

= 115°41' bis 116°11' (Mitscherlich an der *Mycose* 116°32'). — Die Zusammensetzung der Trehalose und der *Mycose* ist dieselbe, ihre Krystallform gleichfalls; über ihr Verhalten in der Wärme sind die Beobachtungen von Berthelot und Mitscherlich nur bezüglich der Temperatur, wo das Krystallwasser weggeht, unter einander abweichend. Berthelot glaubt, auch diese Verschiedenheit sei vielleicht nicht eine wesentliche. Ein erheblicherer Grund, die Trehalose nicht als identisch mit der *Mycose* zu betrachten, liegt nach ihm in der Verschiedenheit des Rotationsvermögens beider Substanzen. Er fand das der Trehalose genau dreimal so groß als das des Rohrzuckers, erheblich stärker, als Mitscherlich es für die *Mycose* gefunden.



Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulniß,
Gährung und Krystallisation;
von *H. Schröder*.



1) Im Band LXXXIX, S. 232 u. d. f. dieser Annalen habe ich in Gemeinschaft mit Dr. Th. von Dusch eine vorläufige Mittheilung über eine Reihe von Versuchen gemacht, durch welche wir constatirt hatten, dafs in durch Baumwolle filtrirter Luft frisch abgekochte Fleischbrühe nicht fault, frisch abgekochte Bierwürze nicht gährt, Schimmelbildung nicht eintritt. Aehnliche Versuche mit Fleisch ohne Zusatz von Wasser und Milch hatten uns bis dahin nur ein negatives Resultat gegeben. Nach meines Freundes von Dusch Uebersiedelung nach Heidelberg habe ich diese Versuche allein fortgesetzt. Obwohl es mir nun bis dahin noch nicht ge-

lungen ist, die geheimnißvolle Wirkung, welche die nicht erhitzte oder nicht filtrirte frische Luft bei jeder Fäulniß und Gährung, und fast eben so bei allen Krystallisationen ausübt, genügend aufzuklären, so will ich doch nicht länger anstehen, einige dieser weiteren Versuche selbst mitzutheilen, um so mehr, als ich, anderweitig vielfach in Anspruch genommen, und der Schwierigkeit der Sache selbst wegen, nicht so bald hoffen darf, dem gesuchten theoretischen Ziele um einen bedeutenden weiteren Schritt näher zu kommen.

2) Frisches Eiweiß wurde in einem Glaskolben mit Wasser vermischt und über der Spituslampe unter beständigem Schütteln bis zum Kochen erhitzt. Der Kolben wurde kochendheiß mit Baumwolle nur lose verpfropft, so daß die Baumwolle etwa eine zolllange Schicht in dem Kolbenhalse bildete. Nach 28 Tagen, bei einer Temperatur von 10 bis 15° R. im geheizten Laboratorium vom 10. December bis 8. Januar sich selbst überlassen, wurde der Kolben geöffnet. Das Eiweiß hatte das Aussehen in nichts verändert; es war vollkommen geruchlos; unter dem Mikroscope war nichts Organisirtes zu erkennen. Dasselbe Eiweiß nun am 8. Januar im offenen Kolben hingestellt, fing erst am 17. Januar an schwachen Fäulnißgeruch zu entwickeln. Frisches Eiweiß, eben so mit Wasser gekocht und im Controlkolben offen neben dem obigen am 10. December hingestellt, hatte am 18. December angefangen, Fäulnißgeruch zu entwickeln. Das 28 Tage lang in filtrirter Luft geschützte Eiweiß faulte demnach hinterher an offener Luft nicht schneller, als frisches eben abgekochtes Eiweiß. Ich habe den Versuch mit Eiweiß in ähnlicher Weise mehrmals wiederholt; er hat immer das gleiche Resultat gegeben.

3) Es war von Interesse, zu untersuchen, ob vielleicht das Ozon die Fäulniß einleite. Zur Untersuchung dieser Frage versah ich einen Kolben mit frischer Eiweißlösung mit

einem doppelt durchbohrten, in Wachs getränkten, luftdicht schließenden Kork. Durch beide Bohrungen ging eine unter einem rechten Winkel gebogene Glasröhre. Die eine derselben wurde mittelst eines Caoutchoucrohres mit der Röhre eines zweiten Kolbens verbunden, der eben so mit einem doppelt durchbohrten Kork versehen und mit verdünnter Schwefelsäure zum Theil gefüllt war. Durch seinen Kork gingen außerdem luftdicht zwei bis in die verdünnte Schwefelsäure tauchende Platindrähte, deren hervorragende Enden mit einer Smeeschen Batterie verbunden werden konnten, um durch den galvanischen Strom ozonhaltiges Knallgas entwickeln und zugleich mit filtrirter Luft in den Eiweißkolben saugen zu können. Der Schwefelsäurekolben war andererseits mit dem mit Baumwolle gefüllten Filtrationsrohre, der Eiweißkolben ebenfalls mit einem Filtrationsrohre, und dieses mit einem Aspirator in Verbindung gesetzt. Die angesaugte Luft mußte also erst durch Baumwolle passiren, trat dann in den Schwefelsäurekolben, mischte sich hier mit ozonhaltigem Knallgas, trat von hier in den Eiweißkolben, und von da wieder durch eine Schicht Baumwolle in den Aspirator. Die zweite Filtration war zur Vorsicht angebracht, weil der Aspirator nicht Tag und Nacht ununterbrochen saugte. Die Vorrichtung wurde am 1. Juni aufgestellt, nachdem der luftdichte Verschluss aller Verbindungen hergestellt war, die Eiweißlösung zum Kochen gebracht, auch die Schwefelsäure und die Verbindungsröhren des Eiweiß- und Säurekolbens erhitzt, nochmals auf den luftdichten Verschluss geprüft, und dann der Aspirator und die Batterie täglich während ein paar Stunden in Gang gesetzt. Am 18. Juli, also nach 38 Tagen, erwies sich das Eiweiß unverändert; das Aussehen war völlig das anfängliche, keine Spur von Geruch, nichts Organisirtes unter dem Mikroskop.

Es ist durch diesen Versuch wohl außer Zweifel gesetzt, daß es das Ozon nicht ist, welches die Fäulniß einleitet.

4) Auch reines Eiweiß, ohne Wasserzusatz, in einem Kolben zum Gerinnen gebracht und bis zu anfangender Bräunung an der Berührungsfläche mit dem Glase vorsichtig erhitzt, wenn der Kolben heiß mit Baumwolle verpfropft wurde, erhielt sich unverändert.

Ich werde im Folgenden der Kürze wegen nur sagen : „unter Baumwolle“, um damit anzudeuten, daß eine Substanz im Glaskolben bis zum Kochen erhitzt, heiß mit Baumwolle lose verpfropft und dann sich selbst überlassen wird.

5) Eigelb, mit Wasser angerührt, erhielt sich bei wiederholten Versuchen unter Baumwolle nicht. Es zersetzte sich meist eben so schnell, als an offener Luft, entwickelte fauligen Geruch, und unter dem Mikroscope waren sogar mehrmals Fibrionen wahrzunehmen. Es waren einmal die längsten, die ich bisher sah, bis 0,09 Millimeter lang.

Ich versuchte nun Eigelb auf eine höhere Temperatur als Siedehitze zu erhitzen. Eigelb mit Wasser wurde in ein Glasrohr eingeschmolzen und im Oelbad längere Zeit bis 160° C. erhitzt. Nach der Abkühlung wurde das Glasrohr geöffnet, das Eigelb in einen Kolben geleert, wieder aufgekocht und heiß mit Baumwolle lose verpfropft. Es blieb vom 27. Juli bis 20. September sich selbst überlassen und zeigte sich beim Öffnen am 20. September völlig frisch und unverändert. Bei einem gleichzeitigen Versuche blieb jedoch nun auch eine Probe Eigelb, mit Wasser im Kolben nur bis 100° C. längere Zeit erhitzt und heiß mit Baumwolle verpfropft, ebenfalls unverändert. Der Geruch beim Öffnen war völlig der von frisch gekochtem Hühnerfleisch.

Mit Eigelb gelingt der Versuch demnach nur ausnahmsweise. Ob ein sehr lange fortgesetztes Kochen, oder eine Erhitzung auf mehr als 100° dasselbe regelmäÙig gegen

Zersetzung in filtrirter Luft schützt, habe ich noch nicht durch hinreichend oft wiederholte Versuche aufser Zweifel setzen können.

6) Eben so wie Eigelb verhält sich auch die Milch. Milch in einem Kolben einige Zeit gekocht, gerinnt und fault unter Baumwolle in der Regel eben so schnell als an offener Luft. Nur tritt keine Schimmelbildung ein. Gleichwohl gelang ein andermal der Versuch vollkommen, und zwar in der nämlichen Zeit. Juli, August und September 1855, in welcher oben erwähnte Versuche mit Eigelb ausgeführt wurden. Am 24. Juli abgekocht und heiß mit Baumwolle lose verpfropft blieb Milch bis zum 20. September sich selbst überlassen. Der Rahm hatte sich natürlich auf der Oberfläche gesammelt, sonst war ihr Aussehen völlig unverändert; sie war ganz geruchlos, hatte den Geschmack frischer süßer Milch, war nicht geronnen und reagirte nicht stärker sauer, als von Anfang.

7) Ich glaubte zunächst untersuchen zu müssen, ob gewisse Bestandtheile der Milch vorzugsweise der Zersetzung auch in filtrirter Luft unterworfen seien und andere nicht.

Frische Milch wurde mit Essigsäure gefällt, der gefällte fetthaltige Käsestoff abfiltrirt und so lange mit destillirtem Wasser ausgewaschen, bis er nicht mehr sauer reagirte. Dieser Käsestoff wurde mit destillirtem Wasser nach dem Kochen am 16. Mai unter Baumwolle hingestellt und am 18. Juli geöffnet. Er war von völlig unverändertem Aussehen; das nach dem Oeffnen vom Casein abfiltrirte völlig geruchlose Wasser reagirte neutral; Essigsäure brachte in demselben keine Fällung hervor. Fett Casein erhält sich daher absolut unverändert in durch Baumwolle filtrirter Luft.

8) Von eben so mit Essigsäure coagulirter Milch wurde das Filtrat gekocht, der coagulirte Zieger (das beim Kochen des Filtrats sich ausscheidende eiweißartige Casein) abfiltrirt und so lange ausgewaschen, bis er nicht mehr sauer reagirte.

Dieser Zieger mit destillirtem Wasser gekocht blieb unter Baumwolle vom 17. Mai bis 18. Juli völlig unverändert und geruchlos.

9) Frische Milch ward wie oben mit Essigsäure coagulirt. Das Filtrat, welches den Zieger, den Zucker, etwas Essigsäure und die Salze enthielt, wurde der Probe in filtrirter Luft unterworfen. Der Zieger fiel natürlich beim Kochen als ein Coagulum heraus. Die Substanz blieb vom 16. Mai bis 18. Juli völlig geruchlos und von ganz unverändertem Aussehen. Nach dem Oeffnen wurde das Filtrat durch Gerbsäure, und durch Chlorcalcium im Kochen, präcipitirt; durch Ferrocyankalium nur beim Kochen, wodurch sich der Zieger vom gewöhnlichen Casein unterscheidet; auf dem Wasserbade eingedampft gab das Filtrat einen beträchtlichen Rückstand von Zieger. Mit der Trommer'schen Probe zeigte dasselbe die Gegenwart von Krümelzucker durch eine hellgelbe Färbung an. Es war diefs zu erwarten, da Milchzucker durch Digestion mit Essigsäure allmählig in Krümelzucker übergeht. Der alkoholische zur Trockne verdampfte Auszug des ziegerhaltigen Rückstandes dieses Filtrats reagirte ebenfalls auf Krümelzucker; er war süß und klebrig, mit Wasser versetzt reagirte er völlig neutral. Hieraus glaube ich auf die gänzliche Abwesenheit von Milchsäure schließen zu können. Ganz eben so verhielten sich die süßen, essigsäurehaltigen Molken ohne Zieger in durch Baumwolle filtrirter Luft.

10) Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß alle einzelnen Bestandtheile der Milch, der fetthaltige Käsestoff, der eiweißartige Zieger und der Zucker für sich in durch Baumwolle filtrirter Luft völlig unverändert bleiben. Worin liegt die Ursache, daß der Versuch mit der Milch selbst nur in seltenen Fällen in gleicher Weise gelingt? — Ich habe bis

jetzt keinerlei Andeutung zur Beantwortung dieser Frage gewinnen können.

11) Frische Milch wurde mit Essigsäure coagulirt, das Casein abfiltrirt und so lange ausgewaschen, bis es nicht mehr sauer reagirte. Dieses fette Casein wurde mit Rohrzuckerlösung versetzt und auf sein Verhalten unter Baumwolle geprüft. Vom 16. Mai bis 18. Juli sich selbst überlassen blieb es völlig unverändert. Es hatte keine Gasentwicklung stattgefunden; die Flüssigkeit schmeckte beim Oeffnen unverändert süß, wie frisches Zuckerwasser; sie war ganz geruchlos und völlig neutral. In filtrirter Luft gährt also Zucker nicht mit Casein. Es war gleichzeitig eine Partie desselben Caseins mit Rohrzuckerlösung in einem offenen Kolben hingestellt worden. Die Masse wurde nach und nach von Schimmel überwuchert. Sie reagirte am 18. Juli stark sauer; das Filtrat liefs beim Eindampfen einen syrupartigen, süß und scharf schmeckenden Rückstand. Das Destillat des Filtrats war völlig neutral, der Rückstand von der Destillation sehr sauer. Der Zucker ist also unter dem Einflusse des Caseins und der Schimmelbildung theilweise in Milchsäure übergegangen und es war keine flüchtige Säure gebildet.

12) Fleisch wurde an einem Leinen- oder Seidenfaden in einem Glaskolben an darüber gebundenem Draht aufgehängt. Das Dampfentwickelungsrohr eines zweiten Kolbens, in welchem Wasser zum Kochen gebracht wurde, ward eingeführt und das hängende Fleisch längere Zeit im Dampf gekocht, dann unter Baumwolle sich selbst überlassen. Mehrere in dieser Art ausgeführte Versuche mißlangen. Das Fleisch erhielt sich nicht unverändert; es hatte beim Oeffnen einen unangenehmen Talggeruch; auf der Oberfläche bildeten sich nach langer Zeit kleine weißse halbkugelförmige Concretionen, die, Anfangs für Schimmel gehalten, jedoch unter

dem Mikroscope keinerlei Organisation erkennen ließen. Diese Versuche mit Fleisch mißlangen auch an den nämlichen Tagen, an welchen die oben erwähnten Versuche mit Eigelb und Milch ausnahmsweise von Erfolg waren. Aber merkwürdiger Weise ist auch von den Versuchen mit hängendem in Dampf gekochtem Fleisch Einer gelungen. Den 10. December unter Baumwolle in einem geheizten Zimmer hingestellt und am 8. Januar geöffnet, zeigte sich das Fleisch völlig unverändert und geruchlos, beim Zerreißen ganz wie frisches gekochtes Rindfleisch riechend; es war weich und wasserhaltig, nicht ausgetrocknet.

Ich glaube bei dieser Gelegenheit in mehreren an offener Luft hingestellten Controlkolben die Beobachtung gemacht zu haben, daß gekochtes Fleisch, wenn es an einem Faden in frischer Luft aufgehängt ist, erst etwas später in Fäulniß übergeht, als liegendes Fleisch, welches mit fremden Körpern in Berührung ist. Eine ähnliche Bemerkung hat bekanntlich schon Matteucci gemacht.

13) Die im Bd. LXXXIX, S. 237 u. 239 dieser Annalen mit Fleisch und Fleischbrühe in filtrirter Luft von uns erwähnten Versuche wurden noch mehrfach wiederholt. Sie geben nicht immer ganz den gleichen Erfolg. In der That scheint, auch wenn keine Art von eigentlicher Fäulniß eintritt, in längerer Zeit mit dem Fleische doch eine Veränderung vorzugehen, indem die Faser zerfällt und die weißen sehnigen Theile nach und nach sichtbar werden. Nicht selten nimmt die Fleischbrühe in längerer Zeit einen widerlichen Fettgeruch an; die Fleischfaser zerfällt rascher; Fleischflocken steigen unter Gasentwicklung wie bei Obergährung an die Oberfläche der Flüssigkeit und sinken wieder unter, oder es bildet sich eine weiße Haut auf der Oberfläche der Flüssigkeit; die Brühe riecht dann nach dem Oeffnen beim Kochen nicht wie frische Fleischbrühe, sondern es ist ein

unangenehmer Leimgeruch beigemischt; sie giebt ein ammoniakalisches Destillat und einen sauren Rückstand. Dafs die Veränderung, welche sie erlitten hat, eine eigenthümliche, von der gewöhnlichen Fäulnifs verschiedene Gährung ist, geht daraus hervor, dafs eine solche Fleischbrühe, welche Monate unter Baumwolle aufbewahrt war und den widerlichen Fettgeruch angenommen hat, dann, der frischen Luft ausgesetzt, in kurzer Zeit diesen Geruch gänzlich verliert, nach 4 bis 5 Tagen einen angenehmen äpfelartigen Mostgeruch entwickelt und ganz wie frische Fleischbrühe erst nach etwa 8 oder 9 Tagen in stinkende Fäulnifs übergeht.

14) Frisch geschlagener Faserstoff von Kalbsblut wurde wiederholt mit Wasser geknetet und gereinigt, bis er möglichst weifs erschien, dann in bekannter Weise mit verdünnter Schwefelsäure, starkem Alkohol und Aether gereinigt und schliesslich wieder mit Wasser ausgewaschen. In Wasser nach dem Kochen unter Baumwolle hingestellt blieb dieser reine Blutfaserstoff anderthalb Jahre stehen und zeigte sich völlig unverändert.

15) Frisches Hühnerblut, mit dem Dampfrohre gekocht und coagulirt, blieb unter Baumwolle 41 Tage sich selbst überlassen. Dann geöffnet zeigte es sich völlig unverändert, der Geruch war der von frisch gekochtem Hühnerfleisch; es reagierte fast völlig neutral; hinterher an die frische Luft gestellt nahm es erst nach 11 Tagen Fäulnifsgeruch an.

16) Harn, nach dem Kochen unter Baumwolle hingestellt, blieb anderthalb Jahre sich selbst überlassen. Er war, die Concentration durch Verdunstung abgerechnet, von unverändertem Aussehen; er hatte sich nicht getrübt, die Reaction war schwach sauer, wie von Anfang. Die bekannten Reactionen auf Harnstoff traten unverändert ein. Der Versuch

mit Harn wurde mit dem gleichen Resultate ein zweitesmal wiederholt.

17) Stärkekleister, nach dem Kochen unter Baumwolle vom 27. Juli bis 20. September hingestellt, blieb völlig unverändert, war beim Oeffnen ohne Geruch und von völlig neutraler Reaction.

18) Vorstehende Versuche lassen sich dahin zusammenfassen, dafs fast alle organischen Körper, als Blut und Blutfaserstoff, Eiweifs, Casein, Zieger, Molken, Milchzucker, Krümelzucker und Rohrzucker, Stärkekleister, Harn u. s. w., bis zum Kochen in einem Kolben erhitzt und heifs mit Baumwolle lose verpfropft, Monate und Jahre lang völlig unverändert bleiben, obgleich die Luft, nachdem sie durch die Baumwolle filtrirt ist, ungehinderten Zutritt hat. Nur Fleisch und Fleischbrühe, Eigelb und Milch erhalten sich in der Mehrzahl der Fälle nicht. Schimmelbildung tritt niemals ein. Die Gährung, welche unter Baumwolle in Fleisch und Fleischbrühe entsteht, ist von der Fäulnifs an offener Luft verschieden.

19) Den Versuch einer theoretischen Erklärung dieser Thatsachen wage ich nicht. Es liegt nahe, anzunehmen, dafs die frische Luft eine active Substanz enthalte, welche die Erscheinungen der Gährung und Fäulnifs einleitet, welche durch Hitze zerstört und durch Filtration der Luft über Baumwolle aus derselben zurückgehalten wird. Ob man sich unter dieser activen Substanz in der Luft schwebende kleine mikroskopische organisirte Keime im Sinne der bekannten Hypothese Schwann's zu denken habe, oder eine bis jetzt unerkannte chemische Substanz, welche durch höhere Temperatur verändert und auf der Baumwollfaser durch Contactwirkung ausgeschieden und fixirt wird, mag dahin gestellt bleiben. Die vorstehenden Versuche setzen im Speciellen aufser Zweifel, dafs Schimmelbildung nur durch aus der Luft zugeführte Keime

oder Sporen entsteht und daß diese durch Baumwolle zurückgehalten werden. Sie sprechen dafür, daß eine Reihe spezifischer Gährungs- und Fäulnißerscheinungen durch spezifische, von der Luft zugeführte miasmatische Keime eingeleitet wird. Aber die Resultate vorstehender Versuche, namentlich die Beobachtungen an Milch und Eigelb, an Fleisch und Fleischbrühe, lassen sich nicht vollständig durch die Annahme solcher miasmatischer Keime erklären. Ueberdies giebt bei unzähligen Krystallisationserscheinungen die frische, nicht erhitzte und nicht filtrirte Luft in ähnlicher Weise den ersten Anlaß, wie zu den Gährungs- und Fäulnißerscheinungen, und es zeigen sich bis jetzt nicht zu lösende Schwierigkeiten, auch diese Wirkung der frischen Luft den von ihr zugeführten Miasmen oder mikroskopischen Keimen zuzuschreiben.

Ich gehe daher zunächst zu diesen Krystallisationserscheinungen über.

20) In Betreff der Krystallisationserscheinungen habe ich im Allgemeinen zu bemerken, daß, so weit ich sie wiederholt habe, alle die zahlreichen bis jetzt veröffentlichten Versuche mit übersättigten Lösungen, welche bei sorgfältigem *Abschluss* der Luft nach dem Kochen ausgeführt wurden, ganz eben so gut, ja viel leichter und sicherer anzustellen sind, wenn man lediglich mit einem losen Baumwollpfropfen heiß verschließt, und sonach zu den vorher erwärmten Lösungen nur filtrirte Luft treten läßt. Uebersättigte Lösungen von Glaubersalz, Soda, Bittersalz und Alaun erhalten sich unter Baumwolle sehr lange Zeit und sind eben so sicher geschützt, als wenn sie sorgfältig verkorkt wären. Mit Glaubersalz, mit Soda, mit Bittersalz scheiden sich unter Baumwolle die verschiedenen Hydrate und Modificationen aus, welche Loewel mit diesen Salzen unter entsprechenden

Verhältnissen bei sorgfältigem Abschluß der Luft erhalten hat.

21) Das Phänomen der Uebersättigung scheint in gewissem Sinne ein allgemeines Phänomen. Auch bei solchen Salzen, welche unter gewöhnlichen Umständen keine übersättigten Lösungen geben, tritt es ein, wenn man nur die Temperaturen, bei welchen beobachtet wird, hinreichend zu modificiren im Stande ist. So hat z. B. das Kochsalz zwischen 0 und 100° nahe gleiche Auflöslichkeit im Wasser; innerhalb dieses Temperaturintervalls bietet es kein Uebersättigungsphänomen dar. Bei niederer Temperatur habe ich dasselbe jedoch wahrgenommen, wie folgt. Gesättigte Kochsalzlösung wurde in einem Reagenrohr zum Kochen erhitzt und mit Baumwolle lose verpfropft. Nach dem Abkühlen wurde sie in eine Frostmischung von Schnee und Kochsalz von -19°C . eine Zeit lang eingesenkt, dann rasch herausgenommen und die Baumwolle ausgezogen. Es bildeten sich beim Zutritt der frischen Luft augenblicklich Krystalle von Chlornatriumhydrat, welche sich rasch vermehrten, und so wie sie gebildet waren mit der zunehmenden Erwärmung der Flüssigkeit sogleich wieder verschwanden. Unter -10° bietet daher das Kochsalz das Phänomen der Uebersättigung in sehr auffallendem Grade dar. Nicht immer jedoch gelingt der Versuch in angegebener Weise, weil meistens das Wasser an der inneren Wand des Reagenrohres gefriert, ehe die Lösung hinreichend abgekühlt ist.

22) Ein interessanter Versuch ähnlicher Art, den ich noch in Gemeinschaft mit meinem Freunde von Dusch ausgeführt habe, gelingt mit gewöhnlichem Brunnenwasser. Brunnenwasser wird in einem Glaskolben gekocht und heiß mit Baumwolle lose verpfropft, dann bei einer Winterkälte von -6 bis -9°C . über Nacht ins Freie vor's Fenster gestellt. Nimmt man den Kolben ins warme Zimmer und

zieht sogleich die Baumwolle aus, so erstarrt in diesem Momente das Wasser theilweise zu Eis. Mit reinem destillirtem Wasser ist uns der Versuch nicht gelungen. Dieses krystallisirt bei der gleichen Temperatur auch unter Baumwolle.

23) Es ist bekannt, daß übersättigte Lösungen sowohl als überschmolzene Körper, wie Schwefel, Phosphor u. s. w., nicht immer sogleich beim Zutritt frischer Luft, oft erst nach einiger Zeit, vorzugsweise aber dann sogleich krystallisiren, wenn sie mit irgend einem an der Luft gelegenen festen Körper berührt werden. Diese Versuche schienen dafür zu sprechen, daß kleine in der Luft schwebende feste Körper es seien, welche den ersten Anlaß zur Krystallisation geben, und in der That ist schon dem von der Luft zugeführten *Staub* die ganze Wirkung zugeschrieben worden. — Eine übersättigte Lösung von 2 Theilen krystallisirter Soda auf einen Theil Wasser erhält sich lange unverändert unter Baumwolle und krystallisirt auch beim Oeffnen und selbst beim Schütteln in der Regel erst nach längerer Zeit, so daß man Muse hat, verschiedene feste Körper auf ihr Vermögen, die Krystallisation einzuleiten, zu prüfen. Ich habe viele Versuche gemacht in der Hoffnung, irgend eine Klasse von Körpern zu finden, welchen dieses Vermögen vorzugsweise zukommt. Die verschiedensten Krystalle und amorphen Pulver, Säuren und Basen, Oxyde und Superoxyde, viele organische Körper aus der Reihe der Kohlehydrate und der Proteinstoffe, Blütenstaub, Schimmelsporen, verwesende und faulende Materien wurden geprüft; aber alle zeigten ein bestimmtes specifisches Vermögen, die Krystallisation einzuleiten, nicht; es war immer mehr oder weniger Zufall, ob ein Körnchen derselben den Anlaß gab, oder nicht; und die einzige Regel, welche sich deutlich herausstellte, war: daß sie alle wirkungslos sind, wenn ihre Oberfläche nicht einige Zeit mit

frischer Luft in Berührung war, wenn ihre Oberfläche vorher erhitzt wurde, wenn sie lange in Wasser gelegen hatten, oder nur in abgesperrter Luft getrocknet waren, mit einziger Ausnahme des Krystalles der Substanz selbst, welche in Lösung war, also hier des Sodakrystalles. Dieser kann oberflächlich erhitzt und selbst oberflächlich geschmolzen sein, gleichwohl leitet er die Erstarrung regelmässig ein.

24) Obige Thatsachen bringen nun eine grosse Schwierigkeit für die theoretische Erklärung dieser Erscheinungen bei. Die frische Luft soll die krystallerregende Wirkung dadurch üben, dass sie kleine feste Körperchen zuführt; und alle festen Körper, die man prüft, mit einziger Ausnahme des ursprünglichen Krystalles selbst, haben diese Wirkung nur, wenn sie mit frischer Luft in Berührung waren. Es ist offenbar, dass man sich hier in einem Zirkel bewegt, wenn man nicht annehmen will, dass die Luft zu jeder der mannigfaltigen Krystallisationen, welche aus unzähligen übersättigten Lösungen herausfallen, irgend einen isomorphen kleinen Krystall herbeiführt, mit welchem die Substanz wie mit ihrem eigenen Krystalle zusammenwächst. Aber selbst wenn man diese unwahrscheinliche Annahme machen wollte, so müsste noch die weit unwahrscheinlichere weitere Annahme hinzukommen, dass alle diese mannigfaltigen in der Luft schwebenden Krystallisationen bei einer 100° noch nicht einmal erreichenden Temperatur vollständig zerstört werden. Ich sehe deshalb vorerst nicht ab, wie die krystallerregende Wirkung der frischen Luft auf kleine in ihr schwebende feste Körperchen sich soll zurückführen lassen. Sind aber zur Erklärung dieser bis jetzt geheimnissvollen Wirkung der Luft auf die Erscheinungen der Krystallisation unsere bisherigen Kenntnisse ungenügend, — sind es nicht miasmatische kleine Körper, welche sie veranlassen, so wird es sehr wahrscheinlich, dass auch die gährung- und fäulniserregende

Wirkung der frischen Luft nicht allein und ganz auf solche kleine Miasmen zurückzuführen ist; denn beide Wirkungen der frischen Luft haben so viel Uebereinstimmendes, die Bedingungen, durch welche beiderlei Wirkungen verhindert werden, sind so vollständig analog, daß man schwerlich umhin kann, sie einer gemeinschaftlichen, wenn auch bis jetzt noch völlig unbekanntem Ursache zuzuschreiben.

25) Wenn ich diese krystallerregende Wirkung Induction nennen darf, so sprechen die mir vorliegenden Thatsachen dafür, daß es schwächer und stärker inducirende Wirkungen giebt, und daß die schwächer inducirenden im Stande sind, die Krystallisation der löslicheren Hydrate hervorzurufen, während nur die stärker inducirende Wirkung die minder löslichen Hydrate zur Krystallisation bringt. Die minder lösliche Krystallisation ist diejenige, deren Cohäsion der Auflösung einen kräftigeren Widerstand entgegengesetzt; sie erstmalig hervorzurufen, dazu scheint auch eine kräftigere Induction nöthig.

Aus concentrirteren Lösungen, in welchen die auflösende Kraft des Wassers der Krystallbildung einen geringeren Widerstand entgegengesetzt, bilden sich auch in filtrirter Luft die nämlichen Krystallisationen, welche aus verdünnteren Lösungen nur an offener Luft herausfallen; und aus letzteren fallen sie auch in filtrirter Luft heraus bei solchen gewöhnlich niedrigeren Temperaturen, in welchen die auflösende Kraft des Wassers vermindert ist. Alle Erscheinungen sprechen dafür, daß die inducirende Wirkung unter Baumwolle nicht völlig aufgehoben, sondern nur beträchtlich geschwächt ist. Zur Bestätigung dieser Ansicht dient außerdem die nachfolgende Zusammenstellung von Thatsachen.

26) Aus übersättigten Glaubersalzlösungen krystallisirt bei schwächerer Induction in filtrirter Luft das löslichere

Hydrat $\text{NaO}, \text{SO}_3 + 7 \text{HO}$ (Loewel). An frischer Luft führt die stärkere Induction unmittelbar die Krystallisation des minder löslichen gewöhnlichen Salzes $\text{NaO}, \text{SO}_3 + 10 \text{HO}$ herbei. Aus übersättigten Lösungen von kohlensaurem Natron bilden sich bei schwächerer Induction in filtrirter Luft zweierlei Modificationen des Salzes $\text{NaO}, \text{CO}_2 + 7 \text{HO}$ (Loewel). Bei sehr niederer Temperatur oder an offener Luft bei kräftigster Induction bildet sich das gewöhnliche Salz $\text{NaO}, \text{CO}_2 + 10 \text{HO}$ mit kleinster Löslichkeit.

Dafs auch die Modification a des Salzes $\text{NaO}, \text{CO}_2 + 7 \text{HO}$ (Loewel) einer Induction, eines ersten Anlasses zur Krystallisation bedarf, geht aus folgendem Versuche hervor. Hat man eine Reihe von Kolben mit übersättigten Lösungen von kohlensaurem Natron in solcher Concentration (etwa 2 Theile krystallisirtes kohlensaures Natron auf 1 Theil Wasser), dafs beim Oeffnen nicht sogleich Krystallisation eintritt, und Einen Kolben, in welchem die erwähnte Modification ausgeschieden ist, so kann man, wenn man vorsichtig öffnet und mit einem vorher erhitzten, also inactiv gemachten Glasstabe die Flüssigkeit, in welcher die Krystalle ausgeschieden sind, etwas aufrührt, mit diesem Glasstabe die Krystallisation der gleichen Modification in allen anderen Kolben hervorrufen. Es gelang mir einmal mit sechs Kolben hintereinander. Nicht regelmäfsig jedoch ist der Erfolg der gleiche, da häufig sogleich die Krystallisation des gewöhnlichen Salzes eintritt. Sehr oft bildet sich auch jene Modification a von $\text{NaO}, \text{CO}_2 + 7 \text{HO}$ statt des gewöhnlichen 10atomigen Salzes bei Berührung der geöffneten Lösung mit irgend einem an der Luft gelegenen festen Körper. Oft erst nach Stunden, ja Tagen, tritt dann die gewöhnliche Krystallisation ein.

27) Aus übersättigten Bittersalzlösungen wird das löslichere Hydrat $MgO, SO_3 + 6 HO$ (Loewel) nach längerer Zeit, oder bei niederer Temperatur, oder bei sehr starker Concentration der Lösungen u. s. w. auch in filtrirter Luft unter Baumwolle reducirt; dieses geht nicht selten in Folge weiterer Induction in die minder lösliche Modification b des Salzes $MgO, SO_3 + 7 HO$ (Loewel) auch in filtrirter Luft über. An frischer Luft, bei kräftigster Induction, entsteht endlich das gewöhnliche Salz $MgO, SO_3 + 7 HO$, welches die kleinste Löslichkeit hat.

Aus übersättigten Lösungen von Zinkvitriol krystallisirt, wie ich beobachtet habe, unter Baumwolle eine leichter lösliche Modification b des Salzes $ZnO, SO_3 + 7 HO$ heraus; beim Oeffnen oder bei längerer Berührung mit der stärker inducirenden frischen Luft, oder bei Berührung mit einem an der Luft gelegenen festen Körper scheidet sich sodann die minder lösliche Modification a des gewöhnlichen Zinkvitriols $ZnO, SO_3 + 7 HO$ aus der Flüssigkeit aus, und die früher gebildete Modification b setzt sich in diese um. Drei wiederholte Analysen haben den Wassergehalt der in filtrirter Luft sich ausscheidenden Krystalle übereinstimmend zu 7,07, zu 6,99 und zu 6,96 Atomen ergeben.

28) Die in filtrirter Luft gemachten Beobachtungen über Gährung und Fäulnifs gehen den Krystallisationserscheinungen offenbar ganz parallel. Der Zerstörung durch Fäulnifs minder leicht unterliegende Körper, welche der Zersetzung einen gröfseren Widerstand entgegensetzen, erhalten sich in filtrirter Luft Jahre lang unverändert. Bei den leichter zerstörbaren, wie bei Milch und Eigelb, wird die Zersetzung in der Regel auch durch die schwächere Induction in filtrirter Luft eingeleitet. Bei Fleisch und Fleischbrühe leitet die schwächere Induction in filtrirter Luft in der Regel eine besondere Art

von Gährung ein, welche an der stärker inducirenden frischen Luft der gewöhnlichen Fäulniß Platz macht. Die mir vorliegenden Beobachtungen über Gährung und Fäulniß sprechen daher eben so wie die Krystallisationserscheinungen dafür, daß die inducirende Wirkung in filtrirter Luft nicht völlig aufgehoben, sondern nur beträchtlich abgeschwächt sei.

29) Welcher Substanz oder Eigenschaft diese inducirende Kraft der Luft zuzuschreiben sei, darüber enthalte ich mich vorerst jeder Meinung. Eine nähere Einsicht in diese Vorgänge würde unsere Erkenntniß jedoch auch auf anderen Gebieten von höchster practischer Wichtigkeit nicht unwesentlich fördern. Auch auf die Entwicklung und Gesundheit des Menschen hat die frische Luft eine *positive*, theoretisch noch nicht begriffene, anregende Wirkung. Der Aufenthalt in eingeschlossener Luft ist nicht allein durch einen Ueberschufs von Kohlensäure oder durch die Beimengung anderer schädlicher Gase von Nachtheil; seine verderblichen Folgen sind unzweifelhaft auch der Entbehrung einer für die Gesundheit nothwendigen anregenden Wirkung zuzuschreiben, welche die frische freie Luft in kräftigster Weise, die eingeschlossene oder abgesperrte Luft jedoch nur in sehr abgeschwächtem Grade auszuüben scheint.

Ich spreche schließlicb meinem Assistenten, Herrn Cherdron, für seine unermüdete Unterstützung bei den mitgetheilten Versuchen meinen freundlichsten Dank aus.

Mannheim, den 3. September 1858.
