

II. Aus dem Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.
(Direktor: Geh. Med.-Rath Prof. Dr. R. Koch.)

**Ueber das Verhalten der Typhusbazillen in
der Milch und deren Produkten.**

Von Oberstabsarzt a. D. Dr. R. Bassenge.

(Schluss aus No. 38.)

II.

Die zu den Erwärmungsversuchen benutzte Milch wurde stets, wie die oben mitgetheilten Auszüge aus den Versuchsprotokollen ergeben, mindestens nach 24 Stunden noch einmal auf das Vorhandensein von Typhusbazillen untersucht. Diejenige Milch, in der sich noch Typhusbazillen hatten nachweisen lassen, wurde noch längere Zeit aufbewahrt, um festzustellen, wann Typhusbazillen nicht mehr in ihr enthalten waren. Die erwärmt gewesene Milch war nichts weniger als steril, sondern wurde stets durch Bakterienthätigkeit innerhalb sehr kurzer Zeit sauer, nicht selten schneller, als die gleichzeitig im Versuch beobachtete rohe Milch, ein Umstand, der dadurch zu erklären sein dürfte, dass gerade die Milchsäurebakterien durch kurze und nicht zu starke Erwärmung durchaus nicht geschädigt werden, sondern noch üppiger sich

entwickeln. Der Umstand, dass die Typhusbazillen aus dieser erwärmt gewesenen, schnell sauer werdenden Milch sehr bald verschwanden, regte zu der Untersuchung an, welche Umstände die Vernichtung der Typhusbazillen hervorriefen.

Da nun auf den von dieser Milch ausgestrichenen Platten sich massenhaft Saprophyten, besonders aber viel Milchsäurebakterien fanden, so konnte man sich mit der häufig beliebten Erklärung der Ueberwucherung der Typhusbazillen durch andere Bakterien abfinden. Ein solcher Vorgang ist aber nicht recht zu verstehen. Eine Ueberwucherung einer oder mehrerer Bakterienarten über eine andere und damit die Vernichtung dieser letzteren, ist oft zweifelhaft. Es deuten im Gegentheil deshalb angestellte Beobachtungen daraufhin, dass eine Vernichtung von Bakterien durch alleinige Ueberwucherung anderer Bakterien schwerlich stattfindet. Man hätte sich auch mit der Erklärung begnügen können, dass Typhusbazillen zwar noch in der Milch vorhanden gewesen seien, dass aber irgend welche andere, noch unbekannte Umstände ihren Nachweis derartig erschwerten, dass er mit den bis jetzt bekannten Untersuchungsmethoden nicht möglich sei. Abgesehen davon, dass ausserordentlich sorgfältig untersucht worden ist, wird dieser Einwand noch dadurch hinfällig, dass bei Neueinsaat von Typhusbazillen in grossen Mengen in die sauer gewordene Milch auch diese in kurzer Frist binnen 24 Stunden schon nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Es musste die Ursache daher in einem anderen, noch nicht genügend berücksichtigten Umstand gesucht werden. Sehr naheliegend war es, für das Verschwinden der Typhusbazillen die Säurebildung verantwortlich zu machen. Wir haben es beim Sauerwerden der Milch mit einer ganzen Anzahl Säuren: Milchsäure, Buttersäure, Ameisensäure und flüchtigen Fettsäuren zu thun. Es liegen auch schon eine ganze Reihe von Untersuchungen vor über das Verhalten von Typhusbazillen bei Zusatz verschiedener Säuren zum Nährboden.

Dass die Reaktion des Nährbodens von entscheidender Bedeutung für das Wachstum der Typhusbazillen ist, ist schon seit ihrer Entdeckung bekannt und ist auch später von allen Forschern, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, hervorgehoben worden.

Buchner¹⁾ bemerkte, dass der Erfolg einer Aussaat von Typhus vom Grade der Azidität des Nährbodens wesentlich mitbedingt ist. Nach Schiller²⁾ hatte die Reaktion der Kartoffeln einen wesentlichen Einfluss auf das Wachstum der Typhusbazillen, auf alkalischen Kartoffeln zeigte der Typhus ein entschieden üppigeres Wachstum. Seitz³⁾ vermuthete einen Einfluss des Magensaftes auf Typhusbazillen; Verdauungssalzsäure (0,3:1000) vermochte jedoch in einem von ihm angestellten Versuche eine sehr kräftig entwickelte reichliche Menge von Typhusbazillen auch nach dreitägiger Einwirkung nicht zu bewältigen. Sehr eingehend hat sich Kitasato⁴⁾ mit der Frage des Verhaltens der Typhusbakterien in säurehaltigen Nährböden befasst. Für die vorliegenden Untersuchungen ist von besonderem Interesse die von ihm festgestellte Thatsache, dass Milchsäure in einem Prozentgehalt von 0,4 ccm im Nährboden Typhusbazillen abtödtet, desgleichen Ameisensäure bei einem Prozentgehalt von 0,35.

Bezüglich der Milchsäure bestätigt Köhler⁵⁾ die von Kitasato gemachte Erfahrung. Letzterer⁶⁾ hatte ausserdem die interessante Thatsache festgestellt, dass die Lebensdauer der Choleraabakterien in der Milch von der Reaktion abhängig ist, und dass diese um so schneller zu Grunde gehen, je schneller die Milch sauer wird.

In neuester Zeit hat Liefmann⁷⁾ das Verhalten von Typhusbazillen Säuren gegenüber praktisch zur Verbesserung gesundheitsschädlichen Trinkwassers zu verwenden gesucht und festgestellt, dass Typhusbazillen durch sehr geringe Säuremengen im Wasser in einer praktisch brauchbar kurzen Zeit abgetödtet werden.

Ueber das Vorkommen von Typhusbazillen in saurer Milch liegen ebenfalls eine Anzahl Untersuchungen vor.

Der Grad der Azidität der betreffenden saueren Milch scheint

¹⁾ Dr. H. Buchner, Ueber die vermeintlichen Sporen der Typhusbazillen. Centrblatt für Bakteriologie 1888, Bd. IV, S. 356. — ²⁾ Dr. Schiller, Beitrag zum Wachstum der Typhusbazillen auf Kartoffeln. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt 1889, Bd. V, S. 312. — ³⁾ Seitz, a. a. O. S. 39. — ⁴⁾ Kitasato, Ueber das Verhalten der Typhus- und Choleraabakterien zu säure- und alkalihaltigen Nährböden. Zeitschrift für Hygiene 1888, Bd. III, S. 408. — ⁵⁾ Köhler, Ueber das Verhalten der Typhusbazillen gegenüber verschiedenen chemischen Reagentien, insbesondere Säuren, Alkalien und Anilinfarbstoffen. Zeitschrift für Hygiene Bd. XIII, S. 54. — ⁶⁾ Kitasato, Das Verhalten der Choleraabakterien in der Milch. Zeitschrift für Hygiene Bd. V, S. 491. — ⁷⁾ H. Liefmann, Untersuchungen über die Wirkung einiger Säuren auf gesundheitsschädliches Trinkwasser. Freiburg i. Br. 1902.

jedoch niemals genauer festgestellt worden zu sein. In den Beobachtungen von Bolley und Field¹⁾ wird zum Beispiel nur mitgeteilt, dass Typhus in saurerer Milch nach fünf Tagen nachweisbar war, nach zehn Tagen nicht mehr; in Buttermilch war der Befund nach zwei Tagen positiv, nach fünf Tagen negativ. Auch Untersuchern wie Heim, van Geuns, G. Fränkel und Kister u. A. war das abweichende Verhalten der Typhusbazillen in saurerer Milch nicht entgangen. Das Verschwinden der Typhusbazillen aus saurerer Milch gab daher zu folgenden Versuchen Veranlassung:

1. Es wurden abgemessene Mengen Bouillon mit Milchsäure in verschieden starker Menge versetzt und mit Typhus infiziert.

2. Es wurden 24stündige Typhusbouillonkulturen in abgemessener Menge der Einwirkung von Milchsäure in verschieden starker Menge ausgesetzt. Nach 24stündiger Einwirkung wurden den Bouillonröhrchen Proben entnommen und in der oben beschriebenen Weise auf das Vorhandensein von Typhusbazillen untersucht. So wurden die entwicklungshemmenden und die keimtödtenden Eigenschaften der Milchsäure für Typhus festgestellt. In derselben Weise wurde das Verhalten der Buttersäure und der Isobuttersäure gegenüber den Typhusbazillen geprüft. Das Ergebniss dieser Untersuchungen veranschaulichen die nachstehenden Uebersichten.

Entwicklungshemmung der Typhusbazillen durch Milchsäure in 24 Stunden.

No.	Bouillon	Milchsäure	Typhuseinsaat	Typhuswachstum
1	10 ccm	0,1 %	1 Oese	+++
2	10 "	0,2 "	"	+
3	10 "	0,3 "	"	—
4	10 "	0,4 "	"	—
5	10 "	0,5 "	"	—

Controlle: starkes Typhuswachstum.

Abtödtung der Typhusbazillen durch Milchsäure in 24 Stunden.

No.	Typhusbouillonkultur	Milchsäure	Typhusnachweis
1	10 ccm	0,1 %	++++
2	10 "	0,2 "	+++
3	10 "	0,3 "	—
4	10 "	0,4 "	—
5	10 "	0,5 "	—

Controlle: Typhuswachstum unbeeinträchtigt.

Entwicklungshemmung der Typhusbazillen durch Buttersäure in 24 Stunden.

No.	Bouillon	Buttersäure	Typhuseinsaat	Typhuswachstum
1	10 ccm	0,1 %	1 Nadel	+++
2	10 "	0,2 "	"	—
3	10 "	0,3 "	"	—
4	10 "	0,4 "	"	—
5	10 "	0,5 "	"	—

Controlle: starke Typhusentwicklung.

Abtödtung der Typhusbazillen durch Buttersäure in 24 Stunden.

No.	Typhusbouillonkultur	Buttersäure	Typhusnachweis
1	10 ccm	0,1 %	++
2	10 "	0,2 "	—
3	10 "	0,3 "	—
4	10 "	0,4 "	—
5	10 "	0,5 "	—

Controlle: Typhuswachstum unbeeinträchtigt.

Entwicklungshemmung der Typhusbazillen durch Isobuttersäure in 24 Stunden.

No.	Bouillon	Isobuttersäure	Typhuseinsaat	Typhuswachstum
1	10 ccm	0,1 %	1 Oese	+
2	10 "	0,2 "	"	+
3	10 "	0,3 "	"	—
4	10 "	0,4 "	"	—
5	10 "	0,5 "	"	—

Controlle: starke Typhusentwicklung.

Abtödtung der Typhusbazillen durch Isobuttersäure in 24 Stunden.

No.	Typhusbouillonkultur	Isobuttersäure	Typhusnachweis
1	10 ccm	0,1 %	+
2	10 "	0,2 "	+
3	10 "	0,3 "	—
4	10 "	0,4 "	—
5	10 "	0,5 "	—

Controlle: Typhuswachstum unbeeinträchtigt.

¹⁾ a. a. O.

Aus diesen mit dem gleichen Erfolge wiederholten Versuchen ergibt sich somit, dass ein Gehalt an Milchsäure und Isobuttersäure von mehr als 0,2 % in Nährbouillon und an Buttersäure von mehr als 0,1 % bei einer Einwirkungsdauer von 24 Stunden die Typhusentwicklung nicht nur hindert, sondern auch die bereits in reichlicher Menge vorhandenen Typhusbazillen vollkommen vernichtet. Bei den Versuchen mit Milchsäure wurde mehrfach beobachtet, dass auf den blauen Lackmus-Milchzuckeragarplatten Typhuskolonien sich innerhalb einer vollkommen röthlich verfärbten Umgebung befanden, während auf den Controllplatten die Umgebung der Typhuskolonien stets tiefblau war. Die röthliche Verfärbung war jedenfalls der Einwirkung der in der Bouillon noch enthaltenen Milchsäure zuzuschreiben.

Die Prüfung vermittelt der blauen Lackmus-Milchzuckeragarplatten war auch bei den Entwicklungshemmungsversuchen notwendig, da der Zusatz von Milchsäure, besonders aber auch der von Buttersäure in den Bouillonversuchen eine Trübung auch bei geringem Prozentgehalt hervorrief, sodass bei makroskopischer Betrachtung nicht leicht zu erkennen war, ob diese Trübung durch Typhuswachstum oder durch den Säurezusatz bedingt war. Die durch den Säurezusatz bedingten Trübungen sanken bei längerem Stehen als ein grobflockiger, gelblicher Niederschlag zu Boden. Der Niederschlag erwies sich als eine strukturlose Masse ohne Bazillen und ohne Krystalle; zum Theil war er in Salzsäure löslich. Seine Bestandtheile waren demnach Kalksalze, Purinbasen und dergleichen. Die Trübungen und Fällungen bildeten sich beim Milchsäurezusatz zur Bouillon erst nach längerem Stehen, beim Buttersäurezusatz sofort an der Berührungszone der Flüssigkeitsschichten und wurden ebenfalls nach dem Umschütteln und gründlichem Durchmischen bei längerem Stehen stärker. Diese Trübungen waren naturgemäss proportional dem Säurezusatz, und man konnte schon bei grobsinnlicher Betrachtung der einzelnen Röhrchen diese in der aufsteigenden Reihe dem Säurezusatz entsprechend auf dem Reagenzglasgestell aufstellen.

Die Nutzenanwendung dieser Versuche auf die Feststellung des Vorhandenseins von Typhusbazillen in Milch war sehr einfach. Der Säuregrad einer mit Typhusbazillen beschickten Milch wurde in bestimmten Zeiträumen durch Austitrieren mit Normalnatronlauge bestimmt und auf Milchsäure berechnet. Der Fehler bei der Berechnung auf Milchsäure konnte nicht nennenswerth sein, weil die Milchsäure an dem Sauerwerden der Milch den Hauptantheil hat, und die Fettsäuren nur eine nebensächliche Rolle dabei spielen. Ausserdem ist zur Abtödtung von Typhus, wie aus den Tabellen zu ersehen, ein höherer Prozentgehalt an Milchsäure als Buttersäure erforderlich. Auch die sonst noch vorhandenen Säuren können eine wesentliche Bedeutung wegen ihrer geringen Menge nicht haben, und weil sie ebenfalls, wie z. B. Kitasato,¹⁾ von der Ameisensäure nachgewiesen hat, bei einem Zusatz von mehr als 0,35 % zum Nährboden die Typhusbazillen vernichten.

Allerdings muss man in Betracht ziehen, dass ausserdem durch die Gerinnung der Milch Typhusbakterien eingeschlossen und so mehr oder weniger der Säureeinwirkung theilweise entzogen werden, welche auf die durch Gerinnung eingeschlossenen Typhusbakterien nicht so stark wirken kann, als auf die freien, in der Bouillon suspendierten. In Ansehung dieser beiden Umstände muss man den auf Milchsäure berechneten Säuregrad der Milch, welcher ausreicht, Typhusbazillen in 24 Stunden zu vernichten, etwas höher annehmen, als den für Bouillon berechneten. Immerhin haben die Untersuchungen, wie auch die nachstehende Uebersicht ergibt, gezeigt, dass ein Säuregrad von mehr als 0,4 % auf Milchsäure berechnet, Typhusbazillen in der Milch innerhalb 24 Stunden unter allen Umständen sicher vernichtet.

Zunahme des Säuregrades und Abnahme der Typhusbazillen in einer künstlich infizierten, im Eisschrank aufbewahrten Milch.

1 Liter Milch, infiziert durch 1 ccm Typhusbouillon	Reaktion	Säuregrad, auf Milchsäure berechnet	Befund von Typhusbazillen	Bemerkungen
Bei Beginn des Versuches	neutral	—	++++	Grosse Mengen Begleitbakterien;
Nach 3 Tagen	schwachsauer	weniger als 0,09 %	++	Begleitbakterien reichlicher;
" 5 "	starksauer	0,27 %	+ (2 Typhuskolonien nachgewiesen)	Flockige Gerinnung, Begleitbakterien; sehr reichlich;
" 6 "	"	0,36 %	—	Klumpige Gerinnung, Bakterien wie vorher.

¹⁾ Kitasato, a. a. O.

Diese Erfahrung hatte sich bereits bei vielen anderen Versuchen bestätigt. Niemals konnten Typhusbazillen in einer Milch nachgewiesen werden, deren Säuregrad 0,4 % überschritten hatte.

Der Beweis, dass der Säuregrad die Vernichtung der Typhusbazillen bedingt und nicht irgend ein anderer Umstand, z. B. Aufzehrung des Nährbodens, konnte durch folgenden Versuch erbracht werden. Ein halbes Liter Molke, das von einem Erwärmungsversuch einer über sechs Wochen beobachteten Milch herstammte und etwa zehn Tage lang Typhusbazillen enthalten hatte, zeigte einen Säuregrad von 0,63 % und enthielt keine Typhusbazillen mehr. Von einer erneuten reichlichen Einsaat von Typhusbazillen, die durch sofortige Probeentnahme als gelungen erkannt wurde, konnten nach 24 Stunden Typhusbazillen nicht mehr nachgewiesen werden. Die Molke wurde nun mit Natronlauge neutralisirt und nochmals mit Typhusbazillen infizirt; hiernach enthielten die Aussaaten reichlich Typhusbazillen. Mit wieder zunehmender Säuerung verschwanden auch diese wieder und waren nach etwa vier Wochen, als der Säuregrad mehr als 0,27 % erreicht hatte, nicht mehr nachzuweisen. Der Versuch wurde noch einmal mit derselben Molke und genau demselben Erfolge wiederholt. In der neutralen und leicht sauren Molke hielten sich die Typhusbazillen, stärkere Säuerung vernichtete sie.

Der Beweis für die Richtigkeit der vorstehenden Beobachtung konnte noch durch einen anderen Versuch bestätigt werden. Von zwei Litern roher Milch, die mit Typhusbazillen infizirt waren, wurde der eine täglich mit Normalnatronlauge neutralisirt, während in dem anderen die natürlich fortschreitende Säuerung nicht aufgehalten wurde. Beide Kolben wurden im Eisschrank aufbewahrt. In der unbehandelten Milch zeigte sich schon nach 24 Stunden flockige, nach 48 Stunden klumpige Gerinnung. Die Menge der Typhusbazillen nahm rasch ab; nach zehn Tagen waren nur noch vereinzelte Typhuskolonien in den Aussaaten nachweisbar; nach 14 Tagen war Typhus dauernd verschwunden. In der täglich neutralisirten Milch nahm die Menge der Typhusbazillen zwar auch ab, aber bedeutend langsamer, 40 Tage nach Beginn des Versuches waren Typhusbazillen in der Milch immer noch nachweisbar; der Versuch wurde dann abgebrochen. Es gelingt also, durch Verhinderung stärkerer Säurebildung die Typhusbazillen in der Milch lebend zu erhalten. Die zum Versuch benutzte Milch musste bis zum 14. Tage täglich mit etwa 20—30 ccm Normal-Natronlauge neutralisirt werden; danach trat eine weitere Säurebildung nicht mehr ein und die Milch blieb bis zum Ende der Beobachtung schwach alkalisch. Zur Neutralisirung des zum Versuch verwendeten einen Liters Milch waren im ganzen 310 ccm Normal-Natronlauge verwendet worden.

Es mussten also, auf Milchsäure berechnet, im ganzen bei diesem Versuch etwas mehr als 2,7 % Säure neutralisirt werden. Dadurch, dass in dem zwischen zwei Neutralisirungen verflossenen Zeitraum von etwa 24 Stunden stets eine gewisse Säuremenge gebildet und dadurch eine Anzahl Typhusbazillen geschädigt oder in der Entwicklung gehemmt wurden, ist auch die erkennbare Abnahme der Typhusbazillen in der Milch zu erklären.

Demnach erscheint es wohl begründet, dass Typhusbazillen in sterilisirter Milch, welche Veränderungen ihrer Reaktion nur in unerheblichem Maasse ausgesetzt ist, sich monatelang halten können. In roher Milch dagegen gehen sie, wie wir gesehen haben, mit zunehmender Säuerung rasch zu Grunde, leider aber nicht in so kurzer Zeit, dass saure Milch, wie sie genussfertig im Handel vorkommt, stets auch typhusfrei sein muss. Eine mit Typhusbazillen infizierte Milch enthält stets zur Zeit der Verwendung für den menschlichen Gebrauch noch Typhusbazillen, auch wenn sie schon klumpige Säuerung zeigt. Die einzig mögliche Prophylaxe gegen eine Typhusinfektion durch Milchgenuss ist und bleibt die Erwärmung der Milch auf etwa 60—65° für die Dauer einiger Minuten.

Aus der Thatsache, dass die Typhusbazillen in Nährböden, welche mit mehr als 0,3 % Milchsäure, Buttersäure oder Isobuttersäure versetzt sind, innerhalb 24 Stunden zu Grunde gehen, lässt sich der Schluss ziehen, dass auch in denjenigen Produkten der Milch, die mit der Zeit einer stärkeren Säuerung unterliegen, die Typhusbazillen entsprechend schnell verschwinden, während sie in Molkereiprodukten mit Säuerung geringeren Grades sich werden längere Zeit halten können. Demnach können sich Typhusbazillen in Butter, sei es, dass dieselbe durch Benutzung infizierter Milch, sei es, dass sie durch die bei der Butterbereitung unvermeidlichen Hantirungen typhushaltig geworden ist, lange Zeit halten. Ein

Säuregrad, der genügend hoch ist, um nach den mitgetheilten Versuchen, die in der Butter befindlichen Typhusbazillen zu vernichten, verändert den Geschmack der Essbutter bereits derartig, dass dieselbe vom Genuss auszuschliessen ist. Dagegen bleiben in frischer, wohlschmeckender Butter, wenn auch Reste leicht-saurer Buttermilch in ihr enthalten sind, die Bazillen infek-tions-fähig.

Wenn für die Butterbereitung typhushaltige Milch verwendet wird, so findet eine besonders hochgradige Infektion der Butter statt. Bekanntlich wird die Milch zur Gewinnung des Milchfettes für die Butterbereitung in den Sammelmolkereien mit maschinell-em Betriebe einem scharfen Centrifugiren unterworfen. Diese Be-handlung der Milch lässt in den zum Centrifugiren verwendeten Gefässen drei scharf von einander zu trennende Schichten ent- stehen, die oberste oder Rahmschicht, die mittlere oder Mager- milch und den Rest oder Centrifugenschlamm. Es war nun von Interesse, zu prüfen, in welcher dieser drei Schichten die Typhus- bazillen nach dem Centrifugiren in besonders reichlichem Maasse vorgefunden werden. Zu diesem Zwecke wurden Theile der zu Versuchszwecken infizirten Milch in Mengen von 200—1000 ccm scharf centrifugirt, 20—30 Minuten in einer elektrischen Centri- fuge mit einer Umdrehungsanzahl von 5000 in der Minute. Bei mehreren derartigen Untersuchungen fand sich, dass die Menge der Typhusbazillen in der Rahmschicht ganz ausserordentlich die- jenige in den beiden anderen Schichten überwog, dass die Typhus- bazillen zum Theil sogar nur allein in der Rahmschicht vorge- funden, niemals aber in derselben vermisst wurden.

Vertheilung der Typhusbazillen in centrifugirter Milch:

Menge der Milch	Vor dem Centrifugiren	Nach dem Centrifugiren		
		Rahmschicht	Magermilch	Schlamm-schicht
200 ccm	Typhusbazillen spärlich	+	—	—
200 "	do.	+	—	—
500 "	Typhusbazill. sehr reichlich	sehr reichlich	nicht untersucht	reichlich
1000 "	do.	do.	+	ganz vereinzelt
1000 "	do.	do.	+	do.

Bei der aufeinanderfolgenden Herausnahme der drei Schichten aus den Centrifugengefässen nach dem Centrifugiren war es un- vermeidlich, dass einige Rahmpartikelchen an der Gefässwandung haften blieben und dann bei der Entfernung der Magermilch und der Schlamm-schicht, mit diesen beiden Schichten gelegentlich in Berührung kamen. Immerhin beweisen die mitgetheilten Versuche, dass typhushaltige Milch durch Centrifugiren selbst typhusärmer wird, und dass die Typhusbazillen vorwiegend in der Rahmschicht wiedergefunden werden.

Diese Feststellung dürfte Veranlassung geben, bei Forschungen nach der Ursache von Typhusinfektionen das Augenmerk auch auf die Möglichkeit einer Infektion durch Butter zu lenken und den Butterbezugsquellen eine grössere Aufmerksamkeit zu widmen. Nur in guter, wohlschmeckender Butter können Typhusbazillen längere Zeit ungeschädigt bleiben, während sie in verdorbener Butter durch die entstehenden Fettsäuren sehr bald vernichtet werden.

Die Ergebnisse der vorstehend mitgetheilten Untersuchungen lassen sich dahin zusammenfassen:

1. dass eine Erwärmung der Milch auf 60° C für die Dauer von fünf Minuten genügt, um etwa in der Milch enthaltene Typhusbazillen mit Sicherheit abzutöden;
2. dass für diesen Zweck thönerne Gefässe geeigneter sind, als eiserne oder Emailleblechgefässe;
3. dass das Zugrundegehen der Typhusbazillen in roher Milch durch Bildung von Säuren (Milchsäure, Buttersäure, Ameisen-säure u. a.) bedingt ist, sobald diese Säurebildung einen Prozent- gehalt von 0,3—0,4 überschreitet und länger als 24 Stunden ein- gewirkt hat;
4. dass in Buttermilch, Molke und Butter die Typhusbazillen beim Eintreffen derselben Bedingung zu Grunde gehen;
5. dass bei der Rahmgewinnung für den Butterungsprozess durch Centrifugiren die in der Milch enthaltenen Typhusbazillen grösstentheils in den Rahm übergehen und sich in demselben bis zum Eintreten der im Schlusssatz 3 mitgetheilten Bedingungen halten können, also noch zu einer Zeit darin enthalten sind, in welcher der Wohlgeschmack der Butter noch nicht beeinträchtigt ist.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Med.-Rath Prof. Dr. R. Koch für die Anregung zu dieser Arbeit und Herrn Geh. Med.-Rath Prof. Dr. W. Dönitz für das rege

Interesse und die vielfache Unterstützung durch werthvolle Rath- schläge, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus- zusprechen.
Berlin, April 1903.