

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DEN
SALZGEHALT DER FRAUEN- UND KUHMITCH.

HABILITATIONSSCHRIFT
EINER
HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU GIESSEN
ZUR
ERLANGUNG DER VENIA DOCENDI
VORGELEGT
VON
DR. MED. HANS KOEPPE.

DRUCK VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG.
1898.

Dass die Kuhmilch dem Säugling die Muttermilch nicht ersetzen kann, darüber besteht kein Zweifel, ebensowenig wie darüber, dass sie das praktisch wichtigste Ausgangsmaterial für alle Surrogate der Frauenmilch ist. Der Grund dafür, dass die Kuhmilch die Muttermilch nicht ersetzen kann, war natürlich in der Verschiedenheit beider Milcharten zu suchen. Wurde nun in irgend einer Richtung ein qualitativer oder quantitativer Unterschied zwischen beiden entdeckt, so glaubte man auch gleich durch Hebung dieses einen Unterschiedes die Kuhmilch der Frauenmilch gleich gemacht zu haben. Auf diese Weise entstanden eine Reihe von Vorschriften und entstehen noch neue, so dass Heubner von „einem Wirrwarr der unaufhörlich neu auftauchenden Verbesserungsvorschläge“ sprechen konnte und auf der 69. Naturforscherversammlung in Braunschweig energisch Front machte gegen diese Art der Ertheilung von Vorschriften für die Kinderernährung auf Grund einseitiger Untersuchungen. Gleichzeitig jedoch betonte er auch die Nothwendigkeit solcher Untersuchungen. Die hohe Bedeutung der Kuhmilch als Ersatz der Frauenmilch rechtfertigt eben vollkommen das Bestreben, jene der letzteren gleich zu machen, nur genügt es zur Erreichung dieses Zieles nicht, beide Milcharten in einigen, wenn auch anscheinend den wichtigsten Punkten gleich zu machen, sondern die Uebereinstimmung müsste in allen Punkten zutreffen. Dazu aber brauchen wir wieder die Kenntniss aller Eigenschaften beider Milchsorten und damit aller Unterschiede

zwischen beiden, woraus sich ohne Weiteres die Nothwendigkeit ergibt, vergleichende Untersuchungen nach allen Richtungen hin anzustellen, mögen die Aussichten auf eine praktische Verwerthung der Resultate auch noch so gering sein. Die Möglichkeit, dass der Nachweis eines, wenn auch minimalen, Unterschiedes zwischen Frauen- und Kuhmilch bedeutungsvoll sein kann, ist nicht ausgeschlossen. Andererseits wissen wir gar nicht, ob wir durch das Ausgleichen eines Unterschiedes in der einen Richtung nicht die Uebereinstimmung in einem anderen Punkte stören und damit vielleicht hier verschlimmern, wo wir dort verbessern wollen.

Ein Punkt, in dem unsere Kenntnisse noch äusserst gering sind, sowohl im Allgemeinen wie auch bei der Milch, ist das Verhalten und die Bedeutung der Salze, deren Wichtigkeit für die Ernährung zwar erkannt und bewiesen ist, deren Functionen jedoch bisher vollkommen unbekannt waren. Jetzt ist begründete Aussicht vorhanden, hierüber durch die Theorien der physikalischen Chemie einigen Aufschluss zu erhalten. Die Aschenanalyse der Milch giebt uns Aufschluss über die Salze, die man durch Veraschen aus der Milch erhält, aber ganz und gar nicht darüber, welche Salze thatsächlich in der Milch sind. Asche der Milch und Salze der Milch sind durchaus verschiedene Begriffe und nicht wie bisher allgemein angenommen wurde dasselbe (z. B. schreibt Biedert¹⁾ Asche = Salze).

In der Milch sind die verschiedenen Salze gelöst vorhanden und verhalten sich demnach wie in wässerigen Lösungen, zeigen gewisse Eigenschaften, die sich durch die physikalisch-chemischen Methoden nachweisen lassen, wobei wir auch einen Einblick in die molekularen Verhältnisse der Milch, die molekulare Form der Salze in der Milch gewinnen. Insbesondere sind das die Methoden der Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung und der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit.

Nach diesen beiden Methoden, deren ausführliche Beschreibung ich in einem Anhang den Versuchsprotokollen beigelegt habe, wurden von mir eine Reihe von Untersuchungen von Frauen- und Kuhmilch ausgeführt, und deren Ergebnisse und Schlussfolgerungen in dem Folgenden zusammengestellt. Es sei mir gestattet an dieser Stelle Herrn Prof. K. Elbs, Director des physikalisch-chemischen Institutes der Universität, meinen herzlichsten Dank zu sagen für die Ueberlassung der

¹⁾ Biedert, Die Kinderernährung im Säuglingsalter. Stuttgart, Enke. 1897. S. 84.

Apparate sowohl als auch für seinen stets hilfsbereiten Rath und sein warmes Interesse an diesen Untersuchungen.

Den Schlüssel zum Verständniss der erhaltenen Zahlenwerthe giebt uns van 't Hoff's „Theorie der Lösungen“ und die „Theorie der elektrolytischen Dissociation“ von Arrhenius.

Aus der beobachteten Gefrierpunktserniedrigung einer Lösung lässt sich die Zahl der in einem Liter Lösung vorhandenen gelösten Moleküle berechnen. Es sinkt nämlich der Gefrierpunkt einer Lösung proportional der Zunahme der Concentration der Lösung an Molekülen, oder die Gefrierpunktserniedrigung wächst proportional der Zahl der gelösten Moleküle, gleichviel welcher Art dieselben sind. Da eine wässerige Lösung, welche 1 g mol (ein Gramm-Molekül Substanz) im Liter der Lösung enthält, eine Gefrierpunktserniedrigung von 1,85° C. hat, eine Lösung mit n g mol also eine Depression von $n \cdot 1,85^\circ$ C., so lässt sich umgekehrt aus der Gefrierpunktserniedrigung Δ einer wässerigen Lösung der Gehalt derselben an Molekülen berechnen durch Division von Δ mit 1,85. Also: Eine Milch mit einer Gefrierpunktserniedrigung von Δ° enthält im Liter $\frac{\Delta}{1,85}$ Moleküle, Molen (nach Ostwald).

Aus der Zahl der in einem Liter Lösung vorhandenen Molen lässt sich der osmotische Druck (O) der Lösung berechnen nach der Formel $O = 22,35 (1 + 0,000367 t) n$ Atmosphären, worin O den osmotischen Druck, t die Temperatur, n die Zahl der Molen in einem Liter Lösung bedeutet. Für die Berechnung des osmotischen Druckes bei 0°, also wenn $t = 0$, ergibt sich die Formel: $O = 22,35 \cdot n$ Atmosphären. Den Werth von n könnten wir aber aus der Gefrierpunktserniedrigung Δ berechnen, es war $n = \frac{\Delta}{1,85}$, setzen wir diesen Werth für n ein, so erhalten wir $O = 22,35 \cdot \frac{\Delta}{1,85} = 12,1 \cdot \Delta$ Atmosphären.

Ein Liter Milch mit der Gefrierpunktserniedrigung Δ hat bei 0° C. einen osmotischen Druck von $12,1 \cdot \Delta$ Atmosphären.

Nur über diese beiden Punkte: Zahl der Molen und osmotischen Druck von einem Liter Milch, giebt die Gefrierpunktbestimmung Auskunft, nicht aber darüber, welcher Art diese Moleküle sind. Wir wissen nun, dass die Eiweissmoleküle in Folge ihres hohen Molekulargewichtes bei der Concentration, in der sie in der Milch vorkommen, nur einen minimalen Antheil an der Depression des Gefrierpunktes haben können, und das Fett, als nicht gelöst, kommt hierbei auch

nicht in Betracht (es wäre denn insofern, als z. B. bei 3% Fettgehalt wir nicht eine Molekülzahl von n Molen pro 1000, sondern auf 970 Cubikcentimeter Lösung zu setzen hätten; diesen geringen Fehler können wir jedoch vorerst vernachlässigen). Es bleiben also nur der Milchzucker und die Salze übrig, welche in ihrer Gesamtheit den osmotischen Druck der Milch bedingen.

Einen weiteren Aufschluss über die molekularen Verhältnisse der Milch giebt uns die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, welche gewisse Schlüsse über das Vorhandensein und die Menge einer bestimmten Art von Molen, nämlich der Ionen, gestattet. Nach der Theorie von Arrhenius erfolgt beim Lösen eines Elektrolyten (d. s. die Basen, Säuren und Salze, in der Hauptsache also anorganische Substanzen) in Wasser ein mehr oder weniger vollständiger Zerfall desselben in seine Bestandtheile; die Producte des Zerfalls, der Dissociation, sind nach Arrhenius active Moleküle und heißen Ionen; die nicht zerfallenen Moleküle sind inactive oder neutrale Moleküle; letztere sind elektrisch nicht geladen, daher neutrale, und leiten den elektrischen Strom nicht, daher inactive Moleküle, erstere dagegen leiten den elektrischen Strom, daher active Moleküle, indem sie von der einen Elektrode mit Elektrizität beladen nach der anderen Elektrodewandern, daher Ionen (oder richtiger Ionen=Wanderer), und hier ihre Elektrizität abgeben. Beim Zerfall eines Elektrolyten entstehen stets zweierlei Ionen, die eine Art Ionen mit positiver Elektrizität beladen wandert zur Kathode, diese heißen Kationen, die andere Art wandert an die Anode, diese mit negativer Elektrizität beladen heißen Anionen. Je mehr Ionen nun in einer Lösung vorhanden sind, desto mehr Elektrizität kann von der einen Elektrode zur anderen von den wandernden Ionen gebracht werden, oder desto besser wird die Lösung den elektrischen Strom leiten. Durch die Bestimmung der Leitfähigkeit einer Flüssigkeit erhalten wir demnach einen Werth für den Gehalt der Flüssigkeit an Ionen, also in der Hauptsache der anorganischen Moleküle. Von zwei Milchproben wird die mit besserer Leitfähigkeit mehr Ionen, mehr anorganische Moleküle enthalten als die schlechter leitende Probe.

Dieser Schluss wird auch nicht wesentlich beeinflusst, jedenfalls nicht in entgegengesetztem Sinne, wenn wir noch die verschiedenen Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen und den Einfluss nicht leitender Moleküle auf die Leitfähigkeit der Ionen in Betracht ziehen.

I. Theil.

Die Resultate der Bestimmungen von Gefrierpunktserniedrigung und elektrischer Leitfähigkeit der Milch.

A. Kuhmilch.

1. Mischmilch.

Von der Milch des Hofgutes Lich (circa 50 Kühe), die theils in Blechkannen als „Haushaltungsmilch“ von 44 Kühen stammend, theils in geschlossenen Glasflaschen als „Kindermilch“ von 6 Kühen mit Trockenfütterung ins Haus gebracht wird, wurden an elf verschiedenen Tagen in dem Zeitraum vom 28. September 1897 bis 11. Januar 1898 Proben entnommen und untersucht (Tabelle I).

Tabelle I.

Werthe für Kuhmischmilch.

Nr.	Geordnet nach der Reihenfolge der Untersuchungen		Geordnet nach steigenden Werthen			
	$l \cdot 10^8$	Δ	der Leitfähigkeit		der Gefrierpunktserniedrigung	
	$l \cdot 10^8$	Δ	$l \cdot 10^8$	Δ	$l \cdot 10^8$	Δ
1	42,7	0,550	42,0	0,565	43,8	0,545
2	43,8	0,545	42,7	0,550	42,7	0,550
3	43,2	0,550	43,2	0,550	43,2	0,550
4	44,0	0,565	43,8	0,545	44,2	0,555
5	45,8	0,580	43,8	0,568	42,0	0,565
6	44,2	0,555	43,8	0,570	44,0	0,565
7	43,8	0,570	44,0	0,565	44,3	0,565
8	42,0	0,565	44,2	0,555	43,8	0,568
9 ¹⁾	44,3	0,565	44,3	0,565	43,8	0,570
10 ²⁾	43,8	0,568	45,1	0,570	45,1	0,570
11 ¹⁾	45,1	0,570	45,8	0,580	45,8	0,580

Mittelwerth: $l = 43,8 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,562^0$.

(Die Versuchsprotokolle finden sich im Anhang unter der gleichen Nummer.)

Betrachten wir die einzelnen Resultate, so zeigt sich, dass die Werthe für die Leitfähigkeit und die Gefrierpunktserniedrigung durchaus nicht parallel gehen; bei dem gleichen Werth für $l = 43,8^2$ findet sich der niedrigste für Δ mit $0,545^0$ und einer der höchsten $\Delta = 0,570^0$. Dies kann nicht befremden, da wir auseinander gesetzt haben, dass der Werth Δ durch die Zahl sämmtlicher Molen, der Werth l aber nur

1) Nr. 9, 10 und 11 sind Proben von „Kindermilch“, die anderen von „Haushaltungsmilch“.

2) Der Kürze willen ist in dem Folgenden der Factor 10^{-8} stets weggelassen, daher jedes Mal zu ergänzen.

durch die Zahl der Molen in Ionenform bedingt ist und beide von einander unabhängig sind.

Hervorzuheben sind die geringen Schwankungen der erhaltenen Werthe für die an verschiedenen Tagen untersuchten Proben der Mischmilch. So weicht der höchste Werth von $l = 45,8$ nur um 2,0, der niedrigste $l = 42,0$ um 1,8 vom Mittel $l = 43,8$ ab; ebenso die höchste Gefrierpunktserniedrigung $\Delta = 0,580$ nur um 0,018°, die niedrigste $\Delta = 0,545$ um 0,017° vom Mittel $\Delta = 0,562$. Wir werden später nochmals auf diesen Punkt zurückkommen, für jetzt genüge die Bemerkung, dass Berechnungen auf Grund dieser Mittelwerthe selbst für die Grenzwerte noch ohne erhebliche Fehler Geltung haben.

Unter Benutzung des Mittelwerthes $\Delta = 0,562^\circ$ berechnet sich der osmotische Druck eines Liters Kuhmischmilch auf $0,562 \cdot 12,1 = 6,8$ Atmosphären und ein Liter Kuhmischmilch enthält $\frac{0,562}{1,85} = 0,304$ Molen.

2. Milch einzelner Kühe ungemischt.

Diese Untersuchungen erstrecken sich bis jetzt auf Milch von 8 Kühen. Vier Milchproben stammen von 4 Kühen, die auf dem städtischen Schlachthofe geschlachtet worden, aber vollkommen gesund waren nach Aussage des Thierarztes Herrn Dr. Liebe, dessen Liebenswürdigkeit ich auch die Proben verdanke. Von 4 Kühen aus dem Stalle des Landwirthes L., der meiner Wohnung zunächst liegt, liess ich einmal am Morgen von jeder Kuh eine Probe, das andere Mal von denselben 4 Kühen am Abend Proben und zwar von zwei dieser Kühe auch die ersten Striche des Gemelks und die letzten Striche gesondert in meiner Gegenwart in die einzelnen signirten Gefässe einmelken, von jeder Probe ca. 100 ccm.

Tabelle II giebt demnach die Werthe für Milch verschiedener Kühe, derselben Kuh zu verschiedenen Tageszeiten und verschiedener Portionen desselben Gemelks, im Ganzen 14 Bestimmungen und anhangsweise 4 Untersuchungen von Ziegenmilch.

Wir finden

- 1) die Milch der einzelnen Kühe ist verschieden;
- 2) die Milch derselben Kuh zu verschiedenen Tageszeiten ist verschieden;
- 3) die Milch zu Anfang und Ende desselben Gemelks ist verschieden.

Auffallend sind die grossen Unterschiede zwischen den einzelnen Werthen sowohl der Gefrierpunktserniedrigung, als auch ganz besonders der elektrischen Leitfähigkeit.

Tabelle II.
Milch einzelner Kühe ungemischt.

Nr.	$l \cdot 10^3$	Δ	Bemerkungen.			
Milch im Schlachthof geschlachteter Kühe.						
12	87,7	0,570	Kuh	gesund,	trächtig,	abgemolken
13	62,9	0,556	"	"	jung	
14	94,3	0,560	"	"		
15	33,9	0,535	"	"	4½ Jahr alt.	
Abendmilch von 4 Kühen (I–IV) aus dem Stalle von L.						
16	44,7	0,525	Kuh I,	1 Jahr nach dem letzten Kalben,		
17	49,0	0,530	" II,	5 Mon. "	" "	die ersten Striche
18	49,0	0,545	" II,	5 "	" "	" letzten "
19	46,3	0,535	" III,	1½ Jahr "	" "	erste Striche
20	43,1	0,555	" III,	1½ "	" "	letzte "
21	52,1	0,545	" IV,	1 "	" "	
Morgenmilch derselben Kühe I–IV.						
22	48,8	0,565	Kuh I			
23	47,7	0,575	" II			
24	42,2	0,580	" III			
25	55,7	0,565	" IV			

Anhang: Milch einzelner Ziegen im Schlachthof geschlachtet.

26	50,5	0,605	
27	50,9	0,580	
28	44,4	0,570	
29	47,1	0,600	

Tabelle III.
Milch einzelner Kühe ungemischt.

Geordnet nach aufsteigenden Werthen							
Nr.	Bemerkungen	der Leitfähigkeit		der Gefrierpunktserniedrigung			
		$l \cdot 10^3$	Δ	$l \cdot 10^3$	Bemerkungen	Nr.	
15	Schlachthof	33,9	0,535	0,525	44,7	Kuh I, Abend	16
24	Kuh III, Morgen	42,2	0,580	0,530	49,0	" II, " erste Str.	17
20	" III, Abend, letzte Str.	43,1	0,555	0,535	33,9	Schlachthof	15
16	" I, "	44,7	0,525	0,535	46,3	" III, Abend, erste Str.	19
19	" III, " erste Str.	46,3	0,535	0,545	49,0	" II, " letzte Str.	18
23	" II, Morgen	47,7	0,575	0,545	52,1	" IV, "	21
22	" I, "	48,8	0,565	0,555	43,1	" III, " "	20
17	" II, Abend, erste Str.	49,0	0,530	0,556	62,9	Schlachthof	13
18	" II, " letzte "	49,0	0,545	0,560	94,3	" "	14
21	" IV, "	52,1	0,545	0,565	48,8	" I, Morgen	22
25	" IV, Morgen	55,7	0,565	0,565	55,7	" IV, "	25
23	Schlachthof	62,9	0,556	0,570	87,7	Schlachthof	12
12	"	87,7	0,570	0,575	47,7	" II, Morgen	23
14	"	94,3	0,560	0,580	42,2	" III, "	24

Tabelle III zeigt übersichtlich diese Verhältnisse. Die Werthe der Gefrierpunktsdepressionen schwanken zwischen 0,525 und 0,580, der Unterschied der Grenzwerte beträgt also 0,055°. Noch grösser sind die Schwankungen der Leitfähigkeit zwischen $l = 33,9$ und $l = 94,3$, das ist ein Unterschied von 60,4. Der Mittelwerth wäre 55,5, doch ist dieser natürlich bei der geringen Zahl von Untersuchungen kein genauer; jedenfalls stimmt er mit dem Mittelwerth für unsere Mischmilchproben nicht überein. Wir fanden für Mischmilch $l = 43,8$ und Schwankungen um 3,8. Der Grund dafür, dass der Mittelwerth für die Mischmilch mit dem Mittelwerth für die Proben ungemischter Milch nicht übereinstimmt, liegt wohl darin, dass wir bei einer an und für sich schon kleinen Zahl von Bestimmungen einzelner Milchen unter diesen noch relativ viel extreme Werthe einrechnen, die in der Mischmilch, wenn überhaupt, so doch nur in kleiner Zahl vorkommen und jedenfalls die Werthe für die Mischmilch kaum merklich beeinflussen. Es ist jedenfalls nicht Zufall, dass die Grenzwerte gerade auf Schlachtvieh fallen. Schalten wir diese Werthe aus, so erhalten wir in der That eine etwas bessere Uebereinstimmung des Mittelwerthes $l = 47,9$ und $l = 43,8$. Wenn die geschlachteten Thiere auch gesund waren, so schliesst dies doch nicht aus, dass bei denselben Störungen der Milchsecretion vorlagen, weshalb eben diese Thiere zum Verkauf und zum Schlachten kamen. Eins der Thiere war zudem tragend, diese Milch also eigentlich Colostrum, für alle vier aber ist gewiss, dass sie nicht mehr regelmässig gemolken worden waren. Welches Moment die Ursache für die Anomalie bei diesen Milchen war, müssen wir noch dahingestellt sein lassen und uns zunächst mit der Feststellung des Vorkommens derselben begnügen.

Aus den Zahlen, Untersuchung 12—25, können wir ausser Feststellung des Unterschiedes der einzelnen Milchproben mit Sicherheit kein einziges Moment als ursächlich für einen Unterschied in einer bestimmten Richtung ermitteln. Nur der Unterschied der Morgen- und Abendmilch ist bei allen vier Kühen gleichförmig in Bezug auf die Gefrierpunktserniedrigung: die Morgenmilch hat eine grössere Gefrierpunktserniedrigung als die Abendmilch, d. h. sie ist concentrirter an osmotisch wirksamen Molekülen. Es ist wohl möglich, dass diese Beobachtung darin ihre Erklärung findet, dass während der Nacht keine Nahrungs- und damit verbundene Flüssigkeitszufuhr, wohl aber Flüssigkeitsabgabe wie am Tage stattfindet, und damit eine gewisse Eindickung der Körperflüssigkeiten bewirkt wird.

B. Frauenmilch.

Untersucht wurden 23 Milchproben. Von denselben stammen 9 Proben von einer II. para vom 287. Tage der Lactation an, 6 Proben von einer I. para vom 60. Tage, 6 Proben von einer I. para vom 13. Tage, 1 Probe von einer III. para vom 13. Tage der Lactation und 1 Probe von einer I. para, die über ein Jahr gestillt hat, aber vor Abnahme der Milchprobe schon 8 Tage nicht mehr stillte. Jede Probe wurde für sich allein untersucht, unmittelbar nach der Entnahme, wenn dieselbe in meiner Wohnung erfolgte, sonst nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde, wenn die Entnahme der Milch im Hause der Stillenden geschah. Die Milch wurde durch Abspritzen oder Absaugen gewonnen. Beim Absaugen wurde mit beiden Brüsten gewechselt und durch Streichen der Brust ein schnelleres Entleeren erzielt; immerhin brauchte ich zur Gewinnung von 60 ccm Milch manchmal $\frac{3}{4}$ Stunde. Soviel Milch war nothwendig, da das Widerstandsgefäss 55 ccm fasste, meine kleineren Widerstandsgefässe beim Platiniren oder nach kürzerer Gebrauchsdauer gesprungen, neue aber nicht so schnell zu beschaffen waren. Daher bleibt die Untersuchung der Milch beider Brüste getrennt, sowie der Milch zu Anfang und zu Ende des Anlegens vom Kind für spätere Untersuchungen übrig.

I. Untersuchungsreihe.

Milch von E. M., II. para, Näherin, blasse, mässig genährte Person, reichliche Milchsecretion (zeitweise wurde ein zweites Kind mitgestillt), Partus am 8. II. 1897. Das Kind, zur Zeit der Milchuntersuchung 9 Monate alt, ist leidlich genährt, in Folge Keuchhustens etwas zurück, doch gesund, bekommt schon seit einiger Zeit Beinahrung. Die Mutter ist oft auswärts beschäftigt, kann daher nicht regelmässig stillen, so bekommt das Kind in der letzten Zeit manchmal nur Morgens und Abends und zuweilen Nachts die Brust.

Tabelle IV.

I. Untersuchungsreihe von Frauenmilchproben.

Nummer Protokoll	Probe	Tag der Lactation	Tageszeit	$l \cdot 10^6$	Δ
30	1	287	Abends	14,9	0,590
31	2	293	Nachmittags	15,0	0,595
32	3	305	Abends	19,3	0,615
33	4	307	Früh	17,4	0,600
34	5	310	Nachmittags	16,8	0,608
35	6	311	Früh	16,7	0,598
36	7	311	nach Tisch	16,3	0,603
37	8	311	Abends	17,4	0,595
38	9	312	Früh	17,2	0,600

Der höchste Werth $l = 19,3$ und $\Delta = 0,615$ fiel auf eine Milchprobe, welche etwa $\frac{3}{4}$ Stunde nach der Abendmahlzeit entnommen wurde.

II. Untersuchungsreihe.

Milch von X. Y. I. para, 23 Jahre alt, grosse, kräftige gesunde Frau in wohlhabenden Verhältnissen. Partus normal; reichliche Milchsecretion. Das Kind, ausschliesslich an der Brust genährt, gedeiht vortrefflich, wog nach der Geburt 3456 g. Ende der 1. Woche 3556 (+ 100) g, 2. Woche 3750 (+ 200) g, 3. Woche 4125 (+ 375) g, 4. Woche 4475 (+ 350) g, 5. Woche 4825 (+ 350) g, 6. Woche 5400 (+ 575) g, 7. Woche 5800 (+ 400) g, 8. Woche 6050 (+ 250) g. In dieser Woche einige dyspeptische Stühle, daher durfte das Kind nur 10–15 Minuten trinken, während es sonst bis 30 Minuten lang getrunken hatte. 9. Woche 6500 (+ 450) g, 10. Woche. In dieser Woche wieder einige schlechte Stühle bei sonst vollkommenem Wohlbefinden; Verkürzung der Trinkzeit auf 10 Minuten. Als darauf eine schmerzhaftige Schwellung der rechten Brust der Mutter eintrat, wurde die Milch abgesaugt und bei dieser Gelegenheit zur Untersuchung gewonnen. Zunahme des Kindes in der 10. und 11. Woche geringer: 150 g, 12. Woche 6650 (+ 100) g, 13. Woche 7100 (+ 350) g, 14. Woche 7400 (+ 300) g.

Tabelle V.

II. Untersuchungsreihe der Frauenmilchproben.

Nummer Protokoll	Probe	Tag der Lactation	Tageszeit	$l \cdot 10^6$	Δ
39	1	60	Abends	20,3	0,610
40	2	72	Vormittags	22,9	0,590
41	3	72	Abends	22,1	0,575
42	4	73	Vormittags	20,6	0,580
43	5	73	Abends	23,8	0,495
44	6	74	Vormittags	23,0	0,575

III. Untersuchungsreihe.

Milch von K. J. I. para, 23 Jahre, gesund, stillt unregelmässig mehrmals täglich ein fremdes Kind, das eigene ist in Pflege gegeben.

Tabelle VI.

III. Untersuchungsreihe von Frauenmilchproben.

Nummer Proto- koll	Probe	Tag der Lactation	Tageszeit	$l \cdot 10^6$	Δ	Bemerkungen
45	1	13	Morgen 8 $\frac{1}{2}$ Uhr	25,8	0,590	
46	2	14	Nachm. 2 $\frac{1}{2}$ „	45,0	0,630	Zum Mittagbrot stark gesalzene Fleischbrühsuppe.
47	3	15	Früh 8 $\frac{1}{2}$ „	33,0	0,550	nur Kaffee getrunken.
48	4	15	Nachm. 3 „	—	0,585	Milchsuppe zum Mittagbrot.
49	5	17	Nachm. 3 „	25,3	0,620	Nur 25 ccm Milch abgesaugt. Auf Anrathen zum Mittagbrotkräftig gesalzene Suppe.
50	6	19	Früh 8 „	45,4	0,570	60 ccm Milch leicht und schnell abzuspitzen. $\frac{3}{4}$ Stunde zur Gewinnung von 57 ccm Milch nöthig.

IV. Einzeluntersuchungen.

1) I. para, Amme, stillte 1 Jahr, reichliche Milchsecretion noch am Tage der Entnahme der Milchprobe, 8 Tage nach dem Absetzen des Kindes.
Nr. 52. $l = 84,3$, $\Delta = 0,575^\circ$.

2) III. para, 25 Jahre, 13. Tag der Lactation.
Nr. 51. $l = 17,4$, $\Delta = 0,585^\circ$.

Tabelle VII.

Der Frauenmilchproben Grenzwerte für die

	Leitfähigkeit:				Gefrierpunktserniedrigung:		
	I	II	III	IV	I	II	III
Minimum:	14,9	20,3	25,3		0,590	0,495	0,550
Maximum:	19,3	23,8	45,4	84,3	0,615	0,610	0,630
Differenz:	4,4	3,5	20,1		0,025	0,115	0,080
Mittel:	16,6	22,1	34,9		0,600	0,571	0,591

Differenz $84,3 - 14,9 = 69,4$
 $0,630 - 0,495 = 0,135$.

Zusammenfassung.

Die Untersuchungen der Frauenmilch ergaben:

1) Gefrierpunktserniedrigung und Leitfähigkeit der Milch verschiedener Frauen schwanken in weiten Grenzen, von 0,495 bis 0,630, also um 0,135 $^\circ$, und die Leitfähigkeit zwischen 14,9 und 84,3, d. i. ein Unterschied von 69,4.

2) Auch für dieselbe Person zeigen sich Unterschiede der einzelnen Werthe, sowohl an verschiedenen Tagen, wie auch zu verschiedenen Tageszeiten an demselben Tage.

Zur Discussion über die Ursachen dieser Unterschiede halte ich, wie bei der Kuhmilch, die Zahl der Untersuchungen für nicht genügend. Einen deutlichen Einfluss scheint die Nahrungsaufnahme spec. der Salzgehalt der Nahrung auf die Beschaffenheit der Milch auszuüben, es ist die Milch concentrirter. Die dabei gemachte Beobachtung auch einer reichlicheren Secretion nach dem Salzgenuss deckt sich mit der bekannten Annahme einer milchvermehrenden Wirkung stark gesalzener Speisen, welche aus dem damit gegebenen Anreiz zu vielem Trinken erklärt wird. Hierdurch erscheint die übliche reizlose Mehl- und Milchsappendiät unserer Wöchnerinnen in einem zweifelhaften Lichte, und der Widerstand derselben gegen diese Diät wohl gerechtfertigt. Der Umstand, dass wir nach reichlichem Salzgenuss eine qualitativ und quantitativ vermehrte Milchsecretion beobachteten, fordert eine weitere Prüfung, ob dies auch in der That der Salzzufuhr zuzuschreiben ist. Ueber die hierauf eingehenden Versuche, bei denen auch die Veränderungen des Blutes berücksichtigt werden, wird gesondert berichtet werden, sobald die Untersuchungen abgeschlossen sind.

II. Theil.

Besprechung der Untersuchungsergebnisse mit Berücksichtigung der chemischen Analyse.

A. Kuhmilch.

Als Mittel unserer physikalisch-chemischen Untersuchungen der Kuhmilch hatten wir erhalten

$$l = 43,8; \quad \lambda = 0,562^\circ \text{ C.}$$

Dieser Werth aus 11 Bestimmungen von Mischmilch der Milch von circa 50 Kühen, also das Mittel von circa 550 Milchproben ist dem Mittel aus den Untersuchungen der 14 Milchproben, Tabelle II, natürlich vorzuziehen.

Söldner's¹⁾ chemische Analyse von Stuttgarter Markt-milch ergab:

Fett	Lactoseanhydrit	Asche	Citronensäure	Eiweiss u. unbek. Stoffe
3,42	4,25	0,70	0,18	3,22

auf 100 g Milch.

Aus der Gefrierpunktniedrigung berechnen wir die Zahl der osmotisch wirkenden Moleküle mit

$$\frac{0,562}{1,85} = 0,304 \text{ Molen im Liter Milch.}$$

Bei 4,25% Gehalt an Lactoseanhydrit wären 42,5 g oder $\frac{42,5}{34,2}$ g mol = 0,124 Gramm-Moleküle oder Molen Milchzucker im Liter Milch, Citronensäure 0,18% sind $\frac{1,8}{210} = 0,008$ Molen¹⁰⁰, das sind zusammen 0,132 Molen bekannter Art, diese von den vorhandenen 0,304 Molen abgezogen, bleiben 0,172 Molen unbekannter Art, die durch den Gehalt der Milch an Eiweiss und Salzen gedeckt werden müssen. Da der Antheil des Eiweisses am osmotischen Druck ein verschwindender oder wegen des hohen Molekulargewichtes die molekulare Concentration des Eiweisses in der Milch eine sehr geringe ist, so kommen die 0,172 Molen fast vollständig den Salzen zu. Da die Salze in der Milch gelöst und zwar in wässriger Lösung vorhanden sind, muss ein gewisser Bruchtheil derselben in Ionenform in der Milch existiren. In der That ist das der Fall, denn die Milch leitet ja den elektrischen Strom. Als Mittel erhielten wir für die specifische elektrische Leitfähigkeit der Milch den Werth 43,8. Es fragt sich nun, ob wir aus demselben die Zahl der Ionen berechnen können. Streng genommen ist das nicht möglich, doch lässt sich ungefähr

die Zahl bestimmen durch Vergleichen der Milch mit Lösungen, deren Ionenzahl bekannt ist und welche die gleiche Leitfähigkeit wie die Milch haben. Dies dürften vor allen Lösungen von Kalium und Natriumchlorid sein, denn die Ionen K; Na und Cl' sind in der Milch in erster Linie anzunehmen.

Nach Kohlrausch ist die molekulare Leitfähigkeit (λ) einer Lösung von 1 g mol KCl in 20 Liter Wasser $\lambda = 108,3$, also die specifische Leitfähigkeit $l = 54,1 \cdot 10^{-8}$ in reciproken Quecksilber- oder Siemens-Einheiten oder $l = 57,6 \cdot 10^{-8}$ in reciproken Ohm, und 1 g mol KCl in $33\frac{1}{3}$ Liter Wasser $\lambda = 110,7$, demnach $l = 33,2 \frac{1}{S.E.} = 35,3 \frac{1}{\Omega}$ oder für eine Lösung von KCl 0,37 g % = 0,05 g mol % ist $l = 57,6 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\Omega}$ und für eine Lösung von KCl 0,248 g % = 0,03 mol % ist $l = 35,3 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\Omega}$.

Zwischen den beiden KCl-Lösungen: 0,05 g mol % mit der specifischen elektrischen Leitfähigkeit $l = 57,6$ und der 0,03 g mol % mit $l = 35,3$ muss die Lösung mit der Leitfähigkeit $l = 43,8$ liegen; das wird eine Lösung von ungefähr 0,036 g mol KCl sein. Da nun bei so starker Verdünnung KCl fast vollständig dissociirt, so wird die Lösung von 0,036 mol KCl in Wasser 0,072 Molen in Ionenform enthalten. Angenommen: Gleiche Leitfähigkeit ist bedingt durch gleiche Ionenzahl (was allerdings nur näherungsweise zutrifft), so muss die Milch mit der specifischen Leitfähigkeit 43,8, dieselbe Zahl Ionen wie die Chlorkaliumlösung mit derselben specifischen Leitfähigkeit 43,8 haben, also 0,072 Molen.

In der Milch blieben 0,172 Molen für die Salze übrig; nach der Leitfähigkeitsbestimmung können in der Milch 0,072 Molen als Ionen vorhanden sein, folglich müssen 0,172 minus 0,072, d. s. 0,1 Molen Salze nicht in Ionenform, sondern als neutrale, nicht leitende aber osmotisch wirksame Moleküle vorhanden sein. Diese 0,1 Molen Salze werden wir zum grössten Theil als organisch gebunden annehmen müssen.

Noch durch eine andere Rechnung können wir das Vorhandensein neutraler Salz-moleküle in der Milch nachweisen, nämlich mit Benutzung der Aschenanalyse. (Auch hier sind nur Ueberschlagszahlen zu erhalten.) Wir können berechnen, wieviel Molen Salze im Liter Milch enthalten sind, wenn alles Salz in Ionenform da wäre; aus der Gefrierpunktniedrigung erfahren wir die wirklich vorhandene Zahl der Moleküle, also ergibt die Differenz die Zahl der neutralen Moleküle.

1) Zeitschrift f. Biologie. 1896. S. 555.

Nach Bunge enthält 1 l Kuhmilch

1,8 g K_2O ,	das würde	0,0383 Molen K	in Ionenform	ergeben
1,1 g Na_2O ,	" "	0,0355 "	Na "	" "
1,6 g CaO ,	" "	0,0286 "	Ca "	" "
0,2 g MgO ,	" "	0,005 "	Mg "	" "
zusammen 0,1074 Molen positive Ionen.				

Diesen müssen ebensoviel negative Ionen Gleichgewicht halten (wobei der Einfachheit halber angenommen wird, den zweierwerthigen Ionen Ca und Mg stehen gleichviel zweierwerthige Anionen gegenüber, etwa HPO_4), dann sind im Liter Milch

etwa 0,215 Molen Ionen überhaupt möglich,
dagegen 0,172 Molen thatsächlich nur da, folglich müssen mindestens 0,043 Molen neutrale Moleküle sein.

Wenngleich nun beide Rechnungen mit Ueberschlagszahlen ausgeführt wurden, die erhaltenen Zahlenwerthe im Einzelfalle in Wirklichkeit andere sein werden, so sind die Abrundungen doch so erfolgt, dass bei eingehenderer Berücksichtigung der Verhältnisse bei ein und derselben Milch eine Aenderung des Resultates nur zu Gunsten unserer Folgerung sich einstellen kann. Jedenfalls können wir mit grosser Sicherheit constatiren, dass in der Kuhmilch ein grosser Theil der Salze zwar osmotisch wirkend, aber in neutraler Form, den elektrischen Strom nicht leitend, also wahrscheinlich organisch gebunden vorhanden ist.

Dass Kalk und Phosphorsäure in der Milch organisch gebunden, nicht in Ionenform vorhanden sind, ist schon nachgewiesen. „Kalkphosphate zu etwa 0,25% in der Kuhmilch enthalten finden sich in organischer Verbindung, denn versetzt man frische emphotere reagirende Milch mit Ammoniumoxalat, so tritt keine Umsetzung der Kalksalze zu Calciumoxalat ein.“¹⁾ Damit ist der Beweis geliefert, dass Ca-Ionen in der Kuhmilch nicht existiren.

Nach unserer Rechnung erscheint es aber auch sehr wahrscheinlich, dass selbst ein Theil des Kaliums und Natriums nicht in Ionenform möglich ist; nur das Chlor könnte vollständig in Ionenform vorhanden sein, ohne mit unseren Untersuchungsergebnissen in Widerspruch zu stehen. Genaue zahlenmässige Belege für diese Erörterungen würde erst eine gleichzeitige chemische Analyse mit der physikalisch-chemischen Analyse derselben Milch ergeben.

J. Tereg, in Ellenberger's vergleichender Physiologie der Haus-
säugethiere. I. S. 434. Berlin. P. Parey. 1890.

B. Frauenmilch.

Als Mittel unserer physikalisch-chemischen Analysen der Frauenmilch (mit Ausschluss der Untersuchung Nr. 52) erhalten wir

$$l = 22,6; \lambda = 0,589^{\circ}.$$

Nach Söldner (l. c. S. 568) enthält 1 l Frauenmilch 63,6 g Lactoseanhydrit, 2,44 g Asche, 0,5 g Citronensäure, 31,1 g Fett und 19,5 g Eiweiss und unbekannte Stoffe.

Söldner's Analyse mit einem Aschengehalt von 0,244% stimmt mit den von König 0,25% und Bunge 0,244% so gut überein, dass Bunge's Aschenanalyse als Durchschnittswerth der einzelnen Aschenbestandtheile angesehen und zum Vergleich mit unserer physikalisch-chemischen Analyse herangezogen werden kann.

Es ist in einem Liter Frauenmilch enthalten

	nach Bunge		nach König
K_2O	0,824 g (9 Analys.)	entspr. 0,0175 Molen K	0,0185 Molen K
Na_2O	0,261 g (9 ")	" 0,0084 " Na	0,0074 " Na
CaO	0,335 g (2 ")	" 0,0060 " Ca	0,0074 " Ca
MgO	0,0645 g (2 ")	" 0,0016 " Mg	0,0013 " Mg
Fe_2O_5	0,0048 g (2 ")	" 0,00006 " Fe	
	1,4893 g	0,0335 Molen Kat.	0,0346 Molen Kat.
Cl	0,477 g (7 Analysen)	entspricht 0,01315 Molen Cl'	
P_2O_5	0,4705 g	" 0,00662 " PO_4'''	
	0,9475 g		0,00977 Molen Anionen.

Ausführlicher als es bei der Kuhmilch geschah wollen wir für die Frauenmilch durch Combination der Gefrierpunktsbestimmung wie der Leitfähigkeitsbestimmung mit der chemischen Analyse folgende drei Rechnungen anstellen.

1. Rechnung. Aus der Gefrierpunktsniedrigung lässt sich die Zahl der im Liter enthaltenen Moleküle berechnen. Das sind $\frac{0,589}{1,85} = 0,3183$ Molen im Liter Frauenmilch.

Berechnen wir aus der chemischen Analyse die Zahl der Moleküle, so sind 63,6 g Lactoseanhydrid $\frac{63,6}{342} = 0,1859$ Molen.

Aus der Aschenanalyse berechnen sich 0,0335 Molen Kationen, dazu die gleiche Menge Anionen würde geben 0,0670 Molen Ionen. Das ist die grösste Zahl Molen, welche sich aus der Asche berechnen lässt. Sicher sind weniger vorhanden. Wir nahmen 0,0335 Molen Anionen an, obwohl aus der Aschenanalyse nur 0,02 Molen Anionen berechnet wurden, doch fehlen hierbei die in der alkalisch reagirenden Milch nothwendigerweise vorhandenen Hydroxyl-Ionen OH' , ferner können auch mehrwerthige Anionen da sein, wie zweierwerthige Ionen HPO_4'' und dreierwerthige PO_4''' , welche zwei respective drei einwerthige Kationen binden, so erklärt sich,

dass die Zahl der aus der Analyse berechneten Kationen mit der Zahl der Anionen nicht übereinstimmt, obwohl doch beiderseits gleichviel Valenzen Elektrizität da sind. Für unsere Rechnung aber kommt nur in Betracht, dass wir jedenfalls durch Verdoppelung der Zahl der Kationen die Gesamtzahl der Ionen eher zu hoch, keinesfalls zu niedrig berechnet haben.

Den 0,318 durch die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung nachgewiesenen Molen stehen also nur 0,253 Molen als grösste Zahl aus der chemischen Analyse berechnet gegenüber. Das heisst:

In der Frauenmilch sind mehr osmotisch wirkende Moleküle vorhanden, als wir nach der chemischen Analyse aus dem Asche- und Milchezuckergehalt berechnen können.

2. Rechnung. Die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit giebt ein Maass für die Zahl der vorhandenen Ionen. Aus der Aschenanalyse sehen wir, dass der Hauptantheil durch die K- und Cl-Ionen gebildet wurde. Suchen wir nun eine KCl Lösung von der gleichen specifischen Leitfähigkeit wie die Milch sie hat, und berechnen für diese die Anzahl der Ionen, so wird auch in der Milch ungefähr die gleiche Zahl Ionen anzunehmen sein. Eine specifische Leitfähigkeit von 22,6, die wir als Mittelwerth für die Frauenmilch fanden, hat ungefähr auch eine $\frac{1}{60}$ normale KCl Lösung. (Bei der Eichung der Widerstandsgefässe [siehe Anhang] wurde die specifische Leitfähigkeit von $\frac{1}{60}$ normal KCl Lösung bei 18° nach Ostwald mit $22,44 \cdot 1,063 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{2} = 23,8 \cdot 10^{-8}$ in Rechnung gesetzt.)

Bei einer Verdünnung wie die $\frac{1}{60}$ normale KCl Lösung ist, also 0,02 g mol KCl pro Liter, können wir eine vollständige Dissociation des Chlorkaliums annehmen, und demnach würde die Lösung 0,04 Molen in Ionenform enthalten. Ebensoviele Frauenmilch anzunehmen. Während also die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der Frauenmilch auf einen Gehalt von 0,04 Molen in Ionenform schliessen lässt, wurden aus der chemischen Analyse als grösst mögliche Zahl der Ionen 0,067 Molen berechnet. Es geht hieraus hervor:

Von den anorganischen Salzen der Frauenmilch ist ein Theil in neutralen, den elektrischen Strom nicht leitenden, wahrscheinlich auch organisch gebundenen Molekülen vorhanden.

3. Rechnung. Die Gefrierpunktserniedrigung ergiebt 0,318 Molen, osmotisch wirksame Moleküle, die Leitfähigkeitsbestimmung lässt auf 0,04 Molen Ionen, also elektrisch leitende Moleküle schliessen, es bleiben demnach 0,278 Molen

osmotisch wirkende, aber den elektrischen Strom nicht leitende Moleküle. Ziehen wir von diesen noch die Milchezuckermoleküle ab, so bleiben 0,092 Molen; neutrale anorganische Moleküle können nach Rechnung $2(0,067 - 0,04) : 2 = 0,0135$ Molen vorhanden sein, oder auch $0,067 - 0,04 = 0,27$ Molen anorganische Moleküle in organischer Bindung, folglich bleiben jedenfalls noch 0,063 Molen neutrale, nicht leitende, osmotische Moleküle organischer Natur, für welche die chemische Analyse nur noch Fett und „Eiweiss und unbekannte Stoffe“ übrig hat. Fett kommt osmotisch wirkend nicht in Betracht, bleibt also nur Eiweiss und unbekannte Stoffe.

Es müssen daher entweder die Eiweissmoleküle der Frauenmilch osmotisch wirksam sein und folglich ein relativ kleines Molekulargewicht haben oder es giebt in der Frauenmilch noch unbekannte, osmotisch wirksame Moleküle.

III. Theil.

Vergleich zwischen Kuh- und Frauenmilch.

Im Gegensatz zu den bisherigen Vergleichen der Kuh- und Frauenmilch, die stets auf die Constatirung eines Unterschiedes zwischen beiden hinausliefen, können wir aus unseren Untersuchungen auch einmal, wenigstens in einem Punkte eine Uebereinstimmung feststellen. Diese betrifft die Gefrierpunktserniedrigung und damit auch die Molekülzahl und den osmotischen Druck.

	Gefrierpunktserniedrigung	Molekülzahl eines Liters Milch	osmotischer Druck bei 0°
Kuhmilch	0,562°	0,304 Molen	6,8 Atmosphären
Frauenmilch	0,589°	0,318 „	7,1 „

0,589° ist der Mittelwerth von 23 Einzelbestimmungen der Gefrierpunktserniedrigung von Frauenmilch, 0,562 Mittelwerth für Kuhmischmilch; die Differenz zwischen beiden 0,027° ist bei weitem geringer als die Differenzen der extremen Werthe $0,630 - 0,545 = 0,115$ bei der Frauenmilch und $0,580 - 0,525 = 0,055$ bei der Kuhmilch.

Diese Uebereinstimmung des osmotischen Druckes der Frauen- und Kuhmilch, die sich auch, wie aus Tabelle II ersichtlich, auf die Ziegenmilch erstreckt (0,588°), ist eine auffallende Erscheinung, zumal auch Hühnereiweiss, Blut und Fleischsaft annähernd denselben osmotischen Druck haben wie die Milch, was ich¹⁾ schon 1895 auf Grund zahlreicher Ver-

1) H. Koepe, Ueber Osmose. Deutsche med. Wochenschr. 1895. Nr. 34.

suche mit dem Hämatokrit festgestellt und seitdem in weiteren Untersuchungen durch Gefrierpunktsbestimmungen bestätigt gefunden habe. In wie weit diese Beobachtung für die Ernährungslehre bedeutsam und wichtig erscheint, ist hier nicht zu erörtern, eben so wenig wie die physiologisch hochinteressante Thatsache, dass Blut, Blutserum und Milch desselben Thieres auch denselben osmotischen Druck haben. Es wird zwar noch einer langen Reihe von Untersuchungen bedürfen, aber schon jetzt können wir als sehr wahrscheinlich voraus sagen, dass dieselben uns zu einer bestimmten Vorstellung über den Vorgang der Milchsecretion selbst oder wenigstens über wichtige, die Milchsecretion beeinflussende Momente führen werden. So gewonnene Anschauungen werden dann nicht als blosse Theorie zu discutiren sein, sondern als Ausgangspunkt dienen für die Forschungen mit dem Ziele, unseren Nachkommen in vermehrtem Maasse als bisher den Genuss der Mutterbrust zu verschaffen. Auf diese Weise wollen unsere vergleichenden Milchuntersuchungen von einem unvergleichlich höheren Gesichtspunkte aus betrachtet sein, als wenn sie uns nur eine neue Fabrikationsmethode eines Ersatzmittels liefern sollen. Diese Frucht wird uns von selbst in den Schooss fallen, und wir werden dafür dankbar sein, denn entbehrlich wird sie nie werden.

Kehren wir zu der beobachteten auffallenden Thatsache zurück, dass der osmotische Druck der Frauen- und Kuhmilch gleich ist, trotzdem doch der Gehalt beider Milchen an Einzelbestandtheilen: Eiweiss, Zucker und vor allem Salzen so verschieden ist, so drängt sich die Frage auf, wodurch diese Gleichheit ermöglicht sei. Gleichheit des osmotischen Druckes ist bedingt durch Gleichheit der Molenzahl in der Maasseinheit. Es müssen also in beiden Milchsorten gleichviel osmotisch wirksame Moleküle sein; mit Vernachlässigung der Eiweissmoleküle muss demnach die Summe der Salz- und Zuckermoleküle in der Frauenmilch dieselbe sein wie in der Kuhmilch. Enthält nun die eine Milch mehr Moleküle der einen Art, z. B. Zucker als die andere Milch, so muss sie dafür weniger Moleküle der anderen Art, also der Salze haben, mithin die zuckerreiche Milch wird entsprechend salzärmer sein und umgekehrt. Dieses Wechselverhältniss zwischen Milchzucker und Salzen lässt sich in der That aus den Analysen feststellen. Es tritt nicht nur bei Vergleichung der Frauen- und Kuhmilch zu Tage, sondern lässt sich, wenn auch in geringerem Maasse, auch bei den Einzelanalysen beider Milcharten erkennen, wie Tabelle VIII zeigt.

Obgleich aus der Tabelle das Vorhandensein einer Wechselbeziehung zwischen Salz- und Zuckergehalt der Milch sich

Tabelle VIII.

Wechselbeziehung zwischen Milchzucker und Aschegehalt nach Söldner's Analysen.

Frauenmilch			Kuhmilch		
Analysennummer	Asche	Milchzucker	Analysennummer	Asche	Milchzucker
11	0,18	7,28	21	0,67	5,0
3	0,18	7,3	22	0,69	4,4
6	0,19	7,5	15	0,71	4,8
1	0,20	7,3	23	0,72	4,5
13	0,22	6,67	16	0,74	4,8
2	0,24	6,7	19	0,76	4,6
7	0,24	6,6	18	0,77	4,6
8	0,25	6,3	17	0,86	3,5
4	0,26	6,7	14	0,87	2,1
12	0,34	5,7	20	0,93	3,3
5	0,36	6,0			

klar erkennen lässt, so können wir aus ihr doch nicht ersehen, ob sie so einfach ist wie wir vermutheten, nämlich dass die Summe der Salz- und Zuckermoleküle constant ist. Das hat darin seinen Grund, weil die Analyse uns nicht die Zahl der Salzmoleküle angiebt und wir dieselbe auch nicht wie für Milchzucker berechnen können, da die Analyse sich auf den Aschegehalt bezieht, nicht auf die Salze, auch nicht die Salze der Asche einzeln angiebt, sondern insgesamt.

Deshalb können wir unsere Ueberlegungen durch die Analyse nicht streng zahlenmässig, sondern nur dem Sinne nach bestätigt finden.

Bis zu einem gewissen Grade giebt die Bestimmung des Aschegehaltes doch auch einen Werth für den Salzgehalt insofern, als wir bei höherem Aschegehalt auch auf höheren Gehalt an gelösten anorganischen Salzen schliessen können. Es finden sich daher auch in der aschereichen Kuhmilch mehr anorganische Salze in Ionenform als in der aschearmen Frauenmilch. Der Durchschnittswerth für die Leitfähigkeit der Kuhmilch mit 43,8 ist fast noch einmal so gross als der für die Frauenmilch mit 22,3, danach dürfen wir auch die Zahl der Ionen absolut genommen in der Kuhmilch als doppelt so gross annehmen als in der Frauenmilch. Vergleichen wir dagegen die Zahl der aus der Leitfähigkeit bestimmten Ionen mit der aus der Asche berechneten grösstmöglichen Zahl der Ionen, so finden wir bei der Kuhmilch 0,072 Ionen Molen vorhanden, 0,215 Molen Ionen aus der Asche berechnet, bei der Frauenmilch 0,04 Molen Ionen vorhanden und 0,067 Molen Ionen berechnet. Das Verhältniss der vorhandenen zu den möglichen anorganischen Ionen ist demnach

bei der Kuhmilch 1:3, bei der Frauenmilch 1:2 oder mit anderen Worten: der relative Gehalt der Kuhmilch an Ionen ist kleiner als der der Frauenmilch; von den Salzen der Kuhmilch sind mehr Moleküle nicht dissociirt als es bei den Salzen der Frauenmilch der Fall ist.

Noch ein weiterer Unterschied zwischen Frauen- und Kuhmilch ist zu beachten. Aus der chemischen Analyse berechneten wir die Zahl der im Liter vorhandenen Moleküle und bei der Kuhmilch fanden wir die Zahl der berechneten Molen nicht im Widerspruch mit der Zahl der wirklich vorhandenen aus der Gefrierpunktsdepression bestimmten. Bei der Frauenmilch jedoch zeigt sich zu unserer Ueberraschung ein Deficit der berechneten Molenzahl gegenüber der wirklich vorhandenen, bestimmten. Selbst wenn wir die Salze der Aschenanalyse vollständig dissociirt annehmen, was in Wirklichkeit nicht zutrifft, wir also mit einer zu grossen Zahl, nämlich 0,067 Molen Ionen rechnen, dazu 0,002 Molen Citronensäure und 0,186 Molen Lactoseanhydrit zusammenzählen, erhalten wir mit 0,255 Molen doch nicht die Gesamtzahl derselben, welche mit 0,318 Molen aus der Gefrierpunktsbestimmung sich ergibt. Diese 0,063 Molen unbekannter Art, welche, wenn sie überhaupt in der Kuhmilch, doch keinesfalls in so grosser Zahl vorhanden sind, weisen uns auf einen Unterschied zwischen Frauen- und Kuhmilch hin, der durch einfache Manipulationen sich wohl schwerlich ausgleichen lässt. Können wir doch jetzt nur Vermuthungen über diese unbekannteren Moleküle aussprechen. Sicher ist nur, dass sie organischer Natur und dass sie osmotisch wirksam sind, denn durch letztere Eigenschaft wurde ihre Gegenwart nachgewiesen. Aus dieser Eigenschaft geht aber auch hervor, dass sie ein relativ niedriges Molekulargewicht haben müssen. Ob die unbekannteren Moleküle aber zur Gruppe der Kohlehydrate gehören oder Eiweisse sind, darüber muss die chemische Analyse Aufschluss geben, welche in den letzten Jahren gleichfalls nicht nur die Verschiedenheit der Eiweisskörper der Frauen- und Kuhmilch immer wieder nachwies, sondern auch das Vorhandensein bisher unbekannter Körper in der Frauenmilch feststellte. Diese Erfahrungen stimmen also mit unseren Schlüssen überein. Dabei will ich aber nicht vergessen, nochmals hervorzuheben, dass die gewonnenen Zahlen als unanfechtbar erst dann angesehen werden können, wenn von derselben Milch die chemische und die physikalische Analyse ausgeführt und die hierbei gewonnenen Zahlen der Rechnung zu Grunde gelegt wurden; dabei werden die Zahlenwerthe wohl eine Correction erfahren, doch das Princip und Schlussresultat der Rechnung wird das gleiche sein.

IV. Theil.

Verwerthung der Untersuchungsergebnisse zu Betrachtungen über die künstliche Ernährung der Säuglinge.

Wie schon eingangs erwähnt, sollen unsere Untersuchungen nicht zur Aufstellung von Vorschriften dienen, vielmehr soll vorher erörtert werden, wie die bisherigen Methoden der Säuglingsernährung von den neu gewonnenen Gesichtspunkten aus betrachtet sich verhalten.

Eine der wesentlichsten Vorschriften, die Kuhmilch der Frauenmilch ähnlich zu machen, ist das Zusetzen von Wasser zur Kuhmilch. Es ist ohne Weiteres klar, dass ein Zusatz von Wasser, dessen osmotischer Druck den Werth Null kaum übersteigt, zu einer Lösung den osmotischen Druck derselben erniedrigt. Da nun Kuh- und Frauenmilch denselben osmotischen Druck haben, so wird ein Wasserzusatz zur Kuhmilch deren osmotischen Druck erniedrigen und in diesem Punkte die Uebereinstimmung beider Milchen stören, die Kuhmilch der Frauenmilch nicht ähnlich, vielmehr unähnlich machen. Die Verwendung einer Nahrung von osmotisch geringem Druck da, wo eine Nahrung von hohem Druck normal ist, kann nicht ohne Nachtheil sein, wir kommen folglich aus rein theoretischen Ueberlegungen zu derselben Vorschrift, welche die praktische Erfahrung lehrt: Von starker Verdünnung der Kuhmilch ist abzurathen. Wenn wir aber doch aus bestimmten Gründen verdünnen müssen, so darf das, um die Gleichheit des osmotischen Druckes nicht zu stören, nur mit einer Flüssigkeit geschehen, welche denselben osmotischen Druck hat wie die Frauenmilch. Wählt man dazu eine Milchezuckerlösung, so muss diese wie die Milch etwa 0,318 Molen enthalten, also eine 11,5%ige sein. Heubner's letzte Vorschrift¹⁾ lautet: 500 g beste Musterstallmilch, dazu 250 g Zusatzflüssigkeit, letztere hergestellt aus einer Abkochung von 1 Theelöffel Mehl und 30 g Milchezucker. Sehen wir von dem geringen Salzgehalt des Mehles ab, so ist die Zusatzflüssigkeit im Wesentlichen eine 12%ige Milchezuckerlösung, stimmt also mit der theoretisch verlangten vollkommen überein. Es entspricht demnach die Heubner'sche $\frac{2}{3}$ Milch in Bezug auf den osmotischen Druck vollkommen der Frauenmilch.

Fragen wir danach, in welchem Grade durch den Wasserzusatz Gefrierpunktserniedrigung und Leitfähigkeit verändert werden, so lassen sich diese Verhältnisse am leichtesten übersehen bei einer Verdünnung zu gleichen Theilen, die auch

1) Heubner, Säuglingsernährung und Säuglingsspitäler. Berlin. 1897. S. 19.

praktisches Interesse hat. Untersucht wurden drei Proben: 50 ccm Milch von den in den Protokollen unter Nr. 1—3 angeführten Milchproben werden mit 50 ccm destillirten Wassers gemischt, darauf Gefrierpunkterniedrigung und Leitfähigkeit bestimmt. Die Versuche ergaben:

Tabelle IX.

Mit gleichen Theilen Wasser verdünnte Milch			Dieselbe Milch unverdünnt		
Protokollnummer	Δ	l	Protokollnummer	Δ	l
53	0,300	26,5	1	0,550	42,7
54	0,275	26,9	2	0,545	43,8
55	0,280	26,8	3	0,550	43,2

In den Untersuchungsergebnissen fällt auf, dass die erhaltenen Werthe nicht genau die Hälften der Werthe für die unverdünnte Milch sind. Obgleich in einen Liter verdünnter Milch mit dem $\frac{1}{2}$ Liter Milch auch nur die Hälfte der Moleküle eines Liters Milch gelangten, zeigt doch die Gefrierpunkterniedrigung der verdünnten Milch, dass mehr als die Hälfte der Moleküle der unverdünnten Milch da sind, d. h. durch die Verdünnung mit Wasser hat die Zahl der Moleküle eines Liters Milch zugenommen, desgleichen hat auch die Zahl der Ionen zugenommen. Die Erklärung dieser Beobachtung giebt einfach die Thatsache, dass mit dem Grade der Verdünnung die Dissociation der Salze zunimmt, aus einem neutralen Molekül werden zwei oder mehr Ionen, also muss sowohl die Zahl der Ionen, als auch die Gesamtzahl der Molen zunehmen. Durch diese Verdünnung der Milch mit Wasser zu gleichen Theilen ist die Kuhmilch in Bezug auf die Leitfähigkeit der Frauenmilch ziemlich ähnlich gemacht worden, in Bezug auf den osmotischen Druck freilich wieder unähnlich, soll diese Ungleichheit vermieden werden, so müssen wir eine Flüssigkeit zusetzen, von der Leitfähigkeit Null aber von gleichem osmotischen Druck wie die Frauenmilch, das ist wieder die 11 $\frac{1}{2}$ %ige Milchzuckerlösung.

Gleichfalls als eine zu gleichen Theilen mit Wasser verdünnte Kuhmilch, bei welcher nur der Fettgehalt auf sinnreiche, mechanische Weise anstatt vermindert erhöht wird, ist die Gärtner'sche Fettmilch anzusprechen. Bei dieser hätten wir demnach ähnliche Werthe zu erwarten. Untersuchungen von Proben solcher Milch aus der „Fettmilch-Sterilisir-Anstalt Vilbel“, welche ich in vorschriftsmässig verschlossenen $\frac{1}{4}$ -Literfläschchen erhielt, ergaben folgende Resultate:

Tabelle X.
Gärtner's Fettmilch.

Protokollnummer	Δ	l 10 ⁺⁸
56	0,368	32,0
57	0,293	27,5
58	0,280	27,0

In der That finden wir fast dieselben Zahlen wie bei der halb verdünnten gewöhnlichen Milch, nur sind sie etwas höher, weil die Milch nicht mit destillirtem Wasser, sondern mit Brunnenwasser verdünnt wurde, welches selbst, da salzhaltig, einen wenn auch kleinen osmotischen Druck hat. Um der Gärtner'schen Fettmilch wieder den osmotischen Druck der unverdünnten Milch zu geben, kann gleichfalls Milchzucker zugesetzt werden. Die Menge des Milchzuckerzusatzes pro Liter Fettmilch lässt sich folgendermaassen berechnen: Nehmen wir an, die Gefrierpunkterniedrigung der Fettmilch betrage 0,310° (Mittel aus den drei Bestimmungen), für Frauenmilch war $\Delta = 0,589^\circ$, demnach besteht eine Differenz von 0,279°. Einer Depression von 0,279° entspricht ein Molengehalt von $\frac{0,279}{1,85}$ oder 0,15 Molen $\frac{0}{100}$. Diese 0,15 Molen wollen wir durch Milchzuckermoleküle ersetzen, das sind $0,15 \cdot 360 = 54$ g Milchzucker. Um also einen Liter Gärtner's Fettmilch auf denselben osmotischen Druck zu bringen, den die Frauenmilch hat, sind ca. 50 g Milchzucker auf den Liter Milch nothwendig. Wir sehen, dass diese Forderung von etwas über 50 g Milchzucker pro Liter mit Gärtner's Vorschrift von 35 g pro Liter nicht so gut übereinstimmt, wie wir bei Heubner's $\frac{2}{3}$ -Milch feststellen konnten.

Beim Vergleichen der künstlichen Säuglingsernährung mit der Ernährung an der Brust wäre schliesslich noch ein Moment besonders hervorzuheben, welches wie bei früheren Untersuchungen der Frauenmilch auch bei den meinigen zu Tage tritt. Ich meine die relative Inconstanz in der Zusammensetzung der Frauenmilch. Diesen Punkt hat u. A. schon Biedert besonders hervorgehoben, aber durch meine Untersuchungen erfährt er eine eigene besondere Beleuchtung. Biedert sagt (l. c. S. 84): „Unter den Einzelmilchen aber sind die Schwankungen gross; z. B. im N der Frauenmilch von 0,129—0,192, im Fett von 1,67—3,35 fast zu gleichen Zeiten nach der Geburt. Dagegen hält wieder jede Frau für sich die Eigenschaften ihrer Milch mit grosser Zähigkeit fest, z. B. relativ grossen Gehalt an N, an Fett, eine Individual-

eigenthümlichkeit, die ich auch bei der Kuhmilch zeigen werde. Es ist also lächerlich, wenn man sich an mittlere Muttermilchanalysen klammern, und unrichtig, wenn man quantitativen Verhältnissen eine sehr weitgehende Bedeutung beilegen will.“ Ganz das gleiche Verhalten ist in Bezug auf den osmotischen Druck und die Leitfähigkeit zu beobachten: Für die einzelnen Milchproben sehr grosse und sehr kleine Werthe bei Milch verschiedener Frauen, für die Milch derselben Frau verhältnissmässig kleinere Schwankungen. Doch sind diese Schwankungen immerhin recht deutlich und nicht nur an verschiedenen Tagen, sondern auch an demselben Tage zu verschiedenen Stunden. Auf den Einfluss der Nahrung der Mutter auf ihre Milch ist schon oben hingewiesen worden. Diese Inconstanz, dieser continuirliche Wechsel wesentlicher Bestandtheile der Frauenmilch gilt nach unseren Untersuchungen also auch für den Gehalt der Milch an Milchzucker und Salzen. Entsprechend der eigenthümlichen und gesonderten Stellung der Salze in der Ernährungslehre verlangt dieser Umstand auch eine spezielle Betrachtung.

Sehen wir noch davon ab, welche Bedeutung die Salze für die Resorption der Nahrung haben, und halten wir uns allein an die Thatsache, dass der Milchzucker und die Salze es sind, welche der Milch den Geschmack verleihen, so kann es durchaus nicht gleichgiltig sein, ob tagaus und -ein eine Nahrung von gleichem oder wechselndem Geschmacke verabreicht wird. Die natürliche Ernährungsweise wird das Richtige angeben: Da finden wir die natürliche Nahrung, die Frauenmilch für den Säugling, die Kuhmilch für das Kalb, vollständig wechselnd in ihrem Geschmack, sei es nun, dass mit dem Wechsel ein besonderer Zweck in Bezug auf die Ernährung des Säuglings erreicht wird, oder sei es, dass der Anfangs zufällige Wechsel nun von dem darauf angewiesenen, daran gewöhnten Säugling verlangt wird. Im Gegensatz hierzu wissen wir aus der Erfahrung, dass eintönige Kost, also hauptsächlich solche von immer gleichem Geschmack bei vollkommen ausreichendem Nährgehalt einen ungünstigen Einfluss auf die Ernährung hat. Dieser ungünstige Einfluss eintöniger Kost tritt aber nicht allein zu Tage bei Personen, die wirklich durch das Geschmacksorgan die Einförmigkeit der Kost empfinden, wie es bei den Insassen von Gefängnissen der Fall ist, sondern er macht sich auch bemerklich bei Geisteskranken, welche durch die Schlundsonde ernährt werden.

Wie verhält sich nun die künstliche Ernährung der Säuglinge in Bezug auf diesen Punkt? Der Einwand, dass die Säuglinge ja noch nicht schmecken, fällt weg, denn so gut die Geisteskranken nichts schmecken, aber doch auf die Geschmack-

losigkeit der Nahrung reagiren, so gut kann dies auch bei den Säuglingen zutreffen. Seit der Naturforscherversammlung 1881 in Salzburg wird der Hauptwerth allgemein auf eine möglichst gleichmässig zusammengesetzte Milch gelegt. Dieses Ziel haben wir erreicht durch das Mischen der Milch möglichst vieler Kühe, gleicher Art, gleicher Stallhaltung und dergl. mehr. Auf der Naturforscherversammlung in Braunschweig 1897 lag eine Tabelle der Untersuchungsergebnisse der sterilisirten Milch der Braunschweiger Molkerei aus: Die Milch dieser Molkereigenossenschaft, eine Milch von 350—400 Kühen, für deren Haltung und Fütterung, wie auch für die Gewinnung und Behandlung der Milch genaue und strenge Vorschriften bestehen, zeigt eine ganz ausserordentliche Constanz des specifischen Gewichts und Fettgehaltes. Vom Januar 1892 bis August 1897 schwanken die monatlichen Untersuchungsergebnisse für das specifische Gewicht zwischen 1,029 und 1,032, wobei noch von 68 Fällen 52 auf die Mittelzahlen 1,030 und 1,031 kommen. Der Fettgehalt schwankt zwischen 3,05 und 3,60. Ebenso findet sich bei Biedert (l. c. S. 165): „Alles gleicht die grosse Zahl der unter einander gemischten Verschiedenheiten in der Handels- und Marktmilch aus, so dass Jahre hindurch z. B. drei grosse Milchanstalten in Strassburg das gleichmässige Resultat einer Milch von 1,032 specifischen Gewichts und 10—11% Rahm ergaben (Krieger's Jahrbuch der Med.-Verw. in Elsass-Lothringen, II—V) — eine Stetigkeit, wovon auch bei gleichmässiger Fütterung eine Kuh gerade das Gegentheil liefert.“ Wie aus unseren Tabellen ersichtlich ist, verschwinden bei der Mischmilch auch die grossen Unterschiede in dem osmotischen Druck und der elektrischen Leitfähigkeit der Milch einzelner Thiere und der Milch zu verschiedenen Tageszeiten. Die noch gebliebenen geringen Schwankungen der Mischmilch von 44 Kühen würden wahrscheinlich noch kleiner ausgefallen sein, wenn es Mischmilch von mehreren Hundert Kühen gewesen wäre.

Aus dieser beinahe ganz gleichmässigen Mischmilch wird nun die Säuglingsnahrung für den ganzen Tag auf einmal hergestellt und die einzelnen Portionen im Soxhletapparat sterilisirt und aufgehoben. Die Portionen eines Tages sind also absolut gleich und eine sorgsame Mutter (zuweilen auch ein Vater und Kinderarzt) wachen mit peinlicher Angst darüber, dass ein wie alle Tage die Zubereitung gleichmässig erfolgt unter Handhabung von Waage und Maasscylinder. So sehen wir, dass im Gegensatz zu der natürlichen Ernährung, bei welcher zwischen den einzelnen Mahlzeiten eine reichliche und mannigfaltige Abwechslung der Nahrung in ihrem Gehalt an Fett, Eiweiss,

Milchzucker und auch den Salzen statt hat, bei der künstlichen Ernährung eine absolute Gleichheit der täglichen Einzelmahlzeiten besteht und auch die Abwechslung der Nahrung einzelner aufeinander folgender Tage auf ein Minimum beschränkt ist.

Freilich wird ja in der Praxis die angestrebte gleichmässige Ernährung nur in den seltensten Fällen in dieser idealen Form durchführbar sein und durchgeführt werden, sonst wäre ihre Schädlichkeit schon eher zu Tage getreten, auf keinen Fall erfolgt die gleichmässige Ernährung viele Monate hindurch. Die Zahl der verschiedenen Methoden ist zu gross, als dass auch bei gutem Gedeihen des Säuglings bei der einen Methode nicht doch einmal eine andere versucht würde, die angeblich noch bessere Resultate erzielen soll, vielleicht manchmal nur eben darum, weil gewechselt wurde. Heubner (l. c. S. 4) zeigt, wie mannigfaltig die Methoden der künstlichen Ernährung sind je nach Neigung der Aerzte u. s. w., und wie doch treffliche Erfolge erzielt werden, zum mindesten für eine Reihe von Monaten. Zur Erklärung dieser Thatsache macht Heubner „darauf aufmerksam, dass auch die natürliche Ernährung nicht nach einem ganz strengen Schema abläuft“, und zeigt dann, wie verschieden qualitativ und quantitativ die Nahrung der Mutterbrust für den Säugling ist. Es sei daher nicht wunderbar, dass auch bei der künstlichen Ernährung recht verschiedene tägliche Nahrungsmengen Zunahme bewirken, und der Säuglingsdarm mit sehr verschieden zusammengesetzten Nahrungsmitteln fertig wird. Nach den Ueberlegungen oben sollte es vielmehr wunderbar erscheinen, wenn eine ideale gleichmässige Nahrung auf die Dauer bekommen sollte. In der That mehren sich jetzt, wo durch die grossen Molkereien monatelange Ernährung mit Dauermilch, deren dauernde gleichmässige Zusammensetzung die Prospecte ganz besonders hervorheben, ermöglicht und durch den Soxhletapparat für jeden Tag erreicht wird, die Zahl der Beobachtungen, dass diese Art der Ernährung Unzuträglichkeiten mit sich bringt, deren Ursache in dem langen Sterilisiren der Milch gesucht wird. Aus meiner Praxis und der befreundeter Collegen kenne ich eine Reihe von Fällen, Säuglinge, die mit Gärtner's Fettmilch genährt, nach anfänglich vortrefflichem Gedeihen nach einigen Monaten erst „die Fettmilch nicht mehr nehmen“, später mit Verdauungsstörungen zu thun hatten, die nach blossem Milchwechsel sofort gehoben waren. Das häufige Auftreten der Barlow'schen Krankheit wird gleichfalls mit der Ernährung mittelst sterilisirter Milch in directen Zusammenhang gebracht, da die meisten Kinder mit dieser Krankheit durch sterilisirte oder Gärtner's Fettmilch ernährt wurden, wie

z. B. die sieben Fälle Mennig's¹⁾ im Alter von wenigen Monaten bis 1¼ Jahr. Diese wurden alle mit sterilisirter Milch aus Elmshorn ernährt, die Milch war tadellos (wahrscheinlich tadellos im Sinne von gleichmässig guter Beschaffenheit) und alle genasen nach Wechsel der Nahrung, den Mennig als Hauptbedingung zur Genesung erklärt. Direct auf die Einseitigkeit der Nahrung als muthmassliche Krankheitsursache weist Liebe²⁾ hin, dessen Ausführungen sich theilweise mit meinen decken. — Wie bei der Barlow'schen Krankheit wird ja auch bei dem Scorbut ein ursächliches Moment in der monatelangen gleichförmigen Nahrung gesucht. In wie weit die Beteiligung der einzelnen Salze in Frage kommt, sei es einmal dass welche fehlen, ein anderes Mal welche zu viel da sind, darüber können wir einige Klarheit erst dann zu erlangen hoffen, wenn wir über die Functionen der einzelnen Salze im Körperhaushalte uns bestimmte Vorstellungen gebildet haben, wahrscheinlich wird auch die Aufeinanderfolge im Genuss der einzelnen Salze ein wesentlicher Factor sein.

Obwohl es mir selbstverständlich und eigentlich überflüssig erscheint, möchte ich doch noch, um nicht missverstanden zu werden, hinzufügen, dass ich mit meinen Ausführungen durchaus nicht einem leider nur zu häufig geübten planlosen Wechseln in der Ernährungsweise das Wort reden will, vielmehr nur darauf hinweisen möchte, dass Einseitigkeit, Schablonenwesen gleichfalls gewisse Gefahren in sich birgt.

-
- 1) Münch. med. Wochenschrift 1895. S. 970.
2) Münch. med. Wochenschrift 1896. S. 30.

Anhang.

Bestimmung der Gefrierpunktniedrigung.

Die Bestimmungen wurden mit dem Beckmann'schen Gefrierapparat ausgeführt, dessen Zusammensetzung am besten aus der beigegebenen Zeichnung zu ersehen ist. Der Gang der Untersuchung war folgender: Im Voraus erfolgte die Einstellung des „Beckmann'schen Thermometers mit willkürlichen Ziffern“. Die Skala dieses Thermometers umfasst $5-7^{\circ}\text{C}$., jeder Grad ist in 100 Theile getheilt und jeder Theil so gross, dass mit der Lupe noch Tausendstel Grade abgelesen werden können, in den meisten Fällen jedoch verzichtete ich auf solche genaue Ablesung und schätzte nur Vierteltheilstriche. Das obere Ende der aus der Quecksilberkugel führenden Capillare ist umgebogen und zu einem Reservoir erweitert; kehrt man das Thermometer um, so fällt das Quecksilber aus der Kugel und in das Reservoir, dann dreht man das Instrument wieder vorsichtig um und hält die Quecksilberkugel in Eiswasser von circa $2-5^{\circ}\text{C}$.; das Quecksilber zieht sich zusammen aus dem Reservoir in die Capillare; erfolgt keine Verkleinerung mehr des im Reservoir hängenden Quecksilbers, so wird dieses durch einen kurzen Schlag des Thermometers gegen die flache Hand zum Abreissen von dem Quecksilberfaden in der Capillare gebracht und fällt auf den Boden des Reservoirs. Bringt man jetzt das Thermometer in Wasser von 0° , so bleibt der Quecksilberfaden auf einem bestimmten Punkt der Skala stehen. Bei Zimmertemperatur steigt natürlich das Quecksilber wieder bis in das Reservoir, so dass nun in demselben ausser dem Quecksilber auf dem Boden noch eine hängende Partie vor-

handen ist. Damit dieser hängende Theil nicht abfällt und eine erneute Einstellung nöthig macht, klemmt man am besten das Thermometer in aufrechter Stellung in ein festes Stativ und bewahrt es an einem sichern vor Erschütterung geschützten Orte von einem zum andern Versuche auf. Beim Beginn des Versuchs wird das Kühlgefäss, ein starkes Batterieglas, mit kleingeschlagenem Eis- und Viehsalz beschickt, der Blechdeckel mit dem Luftmantel eingesetzt, das Ganze, um eine zu rasche Kälteabgabe zu vermeiden, mit einem Filzmantel umgeben oder einfacher in Tücher gewickelt. Als erstes ist jetzt der Gefrierpunkt des Wassers zu bestimmen. In die Gefrierröhre kommt destillirtes Wasser, soviel, dass die Quecksilberkugel des Thermometers gut vom Wasser überragt wird, die Gefrierröhre mit dem Thermometer und Rührer wird im Luftmantel befestigt und nun beständig gerührt. Das Quecksilber fällt langsam, da das Wasser sich um einige Grad unterkühlt, um so viel unter den Gefrierpunkt des Wassers; sobald die Eisbildung anfängt (was man sofort an einer Klangänderung des Geräusches beim Rühren hört), steigt das Quecksilber wieder, erst rasch, dann langsam, bleibt auf einem bestimmten Punkt stehen und fällt dann wieder. Der höchste erreichte Punkt ist der Gefrierpunkt des Wassers. Bei Verwendung des gewöhnlichen destillirten Wassers erhält man nun bei Wiederholung des Versuchs regelmässig einen höheren Werth als das erste Mal. Dies rührt daher, dass das destillirte Wasser Verunreinigungen enthält, besonders auch Gase (Kohlensäure) absorbiert hat, welche den Gefrierpunkt des Wassers erniedrigen, beim Gefrieren entweichen die Gase und darum kommt das zweite Mal ein reineres Wasser zum Gefrieren. Diesen Versuchsfehler nach Möglichkeit zu vermeiden, da die Beschaffung chemisch reinen Wassers nicht möglich, wurde jedesmal erst eine grössere Menge Wassers theilweise zum Gefrieren gebracht, das überschüssige Wasser abgossen und das Schmelzwasser des Eises zum Versuch verwendet. Gleichwohl war beim ersten Male der Gefrierpunkt meist niedriger als bei Wiederholungen. Diese erfolgten deshalb so oft bis der Gefrierpunkt constant blieb, dazu waren durchschnittlich 3-4 Bestimmungen nöthig, die letzterhaltenen constanten Werthe wurden als Gefrierpunkt des Wassers angenommen. Würden also bei vier aufeinanderfolgenden Bestimmungen die Marken abgelesen: 5,245; 5,250; 5,255; 5,255, so giebt

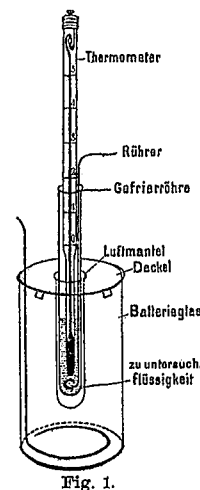


Fig. 1.

nicht das Mittel der vier Werthe, sondern nur die beiden letzten übereinstimmenden Werthe den Gefrierpunkt des Wassers an.

Hierauf erfolgte in genau derselben Weise die Bestimmung des Gefrierpunkts der Milchprobe in einer andern sorgfältig gereinigten Gefrieröhre nach gewissenhaftem Trocknen des Thermometers und Rührers kurz vor dem Einbringen in die Gefrieröhre, da beide leicht beschlagen. Auch hier waren regelmässig 3—4 Bestimmungen nöthig und nur die letzten constanten Werthe wurden benutzt, da die Abweichungen der ersten Versuche durch die absorbirten Gase bedingt sind, welche nicht immer der Milch eigenthümlich zu sein brauchen, sondern nachträglich absorhirt sein können. Die Differenz der beiden erhaltenen Werthe, z. B. für Wasser 5,255 und für Milch 4,730, ergibt die Gefrierpunktserniedrigung der Milch $\Delta = 0,525^\circ \text{C}$. Um eine zu starke Unterkühlung zu vermeiden, lässt man bei Wiederholungen der Bestimmung am Besten die Milch nur so weit wieder aufthauen, dass noch einige kleine Eiskristalle in derselben schwimmen bleiben. Es erfolgt dann das Gefrieren schneller, die Unterkühlung beträgt oft nur $\frac{1}{10}$ Grad. Die Gefrierpunktbestimmung des Wassers muss bei jedem Versuche wiederholt werden, da, auch wenn die Quecksilbermenge in Kugel und Capillare dieselbe blieb, doch durch gewisse Gründe (Änderung des Barometerstandes u. a.) an verschiedenen Tagen verschiedene Marken abgelesen werden, wie aus den Versuchsprotokollen leicht ersichtlich. Die Bestimmungen sind sehr genau und zum Versuch ist nur eine kleine Menge Milch, circa 20 ccm, nöthig.

Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit.

Die Bestimmungen erfolgten nach der von F. Kohlrausch angegebenen Methode. Da die Leitfähigkeit umgekehrt proportional dem Widerstand ist, kann man sie durch Bestimmung des Widerstandes ermitteln. Zur Bestimmung des Widerstandes eines elektrischen Leiters dient die Wheatstone'sche Brücke (Fig. 2). Vier Widerstände a , b , c , d sind in den Stromkreis des Elementes B geschaltet und quer durch ein Galvanometer G verbunden. Das Galvanometer ist stromlos, die Nadel bleibt ruhig, wenn

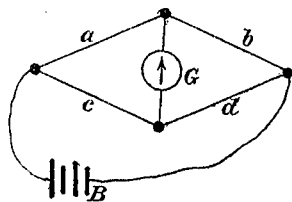


Fig. 2.

zwischen den vier Widerständen das Verhältniss besteht

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}.$$

Zur Messung des Widerstandes einer Lösung ist ein durch dieselbe geleiteter constanter Strom ungeeignet, da an den Elektroden Polarisation entsteht. Kohlrausch verwendet daher Wechselströme, ersetzt das Element durch ein Inductorium und das Galvanometer durch ein Telephon. Figur 3 zeigt die Anordnung des Apparates von Kohlrausch und lässt gleichzeitig das Grundprincip der Wheatstone'schen Brücke erkennen.

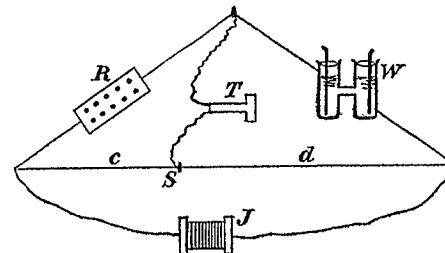


Fig. 3.

Das Telephon (T) ist stromlos, das Singen des Inductoriums (J) ist durch dasselbe nicht mehr zu hören, wenn

$$\frac{R}{W} = \frac{c}{d};$$

W ist der Widerstand der zu untersuchenden Flüssigkeit in unserem Widerstandsgefäss, R ist ein Widerstandskasten, in unserem Falle einer, der die Einschaltung von Widerständen von 1—2100 Ohm gestattete, c und d sind Theilstrecken eines 1 m langen Neusilberdrahtes, welche durch Verschieben des Gleitcontactes S variabel sind, doch mit der Beziehung, dass $c + d = \text{const} = 1000 \text{ mm}$ ist; zum bequemen Ablesen dieser Strecken gleitet der Contact auf einem in Millimeter getheilten Maassstab. Der Versuch verläuft nun folgendermaassen: Das Widerstandsgefäss wird mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt in den Stromkreis eingeschaltet, der Widerstandskasten auf eine bestimmte Zahl Ohm gestöpselt, beispielsweise 960, und nun der Gleitcontact so lange nach der einen oder anderen Seite verschoben, bis das Telephon verstummt (oder wenigstens ein Minimum erreicht), dann wird der Strom unterbrochen und die Strecken c und d auf dem Maassstabe abgelesen, sagen wir c war gleich 48 cm, dann ist $d = 52 \text{ cm}$. Nach der Gleichung $R : W = c : d$ ist $W = R \cdot \frac{d}{c}$, setzen wir unsere erhaltenen

Werthe ein, so ist $W = 960 \cdot \frac{52}{48} = 1040 \Omega$, d. h. die zu untersuchende Flüssigkeit setzt in unserem Widerstandsgefäss dem Strom einen Widerstand entgegen, der gleich 1040 Ohm

ist. Dieser beobachtete Widerstand der Untersuchungsflüssigkeit gilt aber nur für die eine Beobachtung eben in diesem Widerstandsgefäss und ist für vergleichende Messungen nur dann zu gebrauchen, wenn für alle anderen ebenfalls dieses Gefäss benutzt wird. Da das nicht möglich ist, muss für vergleichende Messungen des Widerstandes von Flüssigkeiten eine Einheit des Widerstandes festgesetzt sein. Als diese Einheit, der spezifische Widerstand, ist der Widerstand angenommen, den ein Faden der Lösung von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bietet. Für metallische Leiter haben wir als Widerstandseinheit die Siemens-Einheit, d. i. der Widerstand eines Quecksilberfadens von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0° oder das Ohm, d. i. der Widerstand eines Quecksilberfadens von 1,063 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0°. Wir können daher den spezifischen Widerstand einer Flüssigkeit entweder in Siemens-Einheiten oder in Ohm (Ω) angeben.

Kennen wir den spezifischen Widerstand der Flüssigkeit (w), so ist dann auch die spezifische Leitfähigkeit derselben (l) bekannt, da diese gleich dem reciproken Werthe des ersteren ist, nämlich

$$l = \frac{1}{w};$$

wie schon erwähnt, wurde in unserm Widerstandsgefäss nicht der Widerstand der Einheit der Flüssigkeit gemessen, sondern ein Vielfaches derselben, folglich auch nicht die Leitfähigkeit der Einheit. Um letztere, die spezifische Leitfähigkeit der Flüssigkeit (l), zu erhalten, ist die beobachtete Leitfähigkeit $L = \frac{1}{W}$ mit einem Factor (k) zu multipliciren, der für jedes Widerstandsgefäss einen bestimmten, constanten Werth hat. Dieser Zahlenfactor k , welcher die beobachtete Leitfähigkeit $L = \frac{1}{W}$ auf die spezifische l reducirt, heisst die Widerstandskapazität des Gefässes. Die Berechnung der spezifischen Leitfähigkeit aus den Versuchsergebnissen geschieht also nunmehr nach der Formel

$$l = k \cdot L = k \cdot \frac{1}{W} = k \cdot \frac{1}{R \cdot \frac{d}{c}} = k \frac{c}{R}$$

oder schliesslich

$$l = k \cdot \frac{100 - c}{R}$$

In dieser Formel ist bekannt: c die Länge der linken Theilstrecke des Neusilberdrahtes, also kurz linke Ablesung in cm, R ist die Zahl der im Rheostaten eingeschalteten Widerstandseinheiten in Ohm; unbekannt ist k die Widerstandskapazität des Gefässes, die für jedes Gefäss besonders bestimmt werden muss. Bei meinen Untersuchungen wurden bis auf 4 Bestimmungen mit Gefäss Nr. III alle mit demselben Gefäss Nr. II ausgeführt. Nr. III war für kleinere Flüssigkeitsmengen circa 25—30 ccm bestimmt, Nr. II für grössere Mengen circa 55 ccm, sie hatten die von Kohlrausch angegebenen Formen (vergl. Ostwald, Handbuch physiko-chemischer Messungen Fig. 179), die Elektroden waren vorschriftsmässig platinirt und die Aichungen des Gefässes II, d. s. die Bestimmungen der Widerstandskapazität k wurden von Zeit zu Zeit wiederholt.

Zur Bestimmung der Widerstandskapazität k des Widerstandsgefässes, also des Factors, mit dem die in dem betr. Gefäss beobachtete Leitfähigkeit (L) der Flüssigkeit zu multipliciren ist, um deren spezifische (l) zu erhalten, füllt man das Gefäss mit einer Lösung, deren spezifische Leitfähigkeit bekannt ist, und bestimmt nun die Leitfähigkeit dieser Lösung in dem Gefässe; da $L = k \cdot l$, so ist $k = \frac{l}{L}$.

Als eine solche Lösung empfiehlt Ostwald eine $\frac{1}{50}$ normale Chlorkaliumlösung, deren spezifische Leitfähigkeit bei 18° $224,4 \cdot 10^{-9}$ in Siemens-Einheiten oder $224,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063$ Ohm, bei 25° $259,4 \cdot 10^{-9}$ Siemens-Einheiten oder $259,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063$ Ohm beträgt. Es wurden demnach 7,459 g Chlorkalium, das sorgfältig einige Tage im Exsiccator getrocknet war, in 5 Liter destillirtem Wasser gelöst, und von dieser Lösung die Leitfähigkeit sowohl bei 18° als auch bei 25° bestimmt.

Bei allen Untersuchungen wurde zur Controle des Thermostaten die Temperatur der Flüssigkeit in dem Widerstandsgefäss unmittelbar vor dem Versuch (Tp. A.) und unmittelbar nach dem Versuch (Tp. E.) an einem in dieselbe gesteckten Thermometer abgelesen, Versuche mit Unterschieden über 0,2° wurden verworfen. In den Versuchsprotokollen stehen in der ersten Zeile die Werthe für R in Ohm, die Widerstände des Rheostaten, darunter folgen die Ablesungen (c) links auf der Messlatte in Centimeter, deren mindestens zwei unabhängig von einander erfolgten, von diesen unter dem Strich das Mittel, aus welchen Zahlen mit Hilfe der Ostwald'schen Tabelle die beobachteten Leitfähigkeiten (L) berechnet wurden. Das Mittel dieser beobachteten Leitfähigkeiten mit der Widerstandskapazität k multiplicirt ergab die spezifische Leitfähigkeit (in reciproken Ohm) (l) der untersuchten Flüssigkeit bei 18°.

Untersuchungsprotokolle zur Bestimmung der Widerstandskapazität k vom Widerstandsgefäß II.

I. Aichung am 23. VI. 1897.

Tp. A. 18,0. Tp. E. 18,0.

Widerstände in Ohm	R = 1400	1500	1600	1700	1800	1900
	43,6	45,5	47,2	48,6	50,2	51,6
Ablesung an der Messplatte links	c = 43,8	45,7	47,3	48,55	50,3	51,5
	43,65	45,7	47,3	48,6	50,2	51,5
	43,8	45,5	47,2	48,65	50,3	51,6
Mittel der Ablesungen	c = 43,7	45,6	47,25	48,6	50,2	51,55
Beobachtete Leitfähigkeit	L = 0,000554	0,000558	0,000559	0,000559	0,000559	0,000559
		0,000560	0,000560			

Mittel L = 0,000558

$$k_{18} = \frac{224,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000558} = 0,00040215 \cdot 1,063$$

Tp. A. 25,0. Tp. E. 25,0.

R = 1200	1400	1600	1800	2000
43,3	47,4	50,7	53,7	56,05
c = 43,6	47,4	50,7	53,6	56,35
43,6	47,3	50,6	53,7	56,4
43,5	47,3	50,8	53,7	56,4
c = 43,5	47,35	50,7	53,7	56,3
L = 0,000641	0,000642	0,000642	0,000644	0,000644
L = 0,0006426				
k ₂₅ =	$\frac{259,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,0006426} = 0,00040367 \cdot 1,063$			

Mittel von k_{18} und k_{25} $k = 0,0004029 \cdot 1,063 = 0,0004283.$

II. Aichung am 6. VII. 1897.

Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

R = 1400	1600	1800	2000
43,65	47,5	50,05	52,7
c = 43,75	47,3	49,95	52,7
43,75	47,4	50,0	52,7
L = 0,000554	0,000563	0,000555	0,000557
Mittel	0,000557		
k =	$\frac{224,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000557} = 0,00040287 \cdot 1,063$		

Tp. A. 25°. Tp. E. 25°.

R = 1000	1200	1400	1600	1800	2000
39,1	43,5	47,55	50,7	53,7	56,45
c = 39,1	43,55	47,4	50,8	53,65	56,35
39,1	43,5	47,5	50,8	53,7	56,4
L = 0,000642	0,000641	0,000646	0,000645	0,000644	0,000647
Mittel	0,000644				
k =	$\frac{259,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000644} = 0,00040277 \cdot 1,063$				
Mittel	0,00040282 $\cdot 1,063$				
k =	0,0004282.				

III. Aichung am 19. XI. 1897.

Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

R = 1800	1900	2000	1850
49,95	51,35	52,5	50,55
c = 49,95	51,3	52,55	50,5
50,0	51,35	52,55	50,55
c = 50,0	51,35	52,55	50,55
L = 0,000555	0,000555	0,000554	0,000552
Mittel	0,000554		
k =	$\frac{224,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000554} = 0,000405 \cdot 1,063$		
k =	0,0004300.		

IV. Aichung am 28. XII. 1897.

Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

R = 1600	1700	1800	1900	2000
47,05	48,5	49,9	51,3	52,65
c = 47,0	48,5	49,95	51,3	52,55
47,0	48,5	49,9	51,3	52,6
L = 0,000554	0,000554	0,000553	0,000554	0,000555
Mittel	0,000554			
k =	$\frac{224,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000554} = 0,0004050 \cdot 1,063$			

Tp. A. 25°. Tp. E. 25°.

R = 1500	1540	1580	1600
48,85	49,5	50,4	50,7
c = 48,9	49,35	50,35	50,7
48,9	49,5	50,4	50,7
L = 0,000638	0,000636	0,000643	0,000643
Mittel	0,000640		
k =	$\frac{259,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000640} = 0,0004053 \cdot 1,063$		
Mittel	0,0004051		
k =	0,0004306.		

Wenn $L = 0,001$ wie für Milch beobachtet,
dann ist bei $k = 0,0004282$ $l = 42,8 \cdot 10^{-8}$
bei $k = 0,0004306$ $l = 43,1 \cdot 10^{-8}$
also eine Differenz von 0,3.

V. Aichung am 7. I. 1898.

Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

R = 2000	1900	1800	1700
52,8	51,3	49,8	48,5
c = 52,65	51,35	49,75	48,5
52,7	51,3	49,8	48,5
L = 0,000557	0,000554	0,000551	0,000554
Mittel	0,000554		
k =	$\frac{224,4 \cdot 10^{-9} \cdot 1,063}{0,000554} = 0,000405 \cdot 1,063$		
k =	0,0004300.		

Untersuchungsprotokolle.

I. Untersuchungen von Mischmilch.

Verkaufsmilch vom Hofgut Lich, stammt von 44 Kühen, gemolken am Tage vor der Untersuchung.

Nr. 1.

28. IX. Tp. A. 18°. Tp. E. 18,1°.

					Gefrierpunkt:		
R	800	900	1000	1100	Ω	Wasser	Milch
c	44,2	47,4	50,0	52,25		5,280	4,730
c	44,2	47,4	50,1	52,25		5,285	4,745
c	44,2	47,4	50,05	52,25		5,295	4,745
L	0,000990	0,001001	0,001002	0,000994		5,295	4,745
Mittel L = 0,000997						5,295	

$$l = L \cdot 0,0004282 = 42,7 \cdot 10^{-8}$$

Gefrierpunktserniedrigung der Milch $\Delta = 0,550^\circ$ C.

Nr. 2.

2. X. Tp. A. 18,1. Tp. E. 18,1.

						Gefrierpunkt:	
R	1000	1100	900	800	1200	Wasser	Milch
c	50,55	53,15	48,15	45,0	55,15	5,283	4,735
c	50,65	53,2	48,15	45,0	55,2	5,292	4,740
c	50,6	53,2	48,1	45,0	55,2	5,295	4,750
L	0,00102	0,00103	0,00103	0,00102	0,00102	5,295	4,750
L = 0,001024						5,295	4,750

$$L \cdot k = 0,001024 \cdot 0,0004282 = l = 43,8 \cdot 10^{-8}$$

$$\Delta = 0,545^\circ.$$

Nr. 3.

6. X. Tp. A. 18°. Tp. E. 18,2°.

						Gefrierpunkt:	
R	800	900	1000	1100	1200	Wasser	Milch
c	44,55	47,8	50,0	52,6	54,95	5,250	4,700
c	44,6	47,85	50,3	52,65	54,95	5,250	4,700
c	44,6	47,8	50,2	52,6	54,9	5,260	4,700
L	0,001006	0,001015	0,001008	0,001009	0,00101	5,250	
L = 0,00101						5,250	4,700

$$L \cdot k = l = 43,2 \cdot 10^{-8}$$

$$\Delta = 0,550^\circ.$$

Nr. 4.

1. XII. Tp. A. 17,9°. Tp. E. 18°.

							Gefrierpunkt:	
R	1000	1100	900	950	980	1050	Wasser	Milch
c	50,7	53,0	48,0	49,5	50,25	51,9	5,250	4,685
c	50,6	53,0	48,05	49,55	50,2	52,0	5,270	4,695
c	50,65	53,0	48,0	49,5	50,2	51,95	5,265	4,705
L	0,001026	0,001025	0,001025	0,001031	0,001028		5,270	4,705
0,001029						5,270	4,705	
Mittel L = 0,001027							5,270	4,705

$$L \cdot k = l = 44,0 \cdot 10^{-8}$$

$$\Delta = 0,565^\circ.$$

Nr. 5.

5. XII. Tp. A. 17,9°. Tp. E. 18,1°.

						Gefrierpunkt:		
R	900	1000	1100	920	950	980	Wasser	Milch
c	49,05	51,65	54,1	49,65	50,4	50,9	5,255	4,670
c	48,95	51,5	54,2	49,7	50,35	51,1	5,270	4,690
c	49,0	51,6	54,15	49,7	50,4	51,0	5,270	4,690
L	0,001075	0,001066	0,001073	0,001074	0,001069		5,270	4,690
0,001062								
L = 0,001070								

$$L \cdot k = l = 45,8 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,580^\circ.$$

Nr. 6.

7. XII. Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

						Gefrierpunkt:	
R	1000	950	980	930	900	Wasser	Milch
c	50,95	49,55	50,35	48,9	48,25	5,260	4,685
c	50,95	49,55	50,3	48,8	48,1	5,265	4,710
c	50,95	49,55	50,3	48,85	48,2	5,270	4,715
L	0,001039	0,001033	0,001032	0,001027	0,001034	5,270	4,715
L = 0,001033						5,270	4,715

$$L \cdot k = l = 44,2 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,555^\circ.$$

Nr. 7.

11. XII. Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

							Gefrierpunkt:	
R	1000	900	950	980	1050	1100	Wasser	Milch
c	50,6	47,9	49,3	50,1	51,95	53,1	5,250	4,650
c	50,4	47,8	49,2	50,0	51,85	53,15	5,245	4,670
c	50,5	47,85	49,25	50,05	51,9	53,1	5,245	4,675
L	0,001020	0,001019	0,001021	0,001022	0,001027		5,245	4,675
0,001029								
L = 0,001023								

$$L \cdot k = l = 43,8 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,570^\circ.$$

Nr. 8.

16. XII. Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

							Gefrierpunkt:	
R	1000	1100	1020	1040	1060	1080	Wasser	Milch
c	49,35	52,2	49,8	50,4	51,15	51,8	2,670	2,110
c	49,55	51,9	49,9	50,35	51,15	51,6	2,680	2,115
c	49,45	52,15	49,85	50,4	51,15	51,7	2,680	2,115
L	0,000978	0,000990	0,000974	0,000977	0,000988		2,680	2,115
0,000981								
L = 0,000981								

$$L \cdot k = l = 42,0 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,565^\circ.$$

Nr. 9.

7. I. 1898. Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

						Gefrierpunkt:	
R	900	930	960	1000	1100	Wasser	Milch
c	48,1	48,75	49,85	50,7	53,0	3,995	3,420
c	48,15	49,0	49,55	50,85	53,15	4,000	3,425
c	48,1	48,9	49,7	50,75	53,1	4,000	3,435
L	0,001030	0,001029	0,001029	0,001030	0,001029	4,000	3,435
L = 0,001029						4,000	3,435

$$L \cdot k = l = 44,3 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,565^\circ.$$

Nr. 10.

8. I. Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

				Gefrierpunkt:	
R = 900	1000	1050	1100	Wasser	Milch
c = 47,8	50,3	51,65	52,75	3,995	3,410
c = 47,9	50,45	51,7	52,8	3,995	3,432
c = 47,8	50,4	51,7	52,8	3,998	3,430
L = 0,001017	0,001016	0,001017	0,001017	3,998	3,430
L = 0,001017				3,998	3,430

$L \cdot k = l = 43,8 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,0568^\circ$.

Nr. 11.

11. I. Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

						Gefrierpunkt:	
R = 1000	950	900	930	960	980	Wasser	Milch
c = 51,35	49,95	48,4	49,35	50,25	50,55	3,990	3,418
c = 51,2	49,95	48,5	49,3	50,2	50,6	3,992	3,418
c = 51,25	49,95	48,45	49,3	50,2	50,6	3,995	3,420
L = 0,001051	0,001050	0,001044	0,001045	0,001050		3,995	3,425
0,001046							3,425
L = 0,001047						3,995	3,425

$L \cdot k = l = 45,1 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,570$.

II. Untersuchungen von Milch einzelner Thiere.¹⁾

a. Kuhmilch.

Nr. 12.

11. IX. 1897. Milch einer gesunden, trächtigen Kuh, die im Schlachthaus geschlachtet wurde. Die Kuh war „abgemolken“. Die Milch sehr dünn.
Tp. A. 18°. Tp. E. 18,1°.

					Gefrierpunkt:	
R = 500	450	550	480	520	Wasser	Milch
c = 50,65	47,95	53,15	49,5	51,45	5,330	4,750
c = 50,6	48,05	53,18	49,6	51,5	5,330	4,755
c = 50,6	48,0	53,2	49,6	51,5	5,340	4,760
L = 0,00204	0,00205	0,00206	0,00205	0,00204	5,330	
L = 0,002050						

$L \cdot k = l = 87,7 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,570^\circ$.

Nr. 13.

19. IX. 1897. Milch einer jungen, gesunden Kuh, die auf dem Schlachthof geschlachtet wurde.

Tp. A. 18°. Tp. E. 18°.

					Gefrierpunkt:	
R = 700	650	680	720	750	Wasser	Milch
c = 50,85	48,8	50,05	51,45	52,7	5,300	4,725
c = 50,6	48,9	50,05	51,55	52,7	5,290	4,740
c = 50,75	48,9	50,05	51,5	52,7	5,300	4,740
L = 0,00147	0,00147	0,00147	0,00147	0,00148	5,295	
L = 0,00147					5,296	4,740

$L \cdot k = l = 62,9 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,556^\circ$.

1) Das Material, sowie die Angaben über die Herkunft desselben danke ich der Lebenswürdigkeit des Herrn Dr. Liebe, Thierarzts des Giessener Schlachthofes.

Nr. 14.

20. XI. 1897. Milch einer gesunden aber abgemolkenen Kuh, auf dem Schlachthof geschlachtet.

Tp. A. 18°. Tp. E. 18°. Widerstandsgefäß III.

						Gefrierpunkt:		
R = 10	11	12	13	16	15	14	Wasser	Milch
c = 39,5	42,4	44,35	45,5	53,25	52	49,1	5,280	4,715
L = 0,0653	0,0668	0,0664	0,0642	0,0711	0,0722		5,280	4,720
0,0689							5,280	4,720
L = 0,0678								4,720
k = 0,00001391							5,280	4,720

$L \cdot k = l = 94,3 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,560^\circ$.

Nr. 15.

20. I. 1898. Milch einer gesunden 4½-jährigen Kuh, auf dem Schlachthof geschlachtet.

Tp. A. 18,2°. Tp. E. 18°. Widerstandsgefäß IV.

					Gefrierpunkt:	
R = 30	32	34	33	31	Wasser	Milch
c = 48,45	50,25	51,6	50,95	49,1	3,980	3,450
c = 48,6	50,2	51,6	51,0	49,2	4,000	3,460
c = 48,5	50,1	51,7	50,85	49,2	3,990	3,450
c = 48,5	51,15	51,6	50,9	49,2	3,990	3,460
L = 0,03139	0,03143	0,03135	0,03142	0,03121	3,990	3,445
L = 0,03136						
k = 0,00001081						

$L \cdot k = l = 33,9 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,535^\circ$.

10. XII. 1897. Milch von 4 Kühen aus dem Stalle des Landwirths L. in Giessen am 9. XII. 1897 beim Abendmelken 6 Proben genommen.

Nr. 16.

Probe 1, von der I. Kuh, die ein Jahr seit dem letzten Kalben gemolken wird.

						Gefrierpunkt:	
R = 900	950	1000	1050	930	980	Wasser	Milch
c = 48,4	49,8	51,1	52,5	49,25	50,35	5,245	
c = 48,6	49,85	51,15	52,4	49,25	50,3	5,250	4,720
c = 48,5	49,8	51,1	52,5	49,25	50,3	5,255	4,730
L = 0,001046	0,001044	0,001045	0,001052	0,001043		5,255	4,730
0,001033							5,255
L = 0,001044							

$L \cdot k = l = 44,7 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,525^\circ$.

Nr. 17.

Probe 2, von der II. Kuh, fünf Monate nach dem Kalben, die ersten 100 ccm des Gemelks.

						Gefrierpunkt:	
R = 1000	900	800	840	880	950	Wasser	Milch
c = 53,55	50,85	47,7	48,95	50,15	51,75	wie bei 16	4,715
c = 53,6	50,9	47,85	49,0	50,1	51,75		4,725
c = 53,6	50,9	47,8	49,0	50,1	51,75		4,725
L = 0,001155	0,001152	0,001145	0,001144	0,001141			4,725
0,001130							5,255
L = 0,001144							

$L \cdot k = l = 49,0 \cdot 10^{-8}$; $\Delta = 0,530^\circ$.

b. Ziegenmilch (einzelner Thiere).

Nr. 26.

1. 18. XI. 1897.

R	800	850	880	830	900	Gefrierpunkt:	
c	48,4	50,2	50,9	49,4	51,6	Wasser	Milch
	48,45	50,1	50,85	49,4	51,6	5,280	4,700
	48,4	50,15	50,9	49,4	51,6	5,305	4,680
						5,305	4,690
L	0,00117	0,00118	0,00118	0,00118	0,00119	0,00118	4,700
						L = 0,00118	5,305
							4,700

$$L \cdot k = l = 50,5 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,605^{\circ}.$$

Nr. 27.

2. 19. XI.

R	1000	900	800	850	820	880	Gefrierpunkt:	
c	54,4	51,7	48,7	50,35	49,55	51,1	Wasser	Milch
	54,5	51,85	48,75	50,3	49,45	51,05	5,290	4,720
	54,45	51,8	48,7	50,3	49,5	51,1	5,295	4,710
							5,300	4,720
L	0,001195	0,001194	0,001194	0,001187	0,001190	0,001195	5,300	4,720
							5,300	4,720
							5,300	4,720

$$L \cdot k = l = 50,9 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,580^{\circ}.$$

Nr. 28.

3. 2. XII. 1897.

R	1000	900	950	1050	1100	Gefrierpunkt:	
c	50,8	48,2	49,75	52,15	53,4	Wasser	Milch
	50,8	48,35	49,7	52,15	53,2	5,245	4,710
	50,8	48,3	49,7	52,15	53,3	5,275	4,710
						5,280	4,710
L	0,001033	0,001038	0,001038	0,001040	0,001038	0,001037	5,280
							5,280
							4,710

$$L \cdot k = l = 44,4 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,570^{\circ}.$$

Nr. 29.

4. 5. XII. 1897.

R	960	940	1000	900	850	920	Gefrierpunkt:	
c	51,3	50,95	52,55	49,8	48,2	50,25	Wasser	Milch
	51,4	50,95	52,6	49,75	48,3	50,1		4,660
	51,35	50,95	52,6	49,8	48,25	50,2		4,665
								4,670
L	0,001099	0,001105	0,001110	0,001102	0,001096	0,001096		4,670
								4,670
								5,270

$$L \cdot k = l = 47,1 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,600^{\circ}.$$

III. Untersuchungen von Frauenmilch.

I. Reihe. Milch von E. M., Näherin, II. para, partus 8. II. 1897.

Nr. 30.

Probe 1, 50 ccm, abgenommen Abends am 21. XI. 1897, also am 287. Tage der Lactation.

R	96	100	110	106	104	Gefrierpunkt:	
c	50,0	50,95	53,55	52,55	52,0	Wasser	Milch
	50,05	50,85	53,45	52,4	52,05	5,230	4,650
	50,0	50,9	53,5	52,5	52,0	5,255	4,665
							4,665
L	0,01041	0,01037	0,01046	0,01042	0,01041		5,255
							4,665
							5,255

$$L \cdot k = l = 14,9 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,590^{\circ}.$$

Nr. 31.

Probe 2, vom 27. XI. 1897, nach dem Mittagsbrot (293. Tag) 60 ccm.

R	2000	2100	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	41,4	42,8	39,9	38,35	37,0	Wasser	Milch
	41,4	42,7	39,9	38,4	37,08	5,275	4,680
	41,4	42,75	39,9	38,4	37,05	5,285	4,690
						5,285	4,690
L	0,000355	0,000355	0,000349	0,000346	0,000346		5,285
							4,690
							5,285

$$L \cdot k = l = 15,0 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,595^{\circ}.$$

Nr. 32.

Probe 3, vom 9. XII. 1897, Abends 9 Uhr, 60 ccm (305. Tag).

R	1900	2000	2100	Gefrierpunkt:	
c	46,3	47,45	48,45	Wasser	Milch
	46,25	47,35	48,5		4,630
	46,3	47,4	48,5		4,630
					4,630
L	0,0004537	0,0004506	0,0004484		5,245
					4,630
					5,245

$$L \cdot k = l = 19,3 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,615^{\circ}.$$

Nr. 33.

Probe 4, vom 11. XII. 1897, früh 9 Uhr, 60 ccm (307. Tag).

R	1600	1800	2000	2100	Gefrierpunkt:	
c	39,3	42,25	45,0	46,2	Wasser	Milch
	39,25	42,0	44,8	46,1	5,250	4,645
	39,3	42,2	44,9	46,15	5,245	4,645
					5,245	4,645
L	0,000405	0,000405	0,000407	0,000408		5,245
						4,645
						5,245

$$L \cdot k = l = 17,4 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,600^{\circ}.$$

Nr. 34.

Probe 5, vom 14. XII. 1897, Mittags 2 Uhr, (310. Tag) 60 ccm.

R	2100	2000	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	45,25	43,85	42,95	41,35	40,15	Wasser	Milch
	45,2	43,95	42,8	41,4	40,0	2,672	2,080
	45,2	43,9	42,85	41,4	40,1	2,678	2,070
						2,678	2,070
L	0,000392	0,000391	0,000394	0,000392	0,000393		2,678
							2,070
							2,678

$$L \cdot k = l = 16,8 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,608^{\circ}.$$

Nr. 35.

Probe 6, vom 15. XII. 1897, Morgens 8 Uhr, 60 ccm (311. Tag.)

R	1600	1800	1900	2000	2100	Gefrierpunkt:	
c	38,15	41,35	42,55	44,0	45,25	Wasser	Milch
	38,25	41,15	42,65	43,9	45,1		2,080
	38,2	41,25	42,6	43,95	45,2		2,090
L	0,000386	0,000390	0,000390	0,000392	0,000392		2,080
		L = 0,000390				2,678	2,680

$$L \cdot k = l = 16,7 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,598^\circ.$$

Nr. 36.

Probe 7, vom 15. XII. 1897, Mittags 2 1/2 Uhr.

R	1500	1800	2000	2100	1900	Gefrierpunkt:	
c	36,0	40,55	43,3	44,45	42,05	Wasser	Milch
	36,2	40,5	43,2	44,45	41,95		2,050
	36,1	40,5	43,25	44,45	42,0		2,075
L	0,000377	0,000378	0,000381	0,000381	0,000381		2,075
		L = 0,000380.				2,678	2,075

$$L \cdot k = l = 16,3 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,603^\circ.$$

Nr. 37.

Probe 8, vom 15. XII. 1897, Abends 7 Uhr 30 Min.

R	2100	2000	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	46,35	44,9	43,5	42,0	41,0	Wasser	Milch
	46,15	45,1	43,3	42,2	40,8		2,670
	46,25	45,0	43,4	42,1	40,9		2,680
L	0,000409	0,000409	0,000404	0,000404	0,000407		2,680
		L = 0,000407				2,680	2,085

$$L \cdot k = l = 17,4 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,595^\circ.$$

Nr. 38.

Probe 9, vom 16. XII. 1897, Früh 8 Uhr.

R	2100	2000	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	45,9	44,75	43,3	41,9	40,9	Wasser	Milch
	46,0	44,6	43,25	42,0	40,55		2,078
	45,95	44,7	43,3	41,95	40,6		2,080
L	0,000405	0,000404	0,000402	0,000401	0,000403		2,080
		L = 0,000403.				2,680	2,080

$$L \cdot k = l = 17,2 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,600^\circ.$$

II. Reihe. Milch von Frau X Y, I para.

Nr. 39.

Probe 1, Milch entnommen am 4. XII. 1897, am 60. Tage der Lactation (50 ccm).

R	80	75	70	65	60	68	72	Gefrierpunkt:	
c	52,6	51,0	49,7	47,5	46,7	49,0	50,1	Wasser	Milch
	52,8	51,15	49,7	47,7	46,5	49,0	49,9		4,665
	52,7	51,1	49,7	47,6	46,6	49,0	50,0		4,660
L	0,01392	0,01393	0,01393	0,01411	0,01397	0,01454			4,660
		0,01413	0,01388					5,270	4,660

$$L \cdot k = l = 20,3 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,610^\circ.$$

Nr. 40.

Probe 2, Milch entnommen am 17. XII. 1897, 12 1/2 Uhr vor dem Mittagsbrot (60 ccm) 72. Tag.

R	2100	2000	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	53,4	51,8	50,35	49,0	47,4	Wasser	Milch
	53,3	51,75	50,25	48,9	47,4		2,080
	53,35	51,8	50,3	48,95	47,4		2,080
L	0,000544	0,000537	0,000533	0,000533	0,000530		2,080
		L = 0,000535.				2,670	2,080

$$L \cdot k = l = 22,9 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,590^\circ.$$

Nr. 41.

Probe 3, vom 17. XII. 1897, Abends (100 ccm).

R	1800	1900	2000	1950	2100	Gefrierpunkt:	
c	48,25	49,5	50,95	50,2	52,05	Wasser	Milch
	48,0	49,6	50,95	50,2	52,15		2,090
	48,1	49,55	50,95	50,2	52,1		2,095
L	0,000515	0,000517	0,000519	0,000519	0,000518		2,095
		L = 0,000518.				2,670	2,095

$$L \cdot k = l = 22,1 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,575^\circ.$$

Nr. 42.

Probe 4, vom 18. XII. 1897, Früh 10 Uhr (73. Tag) 60 ccm.

R	2100	2000	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	50,05	49,1	47,75	46,3	44,9	Wasser	Milch
	50,3	49,1	48,0	46,3	44,95		2,090
	50,2	49,1	47,9	46,3	44,95		2,090
L	0,000480	0,000482	0,000484	0,000479	0,000480		2,670
		L = 0,000481.				2,670	2,090

$$L \cdot k = l = 20,6 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,580^\circ.$$

Nr. 43.

Probe 5, vom 18. XII. 1897, Abends, 60 ccm.

R	2100	2000	1900	1800	1700	1600	Gefrierpunkt:	
c	54,45	53,0	51,85	49,95	48,4	46,75	Wasser	Milch
	54,25	53,25	51,5	50,05	48,2	46,7		2,662
	54,35	53,1	51,7	50,0	48,3	46,7		2,670
L	0,000564	0,000566	0,000563	0,000555	0,000549			2,670
		0,000547						2,670
		L = 0,000557.						2,175

$$L \cdot k = l = 23,8 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,495^\circ.$$

Nr. 44.

Probe 6, vom 19. XII. 1897, Früh 10 Uhr, 60 ccm (74. Tag).

R	2100	2000	1900	1800	1700	Gefrierpunkt:	
c	53,3	51,8	50,45	49,35	47,83	Wasser	Milch
	53,2	51,75	50,4	49,15	48,1		2,085
	53,25	51,8	50,4	49,2	48,05		2,095
L	0,000542	0,000537	0,000535	0,000538	0,000543		2,670
		L = 0,000539.				2,670	2,095

$$L \cdot k = l = 23,0 \cdot 10^{-8}; \quad \Delta = 0,575^\circ.$$

Nr. 54.

Mischmilch Nr. 2 ($\Delta = 0,545^\circ$; $l = 43,8$) + aq. dest. $\bar{a}\bar{a}$.

2. X. 1897.

$R =$	1400	1500	1600	1700	1800	Gefrierpunkt:	
						Wasser	Milch
$c =$	46,8	48,5	50,1	51,7	53,05		5,000
	46,85	48,5	50,1	51,78	53,0		5,015
$c =$	46,85	48,5	50,1	51,7	53,0		5,020
$L =$	0,000628	0,000628	0,000628	0,000627	0,000629	0,000627	5,020
						$L = 0,000628.$	5,295
							5,020

$$l = 26,9 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,275^\circ.$$

Nr. 55.

Mischmilch Nr. 3 ($\Delta = 0,550^\circ$; $l = 43,2$) + aq. dest. $\bar{a}\bar{a}$.

$R =$	1500	1600	1700	1800	1900	Gefrierpunkt:	
						Wasser	Milch
$c =$	48,45	50,0	51,4	53,3	54,6		4,970
	48,45	50,0	51,35	53,3	54,5		4,970
$c =$	48,45	50,0	51,4	53,3	54,5		4,970
$L =$	0,000625	0,000625	0,000622	0,000634	0,000630		5,250
						$L = 0,000627.$	4,970

$$l = 26,8 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,280^\circ.$$

VI. Proben von Gärtner's Fettmilch aus der „Fettmilch-Sterilisir-Anstalt Vilbel“.

Nr. 56.

7. I. 1898.

$R =$	1300	1500	1400	1350	Gefrierpunkt:	
					Wasser	Milch
$c =$	49,05	52,8	51,0	50,1		
	49,1	52,85	51,0	50,0		3,995
$c =$	49,1	52,8	51,0	50,05		4,000
						4,000
$L =$	0,000742	0,000746	0,000744	0,000742		4,000
					$L = 0,000743.$	4,000
						3,632

$$L \cdot k = l = 32,0 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,368^\circ.$$

Nr. 57.

8. I. 1898.

$R =$	1300	1500	1700	1600	Gefrierpunkt:	
					Wasser	Milch
$c =$	45,25	48,85	52,05	50,6		
	45,1	49,1	52,1	50,65		3,700
$c =$	45,2	49,0	52,1	50,6		3,705
						3,705
$L =$	0,000642	0,000640	0,000640	0,000640		3,998
					$L = 0,000640.$	3,705

$$L \cdot k = l = 27,5 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,293^\circ.$$

Nr. 58.

11. I. 1898.

$R =$	1600	1500	1700	1550	Gefrierpunkt:	
					Wasser	Milch
$c =$	50,15	48,55	51,85	49,35		
	50,05	48,4	51,6	49,25		3,695
$c =$	50,1	48,5	51,7	49,3		3,715
						3,715
$L =$	0,000628	0,000628	0,000629	0,000627		3,995
					$L = 0,000628.$	3,715

$$L \cdot k = l = 27,0 \cdot 10^{-8}; \Delta = 0,280^\circ.$$