von

bzw. bis zum Überschuß verbrauchen. Eine derartige Milch würde, zur Frauenmilch zugesetzt, die Fällungsgrenze des Gemisches über 10 hinaus verschieben. Vor einem Irrtum schützt aber in solchen Fällen die Reduktionsfarbe.

Der Gang der Untersuchungen würde sich nun folgendermaßen abspielen: Je 10 ccm der vorliegenden Milch verdünnt man in einem 50-ccm-Meßkölbchen mit 30 ccm Wasser, fügt, am besten aus einer Bürette, tropfenweise und unter Umschütteln Eisenoxyd hinzu, füllt bis zur Marke auf und filtriert durch ein trockenes Filter. Man fängt z. B. mit 3 ccm an, fügt das zweitemal 6, das dritte 8 ccm hinzu und sieht zu, welche Menge an Eisen ein gelbes Filtrat liefert. Von derjenigen Probe, die bis zur Erzielung eines klaren bzw. gering getrübten

Tabelle V. Frauenmilch mit 20% bzw. 30% Wasser.
tr = trübe, Eiweiß noch nicht vollkommen gefällt; o = klar, Eiweiß gefällt; g = gelb; Überschuß von Eisenoxyd.

Probe-Nr.	Menge des zugesetzten dialysierten Eisenoxyds in ccm								Reduktionsfarbe
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	
1.	—	tr	—	—	o	—	g	—	—
2.	—	o	—	—	—	—	o	g	blau-grün
3.	tr	—	—	—	o	g	—	—	grünlich - blau
4.	o	—	—	—	o	—	g	—	grün
5.	o	—	—	—	o	og	—	—	grünlich - blau
6.	tr	o	—	—	—	—	g	—	grünlich - blau
7.	tr	o	—	—	—	—	g	—	—
8.	—	—	—	o	g	—	—	—	blau
9.	o	—	—	—	o	—	g	—	grünlich - blau
10.	o	—	o	—	—	—	—	—	blau

Filtrates am wenigsten Eisen verbrauchte, wird mit 3 ccm des Filtrats die Reduktionsprobe ausgeführt und die Reduktionsfarbe festgestellt.

Das Resultat ergibt sich aus der Tabelle VI. Diese ist allerdings kurz schematisch zusammengestellt und enthält nur die typischen Verfälschungsgruppen. Andere Verfälschungsformen lassen sich nicht schwer aus der Tabelle herausfinden. So wird sich bei einer Verfälschung der Frauenmilch mit sehr wenig Wasser und viel Kuhmilch die Reduktions-

1,043—1,047 und einen Eisengehalt von 3,3—3,6% Fe aufweisen. Das Präparat muß unter gutem Verschuß und unter genügendem Schutz gegen Tageslicht und Sonne an einem kühlen Ort aufbewahrt werden. Aber selbst unter Einhaltung dieser Vorsichtsmaßregeln tritt bei längerem Stehen eine Zersetzung bzw. Gehaltsverminderung an Fe ein. Deshalb ist dringend anzuraten, möglichst frische Lösungen zu verwenden und sie nach Möglichkeit direkt von der Fabrik (Merck) zu beziehen. Genügen z. B. von einer älteren Eisenlösung für reine Kuhmilch nicht 40 und für reine Frauenmilch nicht 7 ccm zum Überschuß, dann verwerfe man sie lieber und verwende ein frisches Präparat.

farbe mehr der unter Nr. 2 angegebenen und schließlich der der reinen Kuhmilch (blau) nähern, während die Menge des bis zum Überschuß anzuwendenden Eisenoxyds der unter Nr. 2 verzeichneten entsprechen wird. Liegt dagegen lediglich eine Verwässerung vor, dann wird zwar die Reduktionsfarbe grünlich-blau ausfallen, scheinbar also auf eine Kuhmilch hinweisen, aber die Eisenoxydmenge wird wegen des verminderten Eiweißgehaltes unter 4 sinken. Oder nehmen wir z. B. an,

Tabelle VI.

Nr.	Anzahl der zugesetzten cem Eisenoxyd zu 10 cem Milch, bis das Filtrat gelb gefärbt ist	Reduktionsfarbe	Resultat
1	5—6	gelb bis braun	reine Frauenmilch
2	über 9	grünlich-gelb b. gelbl.-grün	Kuhmilchzusatz
3	unter 4	blau bis grünlich-blau	Wasserzusatz

daß von einer Milch je 10 cem mit 4 bzw. 5 bzw. 8 cem ein farbloses, mit 8,5 ein hellgelbes mit 9 ein deutlich gelbes Filtrat liefern, so kann das auf eine Kuhmilchverfälschung, aber daneben auch auf eine Verwässerung hindeuten. Wir führen nun mit 3 cem des Filtrates derjenigen Probe, die 4 cem Eisen verbraucht hatte eine Reduktion aus, die Reduktionsfarbe ist bläulich-grün. Also handelt es sich um eine mit Kuhmilch und Wasser verfälschte Milch. Bei reinem Kuhmilchzusatz wäre nämlich die Reduktionsfarbe gelblich-grün ausgefallen, der bläuliche Ton würde fehlen. Noch andere Modifikationen ließen sich natürlich anführen, ich begnüge mich aber mit der Andeutung. Von einer Ausprobierung ausgeklügelter, „analysenfester“ Verfälschungsformen habe ich abgesehen. Sie kommen kaum vor, wären übrigens durch geschicktes Interpolieren aufzudecken. Für den gewöhnlichen Gebrauch in Säuglingsheimen usw. wird die kombinierte Methode rasch und bequem zum Ziele führen.

Zusammenfassung.

Die Eigenschaft des hohen Milchzucker- und niedrigen Eiweißgehaltes der Frauenmilch wird zur Erkennung einer Frauenmilchverfälschung herangezogen. Aus dem Farbenton, der bei der Reduktion einer Kupferlösung durch den Milchzucker des Lactoserums entsteht, und aus der zur quantitativen Ausfällung des Eiweißes nötigen Menge Eisenoxyds wird geschlossen, ob und was für Verfälschung vorliegt.

Literaturverzeichnis.

¹⁾ Umikoff, Jahrb. f. Kinderheilk. **42**, 356. 1896. — ²⁾ Moro, Münch. med. Wochenschr. 1912, S. 2553. — ³⁾ Tugendreich, B.rl. klin. Wochenschr. 1911, S. 224. — ⁴⁾ Bauer, Monatschr. f. Kinderheilk. **11**, 474. 1913. — ⁵⁾ Bang, Bioch. Zeitschr. **2**, 271. 1907; **11**, 538. 1908 und **32**, 443. 1911.

Charlottenburg, Kaiserin Auguste Viktoria-Haus.