

## I.

# Ueber einige Veränderungen der Kuhmilch in deren Zusammensetzung und Nahrungs- werth während der ersten Melkzeit.

Von

Dr. Friedr. Crusius.

Bei einer Reihe von Fütterungsversuchen, die ich seit Oktober vor. Jahres über die unterschiedlichen Wirkungen eines längeren oder kürzeren Genusses der Muttermilch auf Wachsthum und Eigenschaften der Kälber anstellte, bemerkte ich die auffallende Verschiedenheit der Milch im Nähreffect je nach dem Alter der jungen Thiere. Ich versuchte daher diese sehr regelmässigen Veränderungen im Nahrungswerthe der Milch mit denen ihrer chemischen Zusammensetzung zu vergleichen und liess den Fütterungsversuchen eine Reihe von Analysen der betreffenden Milchsorten zur Seite gehen. Diese Untersuchungen begann ich unmittelbar nach der Geburt der Kälber und setzte dieselben so lange fort, bis die mehr und mehr constant werdende Zusammensetzung der Milch bekundete, dass die specifischen Eigenschaften der „Muttermilch“ denen der normalen Kuhmilch den Platz räumten.

Bei diesen Analysen beschränkte ich mich auf Bestimmung der festen Stoffe überhaupt, der Butter, des Zuckers und Albumins. Leider behinderte mich der Mangel an Zeit, den Salzgehalt regelmässig mit zu bestimmen.

Die Summe der festen Stoffe wurde nach Haidlen durch Eindampfen der Milch mit gepulvertem krystalli-

sirten Gyps im Wasserbade und nachheriges Trocknen bei 100° ermittelt.

Durch Extrahiren der trocknen Substanz mit Aether wurde der Buttergehalt bestimmt, der Milchzucker voluminometrisch mittelst der Fehling'schen Lösung von weinsaurem Kupferoxydnatron, die ich vorher empirisch mit umkrystallisirtem Milchzucker titirt hatte. Die dazu erforderlichen klaren Molken bereitete ich durch Fällen der Proteinstoffe und des Fettes mittelst Essigsäure, Erhitzen und nachheriges Filtriren. Bei dieser Milchzuckerbestimmung erfolgte beim Colostrum unmittelbar nach der Geburt zuweilen gar keine Reduction des Kupferoxyds und wo eine solche erfolgte, war sie wenigstens sehr gering. In allen diesen Fällen färbte sich die kochende Kupferlösung beim Zusatz der Molken intensiv dunkelviolett. Diese Färbung verlor sich mit jedem Tage in demselben Grade, als mehr Kupferoxyd reducirt wurde, bis sie endlich am 5 — 6. Tage ganz verschwunden war, wo auch die zur Reduction von 10 C. C. Kupferlösung nöthige Menge Molken nicht mehr abnahm und sich der gewöhnliche normale Gehalt der Milch an Milchzucker herausstellte. Vielleicht rührte diese Färbung von noch gelösten Proteinstoffen her.

Auffallend war mir der hohe Gehalt der Milch an dem weder durch Lab noch durch Essigsäure bei 40° C. fällbaren albuminartigen Proteinkörper, der auch, wie bekannt, in der normalen Milch, wenn auch nur sehr untergeordnet, auftritt. Im ersten Colostrum war er fast durchgängig in solcher Menge vorhanden, dass die ganze Milch beim Kochen gerann. Seine Eigenschaften im Colostrum waren folgende: er war durch Essigsäure oder Lab bei 30—40° C. nicht, wohl aber durch Erhitzen bis auf 70—80° fällbar. Wo er in bedeutenderer Menge auftrat, wie im Colostrum der ersten Melktage, gerann er nur beim langsamen Erhitzen der nur schwach sauren Lösung in Form einer durchsichtigen Gallerte, hingegen flockig beim schnelleren Erhitzen mit Salzsäure. Auch aus kalten Lösungen schied er sich bei Zusatz von Salzsäure in dicken Flocken ab, die sich beim Umrühren in der Flüssigkeit vertheilten und

dieselbe in eine durchsichtige Gallerte verwandelten. Dasselbe geschah beim Zusatz von absolutem Alkohol. Später, etwa am 6—10. Tage nach der Geburt, verschwand diese Gerinnungsweise und er schied sich flockig, wie Eiweiss beim blossen Kochen, aus. Sollte vielleicht der vielfach beobachtete hohe Salzgehalt des Colostrums mit den darin enthaltenen Proteinstoffen Alkaliverbindungen herbeiführen, wodurch diese dem Verhalten der Alkalialbuminate so ähnliche Gerinnungsweise herbeigeführt würde?

Für meine Zwecke war es gleichgültig, diesem Coagulum den Namen Casein oder Albumin beizulegen. Ich begnügte mich daher mit der Beobachtung, dass durch Lab oder Essigsäure bei 30—40° ein Theil des Proteingehaltes der ersten Milch gefällt wurde, während ein anderer Theil gelöst blieb, der sich erst beim Kochen des Filtrates ausschied. Ich versuchte nun in der angegebenen Weise den so beschaffenen Proteinkörper, den ich der Kürze wegen schlechthin Albumin nennen will, quantitativ zu bestimmen. Zuerst fällte ich bei einer Temperatur von 30—40° das Casein mit wenig Essigsäure, wodurch das Fett mit auf dem Filter blieb. Das Filtrat wurde gekocht und auf einem gewogenen Filter das Albumin gesammelt. Im Colostrum der ersten Tage schied sich, wie schon gesagt, das vermeintliche Albumin beim blossen Kochen nicht aus, ich musste daher nach Entfernung des Caseins Salzsäure oder absoluten Alkohol zusetzen. Letzteren wandte ich gewöhnlich an, bis sich (etwa am 6. Tage) die ganze Menge durch blosses Kochen ausschied, was die Prüfung einer Probe des jedesmaligen Filtrats mit Salzsäure anzeigte.

Die Resultate dieser Analysen sind in folgenden Tabellen zusammengestellt. Die Versuchsnummern in den Ueberschriften derselben beziehen sich auf die weiter unten angeführten Fütterungsversuche.

*Milch von Versuch 5 (schlechte Melkkuh).*

Tag nach d. Kalben.	Trockne Substanz.	Wasser.	Butter.	Zucker.	Albumin.
unmittelbar n. d. K.	38,4	61,6	8,4	0	15,5
1. Tag	30,1	69,9	5,9	0,2	13,7
2. Tag	23,1	76,9	6,2	0,9	10,9
3. Tag	15,3	84,7	4,0	2,5	8,6
4. Tag	14,9	85,1	4,5	3,6	5,1
5. Tag	13,7	86,3	3,7	3,9	3,4
6. Tag	12,9	87,1	3,0	4,3	2,0
7. Tag	12,5	87,5	2,5	4,2	2,1
8. Tag	12,7	87,3	3,1	4,5	1,7
14. Tag	12,6	87,4	2,5	4,3	1,6
21. Tag	12,1	87,9	2,3	4,6	0,9
28. Tag	12,4	87,6	2,6	4,4	0,7

Farbe des Colostrums dunkelgelb bis braungelb. Consistenz so zähe, dass es kaum aus dem Glase floss. Nach einstündigem Stehen hatte es sich mit einer fast hornartigen Decke überzogen. Nach eintägigem Stehen zeigte es im 100-theiligen Rahmmesser 65 p. C. scheinbaren Rahmes.

*Milch von Versuch 6.*

unmittelbar n. d. K.	15,9	84,1	3,1	0,5	5,3
1. Tag	13,6	86,4	2,5	2,1	4,9
2. Tag	13,1	86,9	2,2	3,4	2,7
3. Tag	12,4	87,6	1,9	3,8	2,8
4. Tag	11,5	88,5	0,9	3,9	2,3
5. Tag	11,6	88,4	1,0	4,5	1,9
6. Tag	11,3	88,7	1,7	4,4	1,2
7. Tag	11,5	88,5	2,4	4,8	0,9
8. Tag	12,0	88	2,9	4,7	0,8
16. Tag	11,5	88,5	2,6	4,8	0,5
21. Tag	11,7	88,3	2,5	4,6	0,3
30. Tag	11,2	88,8	2,3	4,8	0,3

*Milch von Versuch 7.*

unmittelbar n. d. K.	21,0	79,0	2,9	1,5	6,8
1. Tag	15,9	84,1	2,1	3,0	4,3
2. Tag	14,5	85,5	1,2	3,7	4,5
3. Tag	13,1	86,9	1,2	3,9	4,0
4. Tag	12,4	87,6	1,5	4,2	2,6
5. Tag	11,5	88,5	2,1	4,1	2,2
6. Tag	11,7	88,3	2,5	4,3	1,7
13. Tag	11,4	88,6	2,1	4,1	0,8
26. Tag	11,8	88,2	2,3	4,1	0,5

Farbe des Colostrums gelb. Es war fadenziehend, zeigte nach eintäg. Stehen 50 p. C. am 100-theil. Rahmmesser

*Milch von Versuch 8 (gute Melkkuh).*

Tag nach d. Kalben.	Trockne Substanz.	Wasser.	Butter.	Zucker.	Albumin.
unmittelbar n. d. K.	16,7	83,3	3,7	2,3	4,1
1. Tag	14,5	85,5	3,6	2,9	3,6
2. Tag	14,1	85,9	3,1	3,5	2,4
3. Tag	13,2	86,8	3,2	4,1	1,7
4. Tag	11,9	88,1	3,0	4,5	1,7
5. Tag	11,7	88,3	3,1	4,0	1,1
6. Tag	11,8	88,2	2,9	4,1	0,6
20. Tag	11,7	88,3	3,0	4,0	0,4

*Milch von Versuch 10 (gute Melkkuh).*

unmittelbar n. d. K.	14,2	85,8	2,5	2,9	4,7
1. Tag	13,1	86,9	2,5	3,5	2,9
2. Tag	12,5	87,6	2,1	4,1	2,0
3. Tag	11,6	88,4	2,7	4,5	2,0
4. Tag	11,7	88,3	3,1	4,5	1,7
5. Tag	11,4	88,6	2,8	4,2	1,9
6. Tag	11,4	88,6	3,2	4,1	1,0
8. Tag	11,2	88,8	2,4	4,3	0,8
15. Tag	11,3	88,7	2,6	4,6	0,5
21. Tag	11,7	88,3	2,3	4,3	0,4
29. Tag	11,5	88,5	2,9	4,3	0,3
35. Tag	11,3	88,7	2,7	4,5	0,4

Im Aeussern fast gleich mit normaler Milch, zeigte am Rahmmesser 23 Rahmprocente nach eintägigem Stehen und hatte beinahe den Geschmack normaler Milch.

*Milch von Versuch 7 (schlechte Melkkuh).*

unmittelbar n. d. K.	22,5	77,5	4,1	1,7	8,5
1. T. Abds.	18,9	81,1	4,0	2,2	6,3
2. T. früh	16,3	83,7	3,7	3,5	5,0
2. T. Abds.	15,9	84,2	3,5	3,5	4,4
3. T. früh	15,0	85,0	3,0	3,9	3,8
3. T. Abds.	14,5	85,5	3,3	4,3	3,0
4. T. früh	12,9	87,1	2,8	4,3	2,8
4. T. Abds.	12,7	87,3	2,5	4,5	2,2
5. T. früh	12,1	87,9	1,9	4,8	1,8
5. T. Abds.	12,6	87,4	1,7	4,7	1,9
6. Tag	12,5	87,5	2,3	4,7	2,0
7. Tag	13,0	87,0	2,8	4,6	1,9
14. Tag	12,6	87,4	3,0	4,5	1,3
21. Tag	12,5	87,5	2,7	4,8	0,6
28. Tag	12,6	87,4	2,5	4,5	0,6
35. Tag	12,9	87,1	2,8	4,5	0,6

Ehe ich einige Schlussfolgerungen aus diesen Analysen ziehe, muss ich vorausschicken, dass alle Kühe während der ganzen Versuchszeit vollkommen gleiches Futter bekamen, nämlich etwa 30½ Pfund Heuwerth in Form von Heu, Stroh, Spreu, Kartoffeln, Rüben, Rapschoten und Kleien, dass also bedeutende Differenzen in der Fütterung während der Versuchszeit nicht vorkamen, die man als Ursache der beobachteten Veränderungen in der Zusammensetzung der Milch ansehen könnte.

Es ergaben sich sonach folgende Beobachtungen aus beistehenden Analysen.

1) Der Gehalt an festen Bestandtheilen in der Kuhmilch war am grössten unmittelbar nach der Geburt, nahm überall ziemlich regelmässig ab bis zum 4—7. Tage nach der Geburt, von wo an er bis auf geringe Schwankungen constant blieb.

2) Ganz analog fiel der Gehalt an Butter von einem Maximum gleich nach der Geburt bis zu derselben Zeit (4—7. Tag n. ders.), um von da an mehr oder weniger constant zu bleiben\*), wenngleich er mehr, als die übrigen Milchbestandtheile, schwankend war, aber, wie es schien, nicht regelmässig\*\*).

---

\*) Dass der Buttergehalt auch der ganz normalen Kuhmilch ein sehr schwankender und namentlich die Abendmilch eine butterreichere ist, als die Morgenmilch, ist ja bekannt. Auch im Colostrum könnte man vielleicht die ebengenannte Thatsache beobachten. Denn in Versuch 7, wo ich in den 4 ersten Tagen die Früh und Abendmilch analysirte, konnte man beobachten, dass die Abnahme des Buttergehaltes von Früh bis Abends eine bedeutend geringere war, als von Abends bis zum nächsten Morgen. Es wäre also relativ die Abendmilch reicher an Butter gewesen, als die Morgenmilch. Jedoch ist dies nur eine einzige Beobachtung, aus der man wohl noch keinen Schluss zu ziehen berechtigt ist.

\*\*) Man darf hierbei nicht übersehen, dass der im Colostrum beobachtete hohe Buttergehalt mehr oder weniger nur scheinbar ist, da sein Abnehmen ziemlich gleichen Schritt hält mit dem Abnehmen des Gehalts an Trockensubstanz. Denn bezieht man ihn auf *trockne* Milch, so ist der Unterschied zwischen der Trockensubstanz des Colostrums und der der normalen Milch, was den Buttergehalt betrifft, nicht so bedeutend.

Auffallend ist es, dass im Versuch 6. vom 3—6. Tage, in Versuch 11. vom 2—4. Tage und Versuch 7. am 5. und 6. Tage eine bedeutende Verminderung des Buttergehaltes bemerkbar ist. Ob dies eine mehr regelmässige Erscheinung ist, kann wohl nicht gesagt werden, da sie bei den andern Versuchen nicht beobachtet wurde. Sie mag wohl theils in Beobachtungsfehlern, theils in einer individuellen Indisposition der Kühe ihren Grund haben.

3. Ergiebt sich die, wenn sie sich bestätigt, ziemlich wichtige Beobachtung, dass der Milchzucker unmittelbar nach der Geburt im Minimo vorhanden zu sein scheint (und zwar desto weniger, je höher der Gehalt der Milch an Trockensubstanz) und seine relative Menge bereits am 3—4. Tage constant zu werden, wenn anders nicht, was ich aber kaum glaube, die Reduction des Kupferoxyds in der *ersten* Milch durch andere Einflüsse verhindert worden ist, die vielleicht mit der oben erwähnten violetten Färbung der fraglichen Flüssigkeit im Zusammenhang stehen.

4. Die Summe der Proteinkörper kann natürlich aus diesen Analysen nicht genau berechnet werden, da ein Factor dazu fehlt, nämlich der Gehalt an Salzen. Wenn man aber wohl annehmen kann, dass der Salzgehalt im Colostrum nicht das Maximum von 4 p. C. übersteigt\*), so würde sich doch, da der durchschnittliche Gehalt der normalen Milch zu 0,8—0,9 p. C. angenommen werden kann, im Colostrum ein oft doppelt so hoher Gehalt an Proteinkörpern zusammen berechnen, als in der normalen Milch.

5. Der Gehalt an dem durch Kochen aus der casein-freien Lösung abscheidbaren albuminartigen Proteinkörper bildet wie es scheint einen Hauptfactor zur Vermehrung des gesammten Proteingehaltes der ersten Milch. Während die übrigen Bestandtheile der ersten Milch schon am 4—7. Tage nach der Geburt in ihrer relativen Menge constant werden, so nimmt der Gehalt an Albumin, wie es scheint, langsamer ab und wird erst in der 2—3. Woche, ja in

---

\*) Bei Versuch 5. und 7. habe ich den Gehalt an Salzen bestimmt gleich nach der Geburt und bei 5. 3,3 p. C., bei 7. 2,5 p. C. gefunden.

Versuch 7. sogar erst in der 4. Woche constant. Diese Erscheinung beobachtet man mehr oder weniger an allen den angeführten Analysen. Freilich sind wohl 6 Fälle noch nicht genug beweisend, dass überhaupt der Albumingehalt im Colostrum aller Kühe in dieser Weise auftrete. In den hier gemachten Beobachtungen scheint bei den Kühen, die ein Colostrum mit sehr hohem Gehalt an Trockensubstanz haben, der Albumingehalt (wie in Vers. 7.) langsamer abzunehmen, so dass er erst später constant wird.

6. Auffallend ist endlich auch die grosse Verschiedenheit im Colostrum verschiedener Kühe, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, und es scheint, als ob stark melkende Kühe ein weniger dickes Colostrum gäben, als Kühe von geringem Milchertrage. Freilich ist diese Beobachtung nur auf 2 Beispiele gegründet.

Mit mehr Sicherheit aber hat sich der von Ritt-  
hausen an Kühen von verschiedenen Racen beobachtete Satz, dass stark melkende Kühe eine wasserreichere (nämlich normale) Milch geben, als schwach melkende, auch dahin bestätigt, dass diese Eigenthümlichkeiten stark und schwach melkender Kühe auch bei derselben Race statt zu haben scheinen. Ich habe in dieser Hinsicht die Milch von 4 sehr gut und sehr schlecht melkenden Kühen untersucht und eine bedeutende Differenz im Gehalt an Trockensubstanz bemerkt.

Der Gehalt der Milch an Trockensubstanz von 2 Kühen, die täglich etwa 10—13 Kannen derselben lieferten, war nämlich zwischen 1 und 2 p. C. niedriger, als bei 2 Kühen, die 6—8 Kannen pro Tag lieferten.

Diese Analysen nun stellte ich, wie oben schon angegeben, in der Absicht an, um die aus den Fütterungsversuchen sich ergebenden Wirkungen der Milch mit der chemischen Zusammensetzung der letzteren in etwaigen Causalzusammenhang bringen zu können. Die Ergebnisse dieser Fütterungsversuche sind in beistehenden Tabellen zusammengestellt.



Vorher muss ich noch einiges über diese Versuche selbst und über die Einrichtung der Tabellen mittheilen.

4 Kälber (Versuch 1 — 4) erhielten die volle Milch ihrer Mütter *saugend* täglich in 3 Mahlzeiten. Um eine genaue Controle über die jedesmal genossenen Milch-quantum zu haben, habe ich, was allerdings etwas zeitraubend war, dieselben vor und nach jeder Mahlzeit während der ganzen Saufzeit hindurch gewogen\*). 2 dieser Kälber saugten 9 Wochen lang, 2 nur 4 Wochen.

5 andere Kälber erhielten die Milch theils die ihrer Mütter, theils normale Kuhmilch gleich nach der Geburt in Kübel als Tränke vorgesetzt. Ich wollte einerseits dadurch die Vortheile oder Nachtheile dieser Aufzuchtsmethode beobachten, andererseits aber die etwaigen Unterschiede im Nähreffect beobachten, die zwischen der Muttermilch und der normalen Kuhmilch\*\*) in der ersten

---

\*) Dadurch hatte ich Gelegenheit, die Zunahme der Kälber von 6 zu 6 Stunden zu beobachten. Früh verzehrten die Kälber am Meisten, zu Mittag fast stets ziemlich genau  $\frac{1}{3}$  der Frühmahlzeit und Abends etwa die  *Hälfte*  der Frühmahlzeit. Das Gewicht der Kälber  *vor*  der Mittagsmahlzeit war fast stets  *gleich*  mit dem  *nach*  der Frühmahlzeit.  *Vor*  der Abendmahlzeit war das Gewicht nur um ein sehr Geringes höher, als  *vor*  der Frühmahlzeit, so dass die eigentliche tägliche Zunahme erst während der Nacht erfolgte. Die Abendmilch wurde also durchgängig am meisten ausgenutzt. Vielleicht war Grund davon die nächtliche Ruhe und der immer etwas höhere Gehalt der Abendmilch an festen Stoffen.

\*\*) Als Repräsentanten der normalen Kuhmilch benutzte ich die Milch aus dem Sammelfass des Rüdigsdorfer Kuhstalls, die eine sehr constante Zusammensetzung hatte, nämlich:

Trockensubstanz	11,7
Butter	2,6
Zucker	4,2
Albumin	0,39
Wasser	88,3

Nur das Kalb von Versuch 9. bekam die Milch aus dem Sammelfass des Sahliser Kuhstalls, deren constante Zusammensetzung war:

Trockensubstanz	11,1
Butter	2,7
Zucker	4,5
Albumin	0,31
Wasser	88,9







Die Versuche 1—4 sind besonders deshalb bemerkenswerth, weil den Kälbern in Bezug auf die Quantitäten der täglich zu consumirenden Milch völlige Freiheit gelassen wurde, so dass sie vollkommen ihrem Naturtriebe folgen konnten. Diese Versuche sollten daher einen ungefähren Masstab abgeben, über die den Thieren der 2. Abtheilung etwa zu reichenden Milchquantitäten. Bei Betrachtung vorstehender Tabellen ergibt sich nun folgendes:

1. dass der *Nähreffect der Muttermilch, der in der ersten Woche am Stärksten war, von Woche zu Woche abnahm*, denn von Woche zu Woche war mehr Trockenstanz nöthig, um 1 Pfd. Zunahme zu bewirken, wie aus Rubrik II der Tabellen ersichtlich ist.

Selbstverständlich nämlich mussten sich die eigentlichen Nahrungswerthe der Milch in jeder Woche umgekehrt verhalten, wie die Zahlen, die angeben, wie viel Pfund Trockensubstanz in jeder betreffenden Woche nöthig waren: um 1 Pfund Zunahme zu bilden. Es müssen sich also z. B. die Nahrungswerthe in den einzelnen Wochen bei Versuch 2 umgekehrt verhalten wie die Zahlen 0,5:0,7:0,7:0,9 etc., in Versuch 1 wie 0,7:0,8:0,9 etc.

Anschaulicher werden diese Verhältnisszahlen der Nahrungswerthe in den einzelnen Wochen, wenn man den Nähreffect der Milch in der ersten Woche = 10 setzt und auf diese Zahl die Nahrungswerthe der folgenden Woche bezieht. Setze ich z. B. in Versuch 1 den Nähreffect der Milch gleich 10, so wäre er

in der 2. Woche = 8,8

„ „ 3. „ = 7,7

„ „ 4. „ = 6,3

„ „ 6. „ = 5

„ „ 8. „ = 4,1

oder in Versuch 5 in der 1. Woche = 10 gesetzt.

„ „ 2. „ = 8,6 „

„ „ 3. „ = 7,5 „

„ „ 4. „ = 6

Eben so bemerkt man, dass (wie z. B. in den beiden angeführten Versuchen) *diese relativen Zahlen sich sehr nahe*

kommen, dass also diese Abnahme des Nahrungswerthes der Muttermilch ziemlich regelmässig und in gleicher Schnelligkeit vor sich zu gehen scheint, wo nämlich nicht durch andere Einflüsse, eine Unregelmässigkeit, Verlangsamung oder Beschleunigung dieser Abnahme herbeigeführt wurde, wie durch den so gewöhnlichen Durchfall, durch den Genuss von zu viel oder zu wenig Milch. So ist z. B. in Versuch 2 in der 6. Woche durch den Durchfall der Nahrungswerth auf 2 herabgedrückt (1. Woche = 10) kommt aber in der 7. Woche, wo der Durchfall aufgehört hatte, auf 5 und in der 8. Woche auf 4,2, was mit den oben von Versuch 1 angeführten Zahlen fast genau übereinstimmt. Vergleicht man nun mit dem eben Gesagten die Ergebnisse der in den Versuchen 7, 8 und 9 ausgeführten Fütterung mit *normaler Kuhmilch*, so findet man zuerst, dass ein solches regelmässiges Abnehmen im Nahrungswerth mit jeder neuen Lebenswoche des Kalbes *nicht* oder nur in bedeutend geringerem Maasse Statt hatte, dass also der Grund der bei der Muttermilch beobachteten Abnahme des Nähreffectes weniger im Kalbe, als in der Zusammensetzung der Milch zu suchen ist, denn nach obiger Art berechnet, verhalten sich in Versuch 8 die Nähreffecte der normalen Kuhmilch in den 4 Lebenswochen wie 10:11,2:10:6,2. In Versuch 9 muss man von der 2. Woche an rechnen, da in der 1. Woche mit Colostrum gefüttert wurde, um das Kalb erst zu kräftigen. Dort verhalten sich sogar die Nähreffecte der 2., 3., 6. und 7. Woche wie 10:15:14:16 also stieg hier sogar der Nahrungswerth. Ferner ergibt sich aus diesen Versuchen, dass der Nahrungswerth der normalen Milch bedeutend geringer ist, als der der Muttermilch. In Versuch 7 zeigte die normale Milch bereits einen so niedern Nähreffect in der 2. Woche, wie ihn die Muttermilch bei derselben Dosis erst in der 4. bis 5. Woche anzunehmen pflegt. Als hingegen in der 3. Woche wieder Muttermilch gereicht wurde, und zwar in sehr geringer Gabe, kam sogleich die alte hohe Verwerthung derselben wieder zum Vorschein, nämlich 7 Pfd. Trockensubstanz auf 10 Pfd. Zunahme. Interessant ist die bei Versuch 9 zu machende Beobachtung, dass in der 6. und 7. Woche die Unterschiede im Nähreffect zwischen

Mutter- und normaler Milch aufgehört hatten. Man vergleiche damit die 6. und 7. Woche in den Versuchen 1 und 2. Es hat dies aber darin seinen Grund, dass die Muttermilch unterdessen zu normaler Milch geworden ist. Ausser diesem aus der Uebereinstimmung dieser relativen Zahlen ersichtlichen ziemlich regelmässigen Abnehmen des Nahrungswerthes von Woche zu Woche, kommen sich auch

2. die absoluten Nahrungswerthe der Milch in allen Versuchen ziemlich nahe (wo nicht äussere anormale Einflüsse störend einwirkten), ich meine damit, dass fast in allen Versuchen ziemlich gleiche Quantitäten von Trockensubstanz\*) zur Bildung von 1 Pfd. Zunahme in den entsprechenden Wochen erforderlich schienen. Man findet nämlich, dass im Mittel aus allen Versuchen (NB. da, wo nur mit Muttermilch gefüttert wurde) zur Bildung von 10 Pfd. Gewichtszunahme erforderlich waren

in der 1. Woche 6—7 Pfd. Trockensubstanz in der Milch.

"	"	2.	"	7—8	"	"	"	"	"
"	"	3.	"	8—9	"	"	"	"	"
"	"	4.	"	9—10	"	"	"	"	"

3. Trotz dieser Aehnlichkeit im Nahrungseffect der Milch bei allen Versuchen bemerkt man aber doch kleine Differenzen in der Ausnutzung der genossenen Milch, welche in ziemlich regelmässiger Beziehung zum Quantum

---

\*) Man kann nicht gut anders, als die Milch nur nach ihrem Gehalte an festen Stoffen in diesen Versuchen in Berechnung bringen. da bei dem verschiedenen Gehalte der Milch verschiedner Individuen an Trockensubstanz, sehr differirende Verhältnisse zur Nahrung und Zunahme sich herausstellen würden, je nachdem die Milch wasserreicher oder ärmer ist, wenn man nämlich die frische Milch im Allgemeinen mit der Zunahme vergleichen wollte.

Leider fehlen die Angaben der Zusammensetzung der angewandten Milch in der umfassenden Arbeit von Lebel (*Journ. d'agriculture francais Mars 1853. p. 231*) und ebenso den Angaben von Ch. Mathis (*Journ. d'agric. pratique de M. Barral 1855. p. 212*) Letzterer hat Versuche mit Kühen und Kälbern verschiedener Rassen angegeben, denen aber auch die betreffenden Milchanalysen fehlen, so dass die Versuche vollends bei der bekannten Verschiedenheit der Milch von Kühen aus verschiedenen Rassen leider sehr schwer unter einander vergleichbar sind.

der täglich genossenen Milch stehen, was recht augenscheinlich hervortritt, wenn man die von 100 Pfd. Thier täglich genossenen Quanta an Trockensubstanz mit dem wöchentlichen Zunehmen vergleicht (Rubr. 4 und 5 der Tabellen).

So waren zum Beispiel die (auf 100 Pfd. Thier berechneten)

täglichen Zunahmen.					wöchentl. Quanta an Trockensubstanz.			
	1. W.	2. W.	3. W.	4. W.	1. W.	2. W.	3. W.	4. W.
bei 1 =	4,9	2,9	2,2	1,6	25,7	18,1	14,5	13,2
„ 3 =	3,1	2,7	1,1	1,1	22,5	19,2	14,4	14,7
„ 5 =	4,2	2,3	1,7	1,3	19,2	12,2	10,5	9,3
„ 2 =	4,0	2,1	2,0	1,6	14,4	11,0	10,4	10,4
„ 6 =	2,9	2,4	1,8	1,3	11,6	11,0	10,1	8,7

wöchentlichen Milchquanta				
	1. W.	2. W.	3. W.	4. W.
bei 1 =	210	148,1	127,8	116,6
„ 3 =	168	151	112,4	115,3
„ 5 =	125,8	96,9	83,5	74,6
„ 2 =	112	86	93,5	87,5
„ 6 =	100	97	85,6	76,0

Man sieht hieraus namentlich bei Vergleichung von 1 und 2, wie eine bedeutend höhere Nahrungsaufnahme doch nicht eine dem entsprechend grössere Zunahme zur Folge hatte, dass also 1 und 3 z. B. das Quantum Nahrung im Consum überschritten hatten, bei dem die grösste Ausnutzung der Milch stattfindet. Man ersieht dies auch aus Rubr. 11 der Tab., während nämlich zu 10 Pfund Zunahme z. B. beim 1. Versuch 7, 8, 9, 11 Pfd. Trockensubstanz in den ersten 4 Wochen nöthig waren, so waren bei Vers. 2 schon 5, 7, 7, 9 Pfd. ausreichend. Es war also bei 1 und 3 die Grenze des eigentlichen Erhaltungsfutters überschritten und die Thiere hatten mehr aufgenommen, als sie eigentlich brauchten.

In der 4. und 5. Woche von Versuch 7 und 9 wurde bei einem Consum von Trockensubstanz, das nicht mehr als 0,7 p. C. des lebenden Gewichtes betrug, *ein in jeder Weise vollkommener Stillstand im Wachsthum*, weder eine Zunahme noch Abnahme 14 Tage lang beobachtet, und man



könnte dieses Futterquantum als die Grenze ansehen, bei deren Ueberschreitung das Erhaltungsfutter zum Produktionsfutter wird. Es würde aber nicht gerechtfertigt sein diese Grenze dahin zu setzen, wenn man den Begriff von *Erhaltungsfutter* dahin definirt, dass er dasjenige Futterquantum bezeichne, welches genau zur Erfüllung aller *wesentlichen* Lebensbedingungen eines Thieres ausreicht, so dass einerseits kein Mangel, andererseits kein Ueberfluss an Nahrungsstoffen Statt findet. Nun ist aber eine der wesentlichsten Lebensbedingungen eines jungen Thieres jedenfalls das Wachsthum. Es dürfte also nicht dasjenige Nahrungsquantum, bei dem die Kälber weder zu- noch abnehmen, sondern vielmehr diejenige Milchmenge das wahre Erhaltungsfutter für dieselben sein, das bei der grössten täglichen Zunahme die grösstmögliche Ausnutzung der Milch zulässt. Denn dabei sind die wesentlichen Lebensbedingungen eines Kalbes erfüllt und doch weder ein Mangel noch Ueberfluss an Nahrung vorhanden.

Da nun die Schnelligkeit des Zunehmens der jungen Thiere mit jeder neuen Woche abnimmt, so wird sich natürlich auch das relative Quantum der in jeder Woche zur Erhaltung nöthigen Milch dem entsprechend mit vermindern müssen.

Aus diesen Versuchen würden sich also im angegebenen Sinne folgende Milchquanta als eigentliches Erhaltungsfutter an Muttermilch für Kälber in den ersten Wochen ergeben:

Auf 100 Pfund lebendes Gewicht würde ein Kalb bedürfen

	an Trockensubstanz	dem würden <i>ungefähr</i> entsprechen <i>frische Milch</i>
1. Woche	12—20 Pfd.	100—160 Pfd.
2. „	11—13 „	90—110 „
3. „	10—11 „	80—100 „
4. „	8—10 „	60—80 „

Füttert man nun mehr als diese Mittelwerthe, so wird im oben angegebenen Sinne das Erhaltungsfutter zu Produktionsfutter, und es bleibt nun dem jedesmaligen Zwecke der Fütterung (ob man Mast-, Milch- oder Zuchtvieh er-

ziehen will) anheimgestellt, ob man ein solches Produktionsfutter anzuwenden hat, oder durch nicht Ueberschreiten jener Grenze eine mehr naturgemässe Aufzuchtswaise einhält. Ueber den Einfluss dieser beiden Fütterungsweisen auf die spätere Entwicklung der Thiere in Bezug auf Milchergiebigkeit, Mastfähigkeit etc. liegen freilich noch sehr wenig Versuche vor.

Von der 4. Woche an hört die specielle Eigenthümlichkeit der Muttermilch auf, wie schon oben bemerkt und wird dieselbe zu normaler Kuhmilch, wie dies deutlich ersichtlich ist bei Vergleichung der Versuche 1 und 2 mit 8 und 9, in den betreffenden Wochen.

Wie nun aus dem S. 13 über die Fütterung mit normaler Kuhmilch Gesagten sich ergab, dass der auffallend grössere Nahrungswerth der Muttermilch nicht ganz in einer vielleicht grösseren Verdauungsfähigkeit des Kalbes in der ersten Lebenszeit zu suchen ist, sondern dass dieselbe wenigstens einen Theil der grösseren Nahrungsfähigkeit ihrer eigenen specifischen Beschaffenheit verdanken muss (denn sonst müsste normale Kuhmilch in den ersten Lebenswochen denselben hohen Nähreffect äussern), so entsteht die Frage, welcher der Muttermilch eigenthümliche Bestandtheil diese grössere Assimilirbarkeit bedingt:

Der Fettgehalt in der ersten Milch erscheint nun allerdings laut den oben angeführten Analysen höher, als in der normalen Milch, ist es aber in Wahrheit nur scheinbar, denn auf Trockensubstanz bezogen erscheint er im Durchschnitt ziemlich gleich hoch mit dem der normalen Milch, so dass der Fettgehalt der ersten Milch nur mit dem hohen oder niedern Gehalt derselben an Trockensubstanz im Zusammenhange zu stehen scheint. Da ich aber hier alle Zahlen der Fütterungsversuche nur auf Trockensubstanz in der Milch bezogen habe, so dürfte vielleicht der Fettgehalt von geringerem Einfluss auf die grössere Assimilirbarkeit der Milch gewesen sein.

Eher aber dürfte hier der höhere Gehalt an Proteinstoffen Beachtung verdienen, der, wie auf S. 7 sub 4 gesagt, zuweilen sogar doppelt so hoch ist, als in der normalen Milch, sowie der *ibid.* sub 5 besprochene höhere

Gehalt der Muttermilch an Albumin. Es schien nach den oben angeführten Analysen der hohe Albumingehalt eine wesentliche Eigenthümlichkeit der ersten Milch zu sein und erst in der 2. — 3. Woche sein Minimum zu erreichen. Vergleicht man diese Beobachtung mit dem aus den Fütterungsversuchen sich ergebenden höheren Nahrungswerthe der Muttermilch, der erst um dieselbe Zeit, etwa in der 3. — 4. Woche, mit dem der normalen Kuhmilch gleich wird, so liegt der Gedanke nicht fern, dass der Albumingehalt der Muttermilch damit im Zusammenhange stehe, vorausgesetzt nämlich, dass dieser hohe Albumingehalt im Colostrum *aller* Kühe sich vorfinde, und vor Allem vorausgesetzt, dass alle die angeführten hohen Albuminprocente nicht auf Täuschung beruhen. Denn bei der noch so dunkeln Kenntniss der Proteinkörper überhaupt, können unbewusster Weise hier vielleicht Einflüsse unberücksichtigt geblieben sein (wie der hohe Salzgehalt des Colostrums, die relativ sehr grosse *Menge* der gesammten Proteinstoffe, der Milchzuckergehalt u. a. m.), mit denen möglicherweise diese verschiedenen am Proteingehalt beobachteten Erscheinungen in Zusammenhang stehen können, und bei deren genauerer Kenntniss und Eliminirung die ganzen Albuminprocente sich schliesslich vielleicht als durch dies oder jenes hervorgerufene Modificationen eines und desselben Proteinkörpers herausstellen. Ob also dieser höhere Nahrungswerth der Muttermilch mit dem fraglichen Albumingehalt allein im Zusammenhange steht, kann nicht wohl entschieden werden; sicher steht nur, dass der Nahrungswerth der Milch in der ersten Woche am grössten war und abnahm, so dass er in der 3. — 4. Woche dem der normalen Kuhmilch gleich wurde, die in den ersten vier Lebenswochen des Kalbes angewandt, einen bedeutend geringeren Nahrungswerth äusserte, dass der Proteingehalt der *trocknen* Muttermilch zu Anfang ebenfalls grösser war, und dass derselbe in derselben theilweise in anderer (vielleicht leichter assimilirbarer?) Form auftrat, als in der normalen Kuhmilch.

Schliesslich führe ich noch einige Versuche an, die angestellt wurden, um die Einflüsse kennen zu lernen, die

das *Vorwalten eines einzelnen Milchbestandtheils bei der Fütterung auf den Nahrungswerth der Milch ausübt.*

Es ist diese Frage besonders interessant in Betreff des späteren Ersatzes der Muttermilch durch andere Nahrungsmittel.

Ich benutzte zu diesen Versuchen 3 Kälber in der 3. und 4. Lebenswoche, und liess durch Vermischen der zu reichenden Milch mit Sahne und Molken theils Butter, theils Milchzucker vorwalten. Bei der Analyse fand ich in den *Molken* 6,9 p. C. Trockens. u. 5,7 p. C. Zucker; in der *Sahne* 31 p. C. Trockens. u. 22 p. C. Butter; in der *abgerahmten Milch* 9,5 Trockens. u. 1,0 Butter.

1) Bekam ein Kalb in der 3 und 4. Lebenswoche 12 Pfund normale Milch, gemischt mit 12 Pfund Molken, also wöchentlich  $7 \times (1,4 + 0,8) = 15,4$  Pfund Trockensubstanz. Darin waren aber nicht, wie in der normalen Milch, 5,5 Pfd., sondern 8,2 Pfund Milchzucker enthalten, also waren 2,7 Pfd. Casein und Butter durch eine gleiche Gewichtsmenge Milchzucker ersetzt worden.

Am Anfang der 3. Woche wog das Kalb 106 Pfund, am Anfang der 4. W. 119 Pfund und am Anf. der 5. W. 130 Pfund.

Also 100 Pfund Thier

*consumirten und nahmen zu*

3. W.: 14,5 Pfd. Trecksz. 12,2 Pfd., also kam auf 1 Pfd. Zunahme 1,2 Pfd. Trecksz.  
4. W.: 12,9 Pfd. Trecksz. 9,2 Pfd., also kam auf 1 Pfd. Zunahme 1,4 Pfd. Trecksz.

2) Ein anderes Kalb bekam in der 3. und 4. Woche tägl. 20 Pfd. *abgerahmte Milch*, also wöchentlich 13,3 Pfund Trockensubstanz. Darin waren aber nicht, wie in normaler Milch, 2,9 Pfd., sondern nur 1,4 Pfd. Butter enthalten, also waren 1,5 Pfd. Butter durch Zucker und Casein ersetzt. Gewicht zu Anfang der 3. Woche 118 Pfd., der 4. Woche 125 Pfd., der 5. Woche 132,5 Pfd.

## Also 100 Pfund Thier

*consumirten und nahmen zu*

3. W.: 11,2 Pfd. Trecksz. 5,9 Pfd., also kam auf 1 Pfd.  
Zunahme 1,9 Pfd. Trecksz.  
4. W.: 10,6 Pfd. Trecksz. 6,0 Pfd., also kam auf 1 Pfd.  
Zunahme 1,8 Pfd. Trecksz.

3) Erhielt ein anderes Kalb in der 3. und 4. Lebens-  
woche *täglich 16 Pfd. normale Milch und 3,5 Pfd. Sahne*, also  
wöchentlich  $7 \times (1,8 + 1,0) = 19,6$  Pfd. Trockensubstanz.  
In dieser Trockensubstanz waren aber nicht, wie in nor-  
maler Milch 4,3 Pfd., sondern 7,8 Pfd. Butter enthalten,  
also wurden 3,5 Pfd. Casein und Zucker durch ein gleiches  
Quantum Butter ersetzt.

Gewicht zu Anfang der 3. Woche 104 Pfd., der 4. W.  
127 Pfd., der 5. Woche 147 Pfd.

## Also 100 Pfund Thier

*consumirten und nahmen zu*

3. W.: 18,8 Pfd. Trecksz. 22,1 Pfd., also kam auf 1 Pfd.  
Zunahme 0,8 Pfd. Trecksz.  
4. W.: 15,4 Pfd. Trecksz. 15,7 Pfd., also kam auf 1 Pfd.  
Zunahme 0,9 Pfd. Trecksz.

In der 5. und 6. Woche wurden täglich noch 3,5 Pfd.  
*Sahne zugelegt*, also 7 Pfund Trockensubstanz und darin  
5 Pfund Butter. Demnach bekam es nun wöchentlich  
26,6 Pfd. Trockensubstanz und darin 12,8 Pfd. Butter.

Gewicht zu Anfang der 6. Woche 165 Pfund und der  
7. Woche 184 Pfund.

## Also 100 Pfund Thier

*consumirten und nahmen zu*

5. W.: 18,0 Pfd. Trecksz. 12,2 Pfd., also kam auf 1 Pfd.  
Zunahme 1,4 Pfd. Trecksz.  
6. W.: 16,1 Pfd. Trecksz. 11,5 Pfd., also kam auf 1 Pfd.  
Zunahme 1,3 Pfd. Trecksz.

Es zeigt sich hierbei, dass das Vorwalten der Butter  
in der Trockensubstanz der gereichten Milch den Nahrungs-  
werth derselben unter allen andern Bestandtheilen der  
Milch am meisten, ja beinahe noch über den der Mutter-  
milch erhöht. Denn bei einem so hohen täglichen Nah-  
rungsquantum, wie es von dem hier zuletzt genannten

Kalbe verzehrt wurde, würde die Muttermilch gewiss keinen so hohen Nahrungswerth in der 3. und 4. Lebenswoche, nämlich 0,8 und 0,9 Pfd. Trockensubstanz auf 1 Pfd. Zunahme, geäussert haben, wie oben Vers. 1 und Vers. 3 zeigen.

Erst als in der 5. und 6. Woche das Quantum der Butter so gesteigert wurde, dass es beinahe die Hälfte aller festen Bestandtheile ausmachte, trat natürlich mit der Verminderung der relativen Zunahme eine Verminderung des Nahrungswerthes ein.

Der *Mangel an Butter*, der bei der Fütterung mit abgerahmter Milch eintrat, bewirkte dem eben Gesagten entsprechend eine sehr schlechte Ausnutzung der Milch (1,9 und 1,8 Pfd. Trockens. auf 1 Pfd. Zun.). Dazu kam, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Bestandtheilen hier fast gerade umgekehrt war. Wenn nämlich bei der Fütterung mit Sahne, wo die höchste Verwerthung des Futters eintrat, die relative Menge der Proteinkörper in der Trockensubstanz *bedeutend* geringer war, als die Menge von Butter plus Zucker, so war dieselbe bei Fütterung mit abgerahmter Milch wenigstens ebenso gross, wenn nicht grösser als die Menge der letztgenannten Körper. Wie man aus dem Erfolge sieht, war das letztgenannte Verhältniss weniger günstig für das Gedeihen des Kalbes, als das erstere. Daraus erklärt sich wohl, dass aus dem ersten Versuche mit Molken-Fütterung eine bessere Ausnutzung der Nahrung ersichtlich ist, weil hier die Menge der stickstofffreien Bestandtheile wieder bedeutend grösser war, als die der stickstoffhaltigen.

Zugleich ersieht man aber auch bei Vergleichung dieses Versuches mit dem letzten, wo Sahne gefüttert wurde, dass der Nahrungswerth nicht *allein* abhängig ist von dem Verhältniss der stickstoffhaltigen zu der allgemeinen Summe aller stickstofffreien Nährstoffe, sondern dass wiederum in den gesammten stickstofffreien Nährstoffen das Verhältniss der Butter zum Zucker, oder allgemeiner der Fettsubstanzen zu den Kohlenhydraten bedeutend mit massgebend zu sein scheint.

Das erstgenannte allgemeinere Verhältniss ist in bei-

den angeführten Versuchen sehr ähnlich, und doch gelangte bei Molkenfütterung  $\frac{1}{3}$  weniger Trockensubstanz zur Verwerthung, wie bei Sahnefütterung. Bei ersterer bestand die Gesamtmenge der stickstofffreien Nährstoffe *praeter propter* aus 2 Theilen Butter und 8 Theilen Zucker, bei letzterer etwa aus 7 Theilen Butter und 5 Theilen Zucker. Sonach hätte 1) das Vorwalten der Fettsubstanzen in der Summe der stickstofffreien Nährstoffe den Nahrungswerth des Futters erhöht, das Vorwalten der Kohlenhydrate hingegen denselben verringert. 2) Das Vorwalten ferner der stickstoffhaltigen Bestandtheile hätte denselben verringert, das Vorwalten der stickstofffreien aber denselben erhöht\*).

Es dürfte also aus diesen Versuchen hervorgehen, dass bei der Kälberfütterung wie in der ersten Zeit die Muttermilch der normalen Milch, so später eine butterreichere Milch einer fettarmen vorzuziehen ist, wenn das Kalb physisch schnell und gut gedeihen soll. Welche Fütterung aber pecuniär die gerathenere ist, muss sich Jeder nach seinen speciellen Zwecken und Verhältnissen im einzelnen Falle selbst berechnen.

---

\*) Sollten sich die in obigen Analysen angeführten hohen Albumin- und niedrigen Zucker-Procente der Muttermilch bestätigen, so würde sich 1) die erste der hier angeführten Beobachtungen auch auf die Muttermilch ausdehnen, da hier die Butter dem Zucker überwiegend wäre, und man könnte dann vielleicht auch hierin den Grund des höheren Nahrungswerthes der Muttermilch im Vergleich mit normaler Milch suchen, da in letzterer der Zucker die Butter überwiegt. Wenn aber 2) das Vorwalten der N haltigen Nährstoffe vor den N freien in den *spättern Lebenswochen des Kalbes* den Nahrungswerth des Futters *erniedrigte*, würde umgekehrt der letztere in den beiden ersten Lebenswochen eben dadurch *erhöht* worden sein.

---