Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände.

Heft 9.

1. November 1914.

Band 28.

Über den Eisengehalt der Kuhmilch.

Von

F. E. Nottbohm und G. Dörr.

Mitteilung aus dem Staatlichen Hygienischen Institut in Hamburg.

[Eingegangen am 12. Juli 1914.]

Ältere Autoren, die sich mit der Zusammensetzung der Milch asche beschäftigt haben, begnügen sich in bezug auf das Eisen mit der Feststellung, daß es nur in Spuren vorhanden sei. Mit dem steigenden Interesse, welches man dem Eisen in der physiologischen Chemie entgegenbrachte und mit dem gleichzeitigen Ausbau der analytischen Methoden werden zahlenmäßige Angaben über den Eisengehalt der Milch häufiger. Da dessen Höhe jedoch in den Originalabhandlungen in der verschiedensten Weise zum Ausdruck gebracht wird, sind in der vorliegenden Arbeit des besseren Vergleichs halber sämtliche Werte auf Eisenoxyd in 100 ccm oder 100 g Milch bezogen.

Eine quantitative Bestimmung von Eisen in Milch ist zuerst in einer Inauguraldissertation von Schwarz¹⁾ erwähnt. Danach sollen in 100 g Milch 1,69 mg Eisenoxyd vorhanden sein. 30 Jahre später ermittelte Haidlen²⁾ für dieselbe Menge Milch 3,7 mg Eisenoxyd. R. Weber³⁾ gibt den Anteil der Milch asche an Eisenoxyd zu 0,33 % an. Bei Annahme von 0,80 % Asche würden demnach 100 ccm Milch 2,64 mg Eisenoxyd enthalten. Die Angaben, welche Marchand⁴⁾ über den Eisengehalt macht, entsprechen 0,96 mg Eisenoxyd in 100 g Milch. Eingehender befaßte sich Bunge⁵⁾ im Rahmen seiner Untersuchungen über die Assimilation des Eisens mit dessen Vorkommen in der Milch verschiedener Tierarten; er fand für 100 ccm Kuhmilch 0,35 mg Eisenoxyd. Nach Mendes de Leon⁶⁾ sind in 100 g Milch 0,58 mg Eisenoxyd vorhanden. B. Anselm⁷⁾ fand Werte, die sich zwischen 0,12 und 0,15 mg Eisenoxyd bewegen. An die Arbeit von Bunge knüpft Abderhalden⁸⁾ an. Der von ihm gefundene Wert von 0,31 mg Eisenoxyd in 100 ccm Milch kommt bei Annahme von 12 % Trockensubstanz dem von Bunge ermittelten sehr nahe. Friedjung⁹⁾ fand 0,17—0,37 mg Eisenoxyd. Ohne der Eisenbestimmung besondere Sorgfalt zuzuwenden, gibt August Trunz¹⁰⁾ in seiner Arbeit über die

¹⁾ Inaug.-Diss. 1813; Arch. f. Hyg. 1887, 7, 286.

²⁾ Annalen d. Chem. u. Pharmazie 1843, 45, 263.

³⁾ Poggendorff's Annalen 1850, 81, 402.

⁴⁾ Annales de chimie et physique 1866, 8, 320; Arch. f. Hyg. 1887, 7, 286.

⁵⁾ Zeitschr. f. Biologie 1874, 10, 295.

⁶⁾ Arch. f. Hyg. 1887, 7, 286.

⁷⁾ Verhandlungen der physikalisch-medizin. Gesellsch. zu Würzburg 1894, N. F. 28, 123.

⁸⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 39, 218, Anmerkung.

⁹⁾ Molkerei-Zeitung 1901, 11, 245; Biochem. Zeitschr. 1912, 38, 14.

¹⁰⁾ Zeitschrift f. physiol. Chem. 1903/04, 40, 297.

mineralischen Bestandteile der Milch den Eisenoxydgehalt der Asche zu 0,25 bis 0,50 % an. Die Arbeit von W. Glikin¹⁾ soll nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Seine auffallend hohen Werte von 6,8—9,8 mg Eisenoxyd für 100 g Milch sind offenbar auf die Arbeitsweise und die Anordnung der Versuche zurückzuführen. Beispielsweise wurde die Milch mit 9,8 mg Fe_2O_3 zunächst im Separator in Magermilch und Rahm getrennt, wodurch leicht eine Erhöhung des Eisengehaltes staftgefunden haben kann. v. Soxhlet²⁾ hat bereits diese Zahlen als „ganz unmöglich“ hingestellt. Während die von den bisher genannten Autoren angegebenen Eisenwerte offenbar sämtlich aus gewichtsanalytischen Bestimmungen hervorgegangen sind und daher, wie von Nottbohm und Weißwange³⁾ ausgeführt worden ist, auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben können, sind seit dem Jahre 1910 ausschließlich empfindlichere titrimetrische bzw. colorimetrische Verfahren zur Anwendung gelangt. Auf titrimetrischem Wege fanden Fendler, Frank und Stüber⁴⁾ 0,4 bis 1,2 mg und F. Edelstein und F. v. Csonka⁵⁾ 0,04 - 0,10 mg Eisenoxyd in 100 ccm Milch.

Bei verschiedenartiger Anwendung der bekannten colorimetrischen Eisenbestimmung mit Hilfe von Rhodan ammonium ermittelten Mai⁶⁾ 0,14 mg, Hilary, Lachs und H. Friedenthal⁷⁾ 0,19 mg und v. Soxhlet²⁾ 0,025—0,12 mg Eisenoxyd in 100 ccm Milch.

Die aufgeführten Angaben über den Eisengehalt der Kuhmilch zeigten demnach Werte, die zwischen 0,025 und 3,7 mg für 100 g bzw. 100 ccm Milch liegen. Die höchsten Zahlen und zwar nahezu 1 mg und darüber finden sich fast ausschließlich in den älteren Mitteilungen. Wenn auch schon Bunge wesentlich niedrigere Angaben macht, so bieten doch erst die in den letzten Jahren veröffentlichten Eisenbestimmungen größeres Interesse.

Mai kam es offenbar nicht darauf an, die absoluten Eisenmengen in der Milch festzustellen, sondern nur eine etwaige Erhöhung durch Verfüttern von Eisenzucker. Er begnügte sich deshalb mit der direkten colorimetrischen Bestimmung nach Zusatz von Rhodan ammonium. Nach Mai's eigener Ansicht können die auf diese Weise erhaltenen Zahlen nur relativen Wert haben. Die Gründe hierfür sind in der Arbeit von Nottbohm und Weißwange eingehend erörtert worden. Hier wurde gleichzeitig nachgewiesen, daß auch die von Fendler, Frank und Stüber angewendete Methode der Titration mit $\frac{1}{20}$ N.-Permanganatlösung wegen der äußerst geringen Eisenmengen, die in der Milch vorkommen, nur annähernde Werte liefern kann.

Lachs und Friedenthal bedienten sich für die Eisenbestimmung in Milch eines Verfahrens, das wegen der geringen Menge des zu verarbeitenden Materials und der damit verbundenen Schnelligkeit der Ausführung zweifellos große Vorzüge besitzen würde. Sie geben aber für ihre Methode nur eine einzige Beleganalyse an, nach welcher, wie bereits erwähnt, 0,19 mg Fe_2O_3 in 100 ccm Milch gefunden wurde. Zum Beweise für die Richtigkeit dieses Wertes und damit für die Verwendbarkeit der Methode wurden gleichzeitig 500 ccm Milch verascht und nach entsprechender

¹⁾ Biochem. Zeitschr. 1909, **21**, 348.

²⁾ Münch. med. Wochenschr. 1912, **59**, 1529.

³⁾ Diese Zeitschrift 1912, **23**, 514.

⁴⁾ Diese Zeitschrift 1910, **19**, 269.

⁵⁾ Biochem. Zeitschr. 1912, **33**, 14.

⁶⁾ Diese Zeitschrift 1910, **19**, 22.

⁷⁾ Biochem. Zeitschr. 1911. **32**, 130.

Behandlung der Asche das Eisen mit $\frac{1}{50}$ N.-Permanganatlösung titriert. Es ist aber bereits bei der Besprechung der Arbeitsweise von Fendler, Frank und Stüber gezeigt worden, daß sich auf diese Weise keine genauen Werte erzielen lassen. Edelstein und v. Csonka bestimmten zunächst auf jodometrischem Wege den Eisengehalt, wobei in der Milch von 7 Kühen 0,04—0,10 mg Fe_2O_3 für 100 ccm ermittelt wurden. Später haben diese Autoren auch nach dem Verfahren von Lachs und Friedenthal gearbeitet und bei direkt ins Glas gemolkener Milch von Tieren aus zwei größeren Stallungen 0,04—0,17 mg Fe_2O_3 in 100 ccm Milch gefunden, mithin ganz beträchtlich weniger als Lachs und Friedenthal selbst.

Die von ihnen nach beiden Verfahren erhaltenen Eisenwerte liegen demnach zwischen 0,04 und 0,17 mg und schließen sich eng den später von v. Soxhlet erhaltenen an. Da v. Soxhlet die angekündigte Veröffentlichung des Untersuchungsverfahrens bis heute offenbar nicht ausgeführt hat, so erschien es angezeigt, bevor Fütterungsversuche in Angriff genommen wurden, zunächst noch einmal eine größere Anzahl von Milchproben aus verschiedenen Stallungen auf ihren Eisengehalt zu prüfen¹⁾. Bei Anwendung der Methode von Nottbohm und Weißwange wurde an der früher vorgeschlagenen Arbeitsweise, abgesehen von der Verwendung von durchsichtigen Quarzglaskölbchen für die Verbrennung der organischen Eisenverbindung, nichts geändert. Die erhaltenen Werte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle I.

No.	Tag der Entnahme	Spezifisches Gewicht	Fett %	Fettfreie Trocken- substanz %	Asche g in 100 ccm	Fe_2O_3	
						mg in 100 ccm	in % der Asche
1	17. IV. 13	1,0338	3,05	9,32	0,79	0,05	6,3
2	17. IV. 13	1,0363	3,75	10,09	0,88	0,05	5,7
3	17. IV. 13	1,0335	3,60	9,36	0,88	0,03	3,4
4	2. II. 14	1,0288	3,55	8,17	0,78	0,05	6,4
5	2. II. 14	1,0329	2,65	9,02	0,82	0,04	4,9
6	2. II. 14	1,0320	3,30	8,92	0,72	0,05	6,9
7	2. II. 14	1,0314	4,85	9,08	0,92	0,07	7,7
8	4. II. 14	1,0319	3,70	8,98	0,77	0,05	6,5
9	4. II. 14	1,0332	5,30	9,62	0,80	0,07	8,8
10	4. II. 14	1,0319	3,80	9,00	0,78	0,05	6,4
11	4. II. 14	1,0312	4,65	8,99	0,86	0,06	7,0
12	6. II. 14	1,0323	3,50	9,04	0,77	0,04	5,2
13	6. II. 14	1,0329	4,20	9,33	0,80	0,04	5,0
14	6. II. 14	1,0314	4,80	9,07	0,85	0,06	7,0
15	10. II. 14	1,0273	3,55	7,79	0,84	0,05	5,9
16	10. II. 14	1,0323	3,40	9,02	0,72	0,04	5,6
17	13. II. 14	1,0335	4,40	9,52	0,85	0,05	5,9
18	13. II. 14	1,0347	3,70	9,68	0,80	0,05	6,3
19	21. II. 14	1,0297	6,20	8,93	1,03	0,13	12,6
20	24. II. 14	1,0303	4,60	8,76	0,95	0,12	12,6
21	19. III. 14	1,0310	5,70	9,34	0,92	0,09	9,8
22	19. III. 14	1,0350	8,00	11,46	1,19	0,10	8,4

¹⁾ Infolge Ausscheidens von W. Weißwange aus dem Staatlichen Hygienischen Institut konnte dieser sich an den s. Z. in Aussicht gestellten Untersuchungen nicht mehr beteiligen.

Danach schwankt der Gehalt an Eisen, berechnet auf Fe_2O_3 , von 0,03 bis 0,13 mg für 100 ccm Milch und liegt im wesentlichen zwischen 0,03 und 0,07 mg. Bei den höheren Werten handelte es sich stets um Tiere, die am Ende der Lactation waren und zum Teil nur noch sehr wenig Milch lieferten. Die Kühe 19 und 20 waren allerdings gleichzeitig an eiteriger Mastitis erkrankt, sodaß es nicht ausgeschlossen erscheint, daß der höhere Eisengehalt hiermit in Zusammenhang steht. Schon Orla Jensen weist in seinem Lehrbuch: Grundriß der Milchkunde und Milchhygiene darauf hin, daß nicht völlig geheilte Entzündungsvorgänge, lokale Induration und ähnliche Änderungen des Eutergewebes, die Ausscheidung mancher Stoffe mit der Milch begünstigen können. Andererseits zeigten aber die Tiere 21 und 22, deren Milch einen Eisengehalt von 0,09 bzw. 0,10 mg Fe_2O_3 aufwies, keinerlei Krankheitserscheinungen. Es muß deshalb zunächst angenommen werden, daß der Eisengehalt gegen Ende der Lactation steigt. Vielleicht sind die von v. Soxhlet bei 3 von 26 Proben gefundenen verhältnismäßig hohen Werte von 0,10—0,12 mg auf die gleiche Ursache zurückzuführen.

Die nach dem Verfahren von Nottbohm und Weißwange erhaltenen Werte für den natürlichen Eisengehalt der Milch bewegen sich nahezu in den gleichen Grenzen, wie die durch Edelstein und von Csonka und durch v. Soxhlet veröffentlichten Befunde; es kann somit als erwiesen angesehen werden, daß der natürliche Eisengehalt der Milch sich in den angegebenen Grenzen bewegt.

Da unter Umständen auch die Frage der Aufnahme von Eisen durch die Milch aus rostigen Kannen eine Rolle spielen kann, wurde gleichzeitig eine Anzahl von Milchproben, wie sie von der Marktpolizei zur amtlichen Untersuchung eingeliefert wurden, auf ihren Eisengehalt untersucht. Über die erhaltenen Zahlen gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft.

Tabelle II.

No.	Tag der Untersuchung	Spezifisches Gewicht	Fett %	Fettfreie Trocken- substanz %	Asche g in 100 ccm	Fe_2O_3	
						mg in 100 ccm	in % der Asche
1	10. II. 13	1,0316	2,60	8,68	0,69	0,07	10,1
2	14. II. 13	1,0313	3,30	8,75	0,74	0,07	9,5
3	19. II. 13	1,0323	3,85	9,11	0,79	0,07	8,9
4	21. II. 13	1,0315	3,90	8,92	0,71	0,06	8,5
5	26. II. 13	1,0331	2,75	9,09	0,79	0,06	7,6
6	27. II. 13	1,0330	3,20	9,15	0,76	0,09	11,8
7	3. III. 13	1,0335	3,00	9,24	0,79	0,08	10,1
8	5. III. 13	1,0329	3,30	9,15	0,79	0,06	7,6
9	7. III. 13	1,0324	3,30	9,02	0,72	0,05	6,9
10	14. III. 13	1,0327	3,30	9,10	0,77	0,07	9,1
11	17. III. 13	1,0318	3,80	8,97	0,75	0,13	17,3
12	19. III. 13	1,0326	3,20	9,05	0,72	0,05	6,9

Aus der Zusammenstellung geht hervor, daß in keinem Falle ein höherer Eisengehalt gefunden wurde als bei den mit aller Vorsicht entnommenen Stallproben. Allerdings zeigt die Tabelle keine Werte von 0,03 und 0,04 mg Eisenoxyd. Ob

diese Tatsache als zufällig anzusehen ist, oder ob eine verschwindend geringe Aufnahme von Eisen beim Transport der Milch stattgefunden hat, ist unentschieden. Zu erklären wäre das Fehlen der genannten niedrigen Werte auch dadurch, daß bei einer Mischmilch naturgemäß die extremen Zahlen ausgeglichen werden.

Ein wesentlich anderes Bild lieferten die Untersuchungen von Edelstein und von Csonka. Sie fanden für Mischmilch und Marktmilch 0,92—2,19 mg Fe_2O_3 . Während bei einer Probe aus der Milchanstalt Viktoriapark die beträchtliche Zunahme an Eisen auf die Verwendung einer Melkmaschine zurückgeführt werden konnte, finden sich für die untersuchte Mischmilch aus den Stallungen des Kaiserin-Auguste Viktoria-Hauses und der Meierei Bolle keine diesbezüglichen Angaben, sodaß hier aller Wahrscheinlichkeit nach lediglich die übliche Behandlung der Milch (Durchsiehen, Kühlen, Aufbewahren in Blechkannen) für den hohen Eisengehalt verantwortlich zu machen ist.

Es muß verwundern, daß die Untersuchungen der Hamburger Marktmilch, von der man annehmen kann, daß sie einen längeren Transport in Blechkannen hinter sich hat als die Mischmilch aus der erwähnten Berliner Meierei, einen ganz normalen Eisengehalt ergab. Daß Eisenrost, wie er sich in Milchkannen findet, als Ursache für einen höheren Eisengehalt der Marktmilch in Frage kommt, dürfte unwahrscheinlich sein. Entweder müßte man ein langsames Auflösen von etwa vorhandenen Eisenoxyden annehmen; dann hätte aber bei der hiesigen Marktmilch vor allen Dingen eine Erhöhung des Eisengehaltes eintreten müssen. Oder aber es käme ein mechanisches Mitreißen von Rost in Frage; in diesem Falle würde man jedoch mit einem ganz erheblichen Hinaufschnellen des Eisengehaltes rechnen müssen. Die von Edelstein und v. Csonka als sicher hingestellte Tatsache, daß Mischmilch höhere Eisenwerte aufweist, als ins Glas gemolkene Milch, bedarf also zum mindesten noch weiterer Nachprüfung. v. Soxhlet's ist zwar ebenfalls der Ansicht, daß die gewöhnliche Handelsmilch infolge längerer Berührung mit Blechgerätschaften etwas eisenreicher ist als unter Vorsichtsmaßnahmen gemolkene Milch. Da aber der in Handelsmilch gefundene Gehalt an Eisenoxyd gleichfalls nur zu 0,075—0,110 mg angegeben wird, können v. Soxhlet's Befunde in diesem Sinne nicht als beweisend angesehen werden. Wir glauben vielmehr im allgemeinen auch für Marktmilch Eisenmengen annehmen zu können, die sich innerhalb der gleichen Grenzen bewegen, wie sie bei Stallproben sich finden. Die Möglichkeit jedoch, daß durch zufällige Verunreinigung vereinzelt höhere Werte auftauchen, muß natürlich offen gelassen werden.

Fütterungsversuche mit Eisenzucker.

Wiederholt ist die Frage geprüft worden, ob es möglich ist, den Eisengehalt der Milch künstlich zu steigern.

Nach C. O. Jensen¹⁾ liegt schon in dem Umstande, daß die Milch nur Spuren von Eisen enthält, der Beweis, daß Eisenverbindungen gewöhnlich nicht mit der Milch ausgeschieden werden. Er glaubt, daß selbst nach fortgesetzter Eingabe größerer Eisenmengen der Eisengehalt der Milch nicht zunimmt.

Tedeschi's²⁾ Versuche, bei milchenden Eselinnen den Eisengehalt durch Verfüttern von Eisen zu steigern, fielen sämtlich negativ aus.

Auch Friedrichs³⁾ konnte durch Verabreichen von Eisenphosphat an eine Ziege den Eisengehalt nicht erhöhen.

¹⁾ Grundriß der Milchkunde und Milchhygiene, Stuttgart 1903, 44.

²⁾ Archivio italiano di Pediatria 1890, 161; Jahrb. f. Kinderheilk. 1894, 38, 524.

³⁾ Diss. Würzburg, nach Jahresbericht für Tierchemie 1894, 186.

Baier¹⁾ fand bei Fütterung von Kühen mit Eisensalzen nur die in jeder Milch vorkommenden Eisenmengen und meint deshalb, daß die erwartete Anreicherung von Eisen in der Milch nicht stattgefunden zu haben scheint. Zu gleicher Ansicht kommt Mai auf Grund entsprechender Versuche.

v. Soxhlet gab in der Annahme, daß der größere Teil des Eisens in der Milch an Ölsäuren gebunden ist, einer Ziege längere Zeit hindurch zunehmende Mengen einer Emulsion von ölsaurem Eisen. Der Eisengehalt der Milch stieg aber, nachdem das Tier bereits 16 g Eisen erhalten hatte, nur von 0,04 bis auf 0,06 und 0,07 mg Fe_2O_3 , ein Zeichen, daß keine oder doch keine nennenswerte Aufnahme von Eisen stattgefunden hatte. Auch ein Versuch mit Darreichung von Hämoglobin, das besonders leicht assimilierbar sein soll, lieferte nach 7-tägiger Fütterungsdauer im wesentlichen das gleiche Ergebnis.

Schulte-Bäuminghaus²⁾ beobachtete allerdings bei seinen Fütterungsversuchen eine geringe prozentische Zunahme des Eisengehaltes.

Hosaeus³⁾ soll es gelungen sein, durch reichliche Beigabe von phosphorsaurem Eisenoxyd den Eisengehalt der Milch bei Kühen um 16 0/0, bei Ziegen sogar um 50 0/0 zu erhöhen.

Auch Liebreich und Bystrow⁴⁾ fanden, daß bei Verabreichung von Eisen der Eisengehalt der Milch um das Doppelte vermehrt wurde.

Ebenso widersprechend wie die Tierversuche sind die Angaben über die Wirkung der Darreichung von Eisenpräparaten an Frauen. Während Mendes de Leon keine künstliche Vermehrung des Eisengehaltes nachweisen konnte und auch Bahrdt und Edelstein⁵⁾ „eine Beeinflussung durch die Nahrung bei einer anämischen Frau, deren Kind nicht anämisch war, nicht erkennen“ konnten, vermochten diese dagegen „den Milcheisengehalt bei einer Frau, deren Kind anämisch war, durch Medikamente zu erhöhen.“

Es ist mithin nach den vorliegenden Angaben nicht von der Hand zu weisen, daß bei Verabreichung von Eisenpräparaten ein Übergang von Eisen in die Milch nachgewiesen sein würde, wenn man voraussetzen könnte, daß in die Genauigkeit der angewendeten Verfahren keine Zweifel zu setzen sind; denn wenn auch eine Erhöhung um 50 0/0 verhältnismäßig beträchtlich erscheint, so stellt der Nachweis einer solchen wegen der äußerst geringen Mengen des zu bestimmenden Eisens doch große Anforderungen an die Exaktheit der Methodik.

Während alle bisher genannten Forscher versucht hatten, durch Fütterung zu einem vermehrten Eisengehalt der Milch zu gelangen, schlug Luigi Giordani⁶⁾ einen anderen Weg ein. Er injizierte Kaninchen und Ziegen *Ferrum citricum* intramuskulär und will dadurch die Menge des in die Milch übergehenden Eisens auf das Doppelte bis Fünffache und noch mehr erhöht haben. Ob das in diesem Falle angewendete Verfahren der Eisenbestimmung einwandfrei war, ließ sich nicht nachprüfen, da die diesbezügliche Originalliteratur nicht zur Verfügung stand.

¹⁾ Jahresber. über die Tätigkeit des Nahrungsm.-Untersuchungsamtes für die Provinz Brandenburg im Jahre 1908, 12.

²⁾ Mitteilungen des landwirtschaftl. Instituts d. Universität Breslau 1902, 2, 25; Zeitschr. f. physiol. Chem. 1903/04, 40, 281.

³⁾ Nach v. Gohren, Naturgesetze der Fütterung S. 450; Zeitschr. f. physiol. Chem. 1903/04, 40, 281.

⁴⁾ Jahrb. f. Kinderheilk. 1898, 47, 10. Anmerkung.

⁵⁾ Nach Raudnitz und Grimmer, Monatsschr. f. Kinderheilk. XI, Referate, Heft 2.

⁶⁾ Revue mensuelle des maladies de l'enfance 1902; Münch. med. Wochenschr. 1912, 59, 1529.

Die widersprechenden Angaben über die Möglichkeit der künstlichen Erhöhung des Eisengehaltes der Milch gaben Veranlassung, an Hand der Methode von Nottbohm und Weißwange diese Frage durch Fütterungsversuche bei Kühen nochmals zu prüfen.

Zu dem Zwecke wurden 3 Tiere, die verschiedenen Lactationsperioden angehörten, mit Eisenzucker von etwa 10 % Eisengehalt gefüttert. Sie erhielten zunächst 14 Tage lang täglich 160 g Eisenzucker in Lösung und anschließend daran noch 8 Tage hindurch die gleiche Menge in Pulverform. Die bei den einzelnen Versuchstieren erhaltenen Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle III.

Kuh A.

Tag der Untersuchung	Spezifisches Gewicht	Fett %	Fettfreie Trocken- substanz %	Asche g in 100 ccm	Fe ₂ O ₃ mg in 100 ccm
6. II. 14	1,0329	4,20	9,33	0,80	0,04
10. II. 14	1,0332	3,70	9,30	0,77	0,03
11. II. 14	1,0318	4,10	9,03	0,77	0,03 ¹⁾
13. II. 14	1,0331	3,80	9,30	0,80	0,04
16. II. 14	1,0322	4,60	9,23	0,79	0,03
18. II. 14	1,0325	3,50	9,09	0,77	0,03
21. II. 14	1,0322	3,60	9,03	0,76	0,04
24. II. 14	1,0321	3,35	8,96	0,75	0,04
26. II. 14	1,0322	3,60	9,03	0,73	0,04
28. II. 14	1,0322	3,20	8,95	0,78	0,04
3. III. 14	1,0318	3,90	8,99	0,77	0,04

Kuh B.

6. II. 14	1,0323	3,50	9,04	0,77	0,04
10. II. 14	1,0324	3,50	9,06	0,79	0,04
11. II. 14	1,0320	3,65	8,99	0,80	0,03 ¹⁾
13. II. 14	1,0333	3,30	9,25	0,77	0,03
16. II. 14	1,0320	4,05	9,07	0,82	0,05
18. II. 14	1,0326	3,75	9,16	0,82	0,04
21. II. 14	1,0330	3,60	9,23	0,80	0,03
24. II. 14	1,0322	3,70	9,05	0,78	0,05
26. II. 14	1,0333	3,70	9,33	0,78	0,04
28. II. 14	1,0326	3,60	9,13	0,80	0,04
3. III. 14	1,0339	3,45	9,43	0,79	0,05

Kuh C.

6. II. 14	1,0314	4,80	9,07	0,85	0,06
10. II. 14	1,0309	4,30	8,85	0,86	0,07
11. II. 14	1,0300	5,30	8,82	0,82	0,09 ¹⁾
13. II. 14	1,0317	4,65	9,12	0,88	0,07
16. II. 14	1,0312	3,90	8,84	0,89	0,08
18. II. 14	1,0301	2,80	8,35	0,91	0,08
21. II. 14	—	—	—	0,90	0,14

(in 100 g)

¹⁾ Beginn der Fütterung.

Kuh A, deren Milch vor dem Beginn der Fütterung 0,04 und 0,03 mg Fe_2O_3 aufwies, zeigte während der ganzen Fütterungsperiode die gleichen Werte.

Ganz ähnlich verhielt sich die Milch des Versuchstieres B. Sie hatte vor der Fütterung einen Eisengehalt von 0,04 mg und schwankte während des Versuches zwischen 0,03 und 0,05 mg. In beiden Fällen hat demnach durch fortgesetzte Verabreichung beträchtlicher Mengen von Eisenzucker eine Erhöhung des Eisengehaltes der Milch nicht stattgefunden.

Bei Kuh C konnte der Fütterungsversuch nicht bis zu Ende durchgeführt werden, da bei ihr die Milch bereits nach dem 21. Februar versiegt war. In diesem Falle war absichtlich ein Versuchstier gewählt worden, das dem Ende der Lactation bereits sehr nahe war, um die von einer Seite aufgestellte Behauptung zu prüfen, daß zwecks Vermehrung des Eisengehaltes der Milch bei Fütterung mit Eisenzucker nur solche Tiere in Frage kommen können, die am Ende der Lactationsperiode stehen.

Die Milch dieses Versuchstieres enthielt vor der Fütterung bereits 0,06 und 0,07 mg Fe_2O_3 in 100 ccm.

Sieht man von der letzten Probeentnahme am 21. Februar ab, so schwankte der Eisengehalt während der Fütterungszeit zwischen 0,07 und 0,09 mg. Zu bemerken ist allerdings dabei, daß das Versuchstier bei Beginn der Fütterung nur noch $1\frac{1}{4}$ l Milch lieferte und daß diese geringe Menge bis zum 18. Februar auf 350 ccm herabgesunken war.

Die am 21. Februar entnommene Probe hatte bereits eine schleimige Beschaffenheit und verdiente die Bezeichnung Milch nicht mehr.

Der Eisengehalt betrug am letzten Tage 0,14 mg. Mithin ist in diesem Falle ohne Zweifel ein Ansteigen des Eisengehaltes festgestellt worden, eine Erscheinung, welche, gestützt auf die in Tabelle I angegebenen Befunde, zwanglos durch die allgemein sich zeigende Erhöhung des Eisengehaltes der Milch gegen Ende der Lactation ihre Erklärung findet.

Die Berechtigung eines Patentes¹⁾, das im Jahre 1907 einem Tierarzt auf die Vermehrung des natürlichen Eisengehaltes der Milch durch Verfüttern von Maismehl und Eisenzucker erteilt wurde, dürfte demnach angezweifelt werden müssen. Die durch das Verfahren in Aussicht gestellte Erhöhung auf das 9- und selbst 30-fache des ursprünglich vorhandenen Eisens ist nach den angestellten Fütterungsversuchen nicht zu erzielen.

Die Ergebnisse vorliegender Arbeit lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

Der natürliche Eisengehalt der Kuhmilch liegt, auf Eisenoxyd berechnet, zwischen 0,03 und 0,13 mg in 100 ccm. Die meisten Werte bewegen sich in den Grenzen von 0,03 und 0,07 mg.

Gegen Ende der Lactationsperiode steigt der Eisengehalt.

Eine Erhöhung des Eisengehaltes bei Entzündungsvorgängen im Eutergewebe (Mastitis usw.) ist nicht sicher festgestellt.

Der Eisengehalt der Hamburger Marktmilch liegt innerhalb der Grenzen, die für Stallproben ermittelt wurden.

Durch Füttern von Eisenzucker kann bei Kühen der natürliche Eisengehalt der Milch nicht gesteigert werden.

¹⁾ Münch. med. Wochenschr. 1912, 59, 1529.