

Zur Erhaltung von Kunstdenkmälern.

Von RICHARD MEYER, Braunschweig.

(Eingeg. 13./12. 1912.)

Alle Braunschweiger kennen die mit herrlicher Patina bedeckte Quadriga auf dem Herzoglichen Residenzschloß. Sie stellt eine Brunonia dar und wurde seinerzeit nach Rietshells Modell in der Howaldtschen Werkstatt in Kupfer getrieben. Das aus dünnen Kupferplatten zusammengenietete Kunstwerk ist im Innern durch ein starkes Eisengerüst gestützt.

Bei einer vor fünf Jahren angestellten Untersuchung zeigten sich die Eisenstäbe dieses Gerüsts stark mit Rost bedeckt. Obwohl bei ihrer beträchtlichen Dicke noch für Jahrzehnte auf sichere Haltbarkeit zu rechnen war, hielt es die Verwaltung für geboten, sofort nach Entdeckung dieses Schadens einem weiteren Vordringen desselben wirksam entgegenzutreten, eingedenk des bewährten Grundsatzes: „Principiis obsta.“

Soweit das Gerüst direkt zugänglich war, bot dies keine erheblichen Schwierigkeiten: Man konnte die Rostschicht sorgfältig abklopfen und die Stäbe dann mit einem gegen Rost schützenden Anstrich versehen. Bei den dünneren Teilen des Kunstwerkes — Beine der Pferde, Radspeichen usw. — war dies nicht möglich, hier mußte nach einem anderen Mittel gesucht werden. Von der Aufsichtsbehörde erhielt ich die Aufforderung, ein solches ausfindig zu machen.

Am 29./1. 1907 nahm ich gemeinsam mit Herrn Geh. Baurat Pfeifer und Herrn Baukommissar Tolle eine Besichtigung an Ort und Stelle vor. An der unteren Seite eines Pferdebauches war ein Stück aus der Substanz des getriebenen Kupfers herausgeschnitten, wodurch ein Einblick in das Innere eröffnet wurde. Die eisernen Stäbe waren mit einer ziemlich starken Rostschicht bedeckt. Stücke derselben waren abgebröckelt und durch die Öffnung auf das Dach gefallen. Sie bestanden aus einer dunkelbraunen, ziemlich harten, fest zusammenhängenden Masse; die meisten waren etwa 2—3 mm stark, manche aber noch bedeutend stärker: 6 mm und mehr. Die Länge dieser Späne betrug zum Teil mehrere Zentimeter.

Der Schutz der nicht direkt zugänglichen Eisenstäbe konnte nur darin bestehen, daß man die betreffenden Teile des Denkmals mit einer flüssigen ev. geschmolzenen Masse ausgießt, welche nachher erstarrt und dabei die Eisenstäbe so eng umschließt, daß sie von Luft und Feuchtigkeit vollständig abgesperrt sind. Die Aufgabe war nun, eine für diesen Zweck geeignete Substanz zu finden. An eine solche waren folgende Anforderungen zu stellen:

1. Sie mußte in flüssigem Zustande die verrostete Oberfläche der Stäbe vollkommen benetzen.
2. Sie mußte nach dem Erstarren fest auf der Oberfläche der Stäbe haften.
3. Sie durfte unter dem Einfluß der direkten Sonnenstrahlen an heißen Sommertagen nicht schmelzen oder merklich erweichen oder sich verflüchtigen.¹⁾
4. Sie durfte das Monument in keiner Weise schädigen, insbesondere auch nicht in ästhetischer Hinsicht.
5. Ihr Preis mußte sich in mäßigen Grenzen halten. Hierbei war zu berücksichtigen, daß nach einer von der Herzogl. Baudirektion angestellten Berechnung der Inhalt der auszugießenden Hohlkörper insgesamt ungefähr 2000 l betrug.

Metalle waren wohl von vornherein auszuschließen. Es ist ja bekannt, daß sie durch Löten nur miteinander vereinigt werden können, wenn die Oberfläche frei von Oxyd ist, was in unserem Falle nicht zutraf. Trotzdem habe ich einige Versuche mit geschmolzenem Blei angestellt, welches aber, wie zu erwarten war, an eingetauchten Stücken der Rostmasse absolut nicht haftete. Auch aus anderen Gründen wäre Blei auszuschließen gewesen: erstens wegen seines großen Gewichtes, welches das Dach des Residenzschlusses

¹⁾ Hierbei war zu berücksichtigen, daß dunkle und nicht glänzende Körper die Sonnenstrahlen begierig aufsaugen, wodurch sich ihre Temperatur weit über die der umgebenden Luft erheben kann. Ich erinnere an schwarze, nach Süden gerichtete Wände, an denen man Weintrauben und anderes Spalierobst zieht, u. dgl. m.

auf dem die Quadriga steht, sehr stark belastet hätte; dann wegen seines hohen Schmelzpunktes, der oberhalb 300° liegt. Bei dieser Temperatur mußte die aus basisch kohlen saurem Kupfer bestehende Patina zerstört werden. In der Tat überzeugte ich mich, daß grünes basisches Kupfercarbonat, auf eben schmelzendes Blei gebracht, in wenigen Augenblicken unter sichtbarem Entweichen von Kohlensäure und Wasserdampf in schwarzes Kupferoxyd verwandelt war.

Die Verwendung des spezifisch leichteren, aber erst gegen 700° schmelzenden Aluminiums verbot sich aus ähnlichen Gründen.

Man konnte nun weiter an Zement denken. Aber einmal bedarf dieses Material längere Zeit zur Erhärtung; dann war bei ihm mit der Möglichkeit des „Treibens“ zu rechnen. Wäre dieses auch noch so gering, so würde es doch unwiderstehlich sein und die Nähte des aus vielen einzelnen Teilen zusammengefügt Kunstwerkes gewaltsam auseinanderreiben.

Es wurde nun eine Anzahl von Harzen auf ihre Brauchbarkeit für den fraglichen Zweck geprüft, und zwar Kolophonium, Dammarharz, Mastix, Schellack, Kopal. Die mit ihnen angestellten Versuche, deren Einzelheiten hier übergangen werden können, führten zu dem Ergebnis, daß von der Verwendung der Harze ganz abgesehen werden mußte. Sie sind entweder, wie Kolophonium und ungebleichter Schellack, zu leichtflüssig, oder sie schmelzen überhaupt nicht ruhig und zersetzen sich beim Erhitzen. Auch war zu berücksichtigen, daß sie als amorphe Körper im strengen Sinne gar keinen bestimmten Schmelzpunkt haben, sondern beim Erwärmen langsam erweichen. Diese Veränderung war bei den im gewöhnlichen Sinne schmelzbaren schon vor der deutlichen Verflüssigung bemerkbar und würde noch einen weiteren Grund gegen ihre Verwendung abgeben.

Ebensowenig erwiesen sich Steinkohlenpech und Asphalt als brauchbar, da sie bei viel zu niederen Temperaturen weich bzw. flüssig werden.

Harze, Pech, Asphalt sind Gemische verschiedener, im allgemeinen ungenügend definierter Stoffe. Da die mit ihnen angestellten Versuche durchweg unbefriedigend ausgefallen waren, so erschien es zweckmäßig, das Augenmerk auf besser definierte, womöglich kristallisierte Körper mit bestimmtem Schmelzpunkt zu richten. Man konnte an Schwefel denken, welcher ja zum Befestigen eiserner Stäbe in Stein benutzt wird (oder wurde). Er schmilzt bei 114,5°, was wohl etwas niedrig ist, aber vielleicht nicht zu niedrig. Dagegen erschien der Schwefel wegen seiner chemischen Verwandtschaft zum Kupfer nicht unbedenklich. Diese macht sich zwar in energischer Weise erst bei höheren Temperaturen geltend; eine langsame Einwirkung ist aber schon bei gewöhnlicher Temperatur anzunehmen, und bei andauernder, jahrelanger Berührung könnte Schwefel das Kupfer, vielleicht auch das eiserne Gerüst angreifen. Mit Bestimmtheit ließ sich nicht vorhersagen, ob diese Befürchtung gerechtfertigt war. Da sich indessen ebensowenig mit Sicherheit das Gegenteil behaupten ließ, Versuche aber, die naturgemäß nur auf kurze Zeit ausgedehnt werden konnten, nicht maßgebend waren, so erschien es nicht geraten, Schwefel für den vorliegenden Zweck zu benutzen.

Stearin, Paraffin u. dgl. konnten auch nicht in Betracht kommen, da sie viel zu niedrig schmelzen.

Ich dachte nun an die festen, krystallinischen Produkte der Steinkohlendestillation, welche neben Pech aus dem Steinkohlenteer der Gasfabriken gewonnen und als Ausgangsmaterialien für die Industrie der künstlichen Farbstoffe gegenwärtig in großartigstem Maßstabe fabriziert werden.

Naphthalin schmilzt schon bei 80° und verflüchtigt sich bereits unter dieser Temperatur, war also nicht zu gebrauchen. Auch Phenanthren schmilzt zu niedrig nämlich bei 99°.

Dagegen schmilzt Anthracen bei 213° und siedet bei 360°. Diese Daten boten einige Aussicht auf Erfolg. Von einem „doppelt gereinigten sublimierten Anthracen“, welches in der Capillare bei 214° schmolz, wurde eine größere Probe im eisernen Tiegel geschmolzen und ein Roststück

von der Quadriga hineingetaucht. Als es herausgezogen wurde, war es mit einer Schicht Anthracen überzogen, welche schnell erstarrte und gut haftete. Eine Fuge zwischen diesem Überzug und dem Roststück war nicht zu bemerken. Während des Schmelzens sublimierte etwas Anthracen und verdichtete sich oberhalb der geschmolzenen Masse in großen, glänzenden Krystallblättern.

Die letztere Beobachtung zeigt, daß auch das Anthracen schon weit unter seinem Siedepunkte anfängt, sich zu verflüchtigen. Es war deshalb noch zu untersuchen, ob dies etwa schon bei den hier in Betracht kommenden Temperaturen in nennenswertem Grade geschieht. Zu diesem Zwecke wurde eine Probe in ein Glaskölbchen gebracht, der Hals desselben lose verschlossen, und das Kölbchen mehrere Stunden auf dem Wasserbade erwärmt. Dabei wurde die Innenwand des Kölbchens ganz unbedeutend beschlagen, immerhin ein Zeichen geringer Verflüchtigung.

Deshalb versuchte ich noch Anthrachinon, welches im reinen Zustande bei 285° schmilzt und bei 382° siedet. Ein mir zur Verfügung stehendes technisches Produkt von angeblich 98% Anthrachinon, welches bei 275–280° schmolz, zeigte im ganzen dieselben Erscheinungen wie Anthracen. Die Haftung war befriedigend, aber eine minimale Verflüchtigung fand auch bei ihm im Wasserbade statt.

Anthrachinon zeigte also für unseren Zweck keine Vorzüge vor dem Anthracen. Da es aber fünf- bis zehnmal so teuer ist als dieses, so wurde von seiner Anwendung abgesehen.

Ich wandte mich nun an die Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Elberfeld mit der Bitte, mir ein geeignetes technisches Anthracen zur Verfügung zu stellen. Darauf erhielt ich die folgenden Angebote:

1. Reinanthracen, techn., das Kilogramm zu 1 M.
2. Rohanthracen, das Kilogramm zu 0,50 M.
3. Anthracenrückstand, 100 kg zu 2 M.

Um die Menge des erforderlichen Materials berechnen zu können, bestimmte ich die Dichte des Anthracens, über welche sich in der Literatur keine Angabe fand. Sie ergab sich an dem Bayerischen Reinanthracen nach dem Schmelzen und Wiedererstarrten zu 1,12. Zur Ausfüllung der 2000 l Hohlraum waren also erforderlich $2000 \times 1,12 = 2240$ kg, welche 2240 M kosten würden. Das Bayerische Rohanthracen ergab ebenfalls die Dichte 1,12; von ihm würden also auch 2240 kg gebraucht werden zum Preise von 1220 M.

Bei dem so sehr viel geringeren Preise des Bayerischen Anthracenrückstandes untersuchte ich diesen zunächst auf seine Brauchbarkeit für den vorliegenden Zweck. Die Dichtebestimmung des geschmolzenen und wieder erstarrten Materials ergab 1,09 oder rund 1,1. Es würden also von ihm 2200 kg gebraucht werden, welche 44 M kosteten.

Der Bayerische Anthracenrückstand bildete eine braune, feste Masse, welcher etwas ölige Flüssigkeit anhaftete, anscheinend Überreste eines Lösungsmittels. In einem Kölbchen auf dem Wasserbade erwärmt, blieb er fest, backte aber etwas am Boden. Nach mehrstündigem Erwärmen hatte sich an den kälteren Teilen des Gefäßes eine sehr geringe Menge eines öligen Beschlages angesetzt.

Eine Schmelzpunktsbestimmung in der Capillare ließ sich wegen der etwas klebrigen Beschaffenheit nicht ausführen. Deshalb wurde eine größere Probe im Tiegel geschmolzen und das Verhalten mit Thermometer beobachtet. Als eben alles geschmolzen war, zeigte das Thermometer 170°. Die Flamme wurde nun entfernt, worauf die Masse bei 166° zu erstarren begann; bei 150° war sie zum größten Teile erstarrt, bei 130° war sie fest, aber noch etwas weich. Ein Heraussublimieren krystallinischer Substanz war während dieses Schmelzversuches nicht zu beobachten.

Nach dem Erkalten bildete das Ganze eine harte, trockene Masse, die das Thermometer fest umschloß, von der Tiegelwand aber sich losgelöst hatte, so daß man das ganze kegelförmige Stück mit dem Thermometer aus dem Tiegel herausheben konnte. Als dieser Kegel zerbrochen wurde, zeigte er sich auf der Bruchfläche grob krystallinisch. Die Substanz war jetzt so trocken geworden, daß sich der Schmelzpunkt in der Capillare bestimmen ließ. Dabei zeigte sich zwischen 120 und 130° beginnendes Sintern; völlig geschmolzen war die Masse erst bei 170 bis 180°

Da sich durch das Schmelzen die Beschaffenheit der Masse verbessert hatte, offenbar infolge der Verflüchtigung von etwas anhängendem Lösungsmittel, so habe ich noch einmal eine Probe im Tiegel geschmolzen und längere Zeit auf 170–190° erhitzt. Dabei verdichteten sich sehr geringe Mengen von Krystallblättchen an dem aus der Schmelze herausragenden Teile des Thermometers. Zugleich erhöhte sich der Schmelzpunkt. Nach zwei Stunden war die Masse bei 180° nicht mehr völlig geschmolzen. Die Temperatur wurde nun etwas gesteigert, so daß sie im ganzen während drei Stunden auf 170 bis 200° gehalten wurde.

Nach dem Erkalten zeigte die Masse ungefähr dasselbe Verhalten wie bei dem vorhergehenden Versuch. Stücke derselben, im Kölbchen auf dem Wasserbade erhitzt, backten nicht mehr am Boden fest.

Ich wandte mich nun an die Elberfelder Farbenfabrik mit der Anfrage, ob sie nicht das für unseren Zweck nötige Quantum Anthracenrückstand einschmelzen und längere Zeit erhitzen würde. Sie erwiderte, daß ihr dies einige Unbequemlichkeiten verursachen würde, daß sie aber eine Partie einer rohen Anthracenmarke gesondert verarbeiten wolle, welche erfahrungsgemäß einen wesentlich härteren Rückstand von höherem Schmelzpunkt liefere. Bald darauf erhielt ich ein größeres Muster dieses härteren Rückstandes. Er bestand aus braunen, etwas fettig anzufühlenden Stücken. An einzelnen Stellen sah man gelbe, krystallinische Anflüge. Die frische Bruchfläche war deutlich krystallinisch; beim Durchbrechen eines Stückes zeigten sich hier und da Öltröpfchen. Beim Erwärmen auf dem Wasserbade trat auch etwas Öl aus, das sich zum Teil verflüchtigte und an den kälteren Teilen des Kölbchens niederschlug. Die Masse backte aber am Boden weniger als der erste Bayersche Rückstand.

Es wurde nun auch von diesem Material eine größere Menge im Tiegel geschmolzen und wieder erkaltet. Die Temperaturverhältnisse während des Erstarrens waren ungefähr dieselben wie bei dem anderen Rückstand. Während die Masse geschmolzen war, wurde ein Stück Quadriga-Rost eingetaucht und wieder herausgezogen. Die darauf erstarrte Masse haftete gut. Auch diesmal haftete die ganze im Tiegel geschmolzene Masse fest am Thermometer, nicht aber am Tiegel; sie ließ sich, wie die frühere mit dem Thermometer herausziehen. An der Oberfläche des Kegels zeigte sich eine Einsenkung. Alle diese Erscheinungen beweisen, daß die Masse sich beim Erkalten zusammenzieht. Dies war für unseren Zweck wichtig; sie mußte infolge dieses Verhaltens das Eisengerüst der Quadriga, ebenso wie das Thermometer, fest umschließen und andererseits sich beim Erstarren von dem Kupfer zurückziehen und auf dieses keinen Druck ausüben.

Als der Kegel durchbrochen wurde, zeigte er eine starke krystallinische Struktur. In der Capillare begann die geschmolzene und wieder erstarrte Substanz bei 120° zu schmelzen; bei etwa 170° war das Schmelzen beendet.

Die Dichte des geschmolzenen und wieder erstarrten Rückstandes wurde zu 1,15 bestimmt.

Das Schmelzen innerhalb der weiten Grenzen von etwa 50° zeigte, daß der Bayerische Rückstand keine einheitliche chemische Verbindung ist, sondern ein Gemisch von mehreren. Seine ausgesprochen krystallinische Beschaffenheit und der Umstand, daß er unter 120° nicht zu schmelzen beginnt, sowie die Haftung auf der Rostmasse ließen ihn gleichwohl als nicht ungeeignet erscheinen. Es war noch wichtig, festzustellen, ob die Substanz der Patina die Schmelztemperatur dieses Rückstandes erträgt. Da basisch kohlenstoffreiches Kupfer auf dem geschmolzenen Anthracenrückstande nicht schwimmt, so wurde in denselben eine Glasröhre getaucht, welche etwas basisches Kupfercarbonat enthielt, und etwa fünf Minuten darin gelassen. Es zeigte sich eine ganz geringe Veränderung der Farbe, die aber nach einigem Liegen an der Luft wieder verschwand, so daß ein Unterschied zwischen der erhitzten und der nicht erhitzten Substanz nicht mehr zu erkennen war. Auch in dieser Hinsicht entsprach also der Anthracenrückstand den zu stellenden Anforderungen. Ein Angriff der Metalle war von diesem Material seiner chemischen Natur nach nicht zu erwarten.

Erwähnt sei noch, daß auch verschiedene Anthracenproben im geschmolzenen Zustande das basisch kohlensaure Kupfer nicht veränderten; auf geschmolzenem Anthrachinon wurde dasselbe aber in wenigen Augenblicken dunkelbraun. Auch aus diesem Grunde mußte Anthrachinon als Ausgußmasse ausgeschieden werden.

Um hinsichtlich der Haftung an den mit Rost überzogenen Gerüststäben ganz sicher zu gehen, wurde nochmals eine Probe des Bayerschen Rückstandes im Tiegel geschmolzen und ein dicker, sehr stark verrosteter Eisendraht senkrecht eingehängt. Nach dem Erkalten konnte der erstarrte Kegel mittels des Drahtes aus dem Tiegel herausgehoben werden. Als er durchbrochen wurde, zeigte sich, daß die erstarrte Masse den Draht sehr fest umschloß und nur schwer von ihm abgelöst werden konnte.

Schließlich wurde noch die Frage aufgeworfen, ob das Material feuergefährlich ist, oder ob es voraussichtlich durch Blitzschlag entflammt werden dürfte. Um hierüber womöglich Aufschluß zu erhalten, wurden die folgenden Versuche angestellt:

1. Ein Stück des geschmolzenen und wieder erstarrten Rückstandes wurde einen Augenblick mit der Flamme eines Bunsenschen Gasbrenners berührt. Hierbei trat keinerlei Veränderung ein. Als dann dasselbe Stück einige Augenblicke in die Flamme gehalten wurde, schmolz es an den Kanten und fing daselbst Feuer; sowie es aber aus der Flamme entfernt wurde, verlöschte es wieder.

2. Aus dem geschmolzenen Rückstande wurde eine Platte von 160 mm Durchmesser und 6 mm Dicke gegossen. Durch diese ließ man sehr starke elektrische Funken hindurchschlagen, welche bei Vergrößerung der Stromstärke den Charakter eines Flammenbogens annahmen. Dadurch wurden Löcher in die Platte geschmolzen, diese brannte auch in der unmittelbaren Umgebung der Durchschlagsstelle an. Als sie aber aus der Funkenstrecke entfernt wurde, verlöschte die Flamme sofort.

Demnach erwies sich die Substanz als brennbar, aber nicht so leicht, daß ihre Anwendung direkte Feuersgefahr befürchten ließ. Sie verhielt sich in diesem Punkte ähnlich wie Asphalt. Insbesondere der Umstand, daß der geschmolzene Rückstand, einmal angezündet, nicht imstande ist, von selbst weiterzubrennen, gewährte, wie mir schien, jede erforderliche Sicherheit.

Die Ergebnisse der Laboratoriumsversuche waren derart, daß es gerechtfertigt erschien, nun mit dem zweiten Bayerschen Anthracenrückstand einen Versuch in größerem Maßstabe zu machen. Ein solcher wurde am 28. Mai 1907 in dem Straßenbaugeschäft von A. Spindler in Braunschweig vorgenommen.

In einem kleinen Asphaltkessel wurde eine größere Menge des Rückstandes eingeschmolzen. Das Schmelzen war durchaus ruhig, Belästigung durch entweichende Dämpfe trat nicht ein. Es waren einige Tonrohrstücke verschiedenen Durchmessers — Entwässerungsröhren — senkrecht in Sand eingebettet, so daß die untere Öffnung verschlossen war. Sie wurden mit dem geschmolzenen Rückstand vollgegossen. Nach dem Erkalten konnte die Masse den Röhren in Form von Zylindern entnommen werden, welche auf dem Bruche ein zusammenhängendes krystallinisches Gefüge zeigten.

Nach dem Ergebnis der mitgeteilten Versuche konnte geschlossen werden, daß der Bayersche Anthracenrückstand den zu stellenden Anforderungen entsprechen würde. Bevor man ihn aber endgültig in Anwendung brachte, schien es geeignet, noch an einem kleineren, wenig in die Augen fallenden Teile der Quadriga einen Versuch zu machen. Dieser kam am 9./7. 1907 zur Ausführung. Aus einem Hinterbeine eines der vier Pferde wurde ein Stück von etwa 10 cm im Quadrat herausgeschnitten und durch die so gebildete Öffnung der geschmolzene Anthracenrückstand hineingegossen. Das Ergebnis war durchaus befriedigend. Infolgedessen zögerte man nicht, alle in Frage kommenden Teile des Monumentes in derselben Weise auszugießen²⁾.

²⁾ Den Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Elberfeld

Seit der Durchführung der geschilderten Schutzmaßregel sind nun fünf Jahre verstrichen. Während dieser Zeit ist das Monument äußerlich wiederholt besichtigt worden, wobei niemals irgendwie auffallende Erscheinungen beobachtet wurden. Die Patina war unverletzt, und an den Nähten zeigten sich nirgends Spuren etwa durchgesickerter Eingußmasse. Es erschien aber nun wünschenswert, einmal genauer nachzusehen. Zu diesem Zwecke begab ich mich am 10./7. dieses Jahres gemeinsam mit Herrn Baukommissar Tolle und Herrn Bildhauer Kämpfer an Ort und Stelle. Herr Kämpfer entfernte vorsichtig an einem Pferdebeine die Eingußplatte, so daß man mit einer elektrischen Taschenlampe hineinleuchten konnte. Es zeigte sich, daß die Eingußmasse vollkommen hart und fest, überhaupt unverändert geblieben war, und daß sie an dem eisernen Gerüststabe fest anlag. An dem daraus hervorragenden Teile des letzteren war der vor fünf Jahren angebrachte Anstrich von Mennige deutlich zu erkennen.

[A. 246.]

Beitrag zur Untersuchung gefrorener Milch.

Von K. Oberstabsapotheker Utz,

Vorstand der chemischen Abteilung der hygienisch-chemischen Untersuchungsstation des I. Bayr. Armeekorps, München.

(Eingeg. 28./10. 1912.)

Die ersten näheren Angaben über die Untersuchung von gefrorener Milch finden sich, so weit ich aus der mir zur Verfügung stehenden Literatur entnehmen kann, in einer Veröffentlichung von P. Vieth (Milch-Ztg. 15, 132 [1886]). Vieth macht hier darauf aufmerksam, daß der Milchverkäufer ohne Schuld in den Verdacht der Unredlichkeit kommen kann, wenn eine teilweise gefrorene Milch vorliegt, da sich beim Gefrieren von Milch Eistafelchen bilden, die zwar von allen festen Milchbestandteilen etwas einschließen, jedoch in geringerem Mengenverhältnis, als ihrem Wassergehalt entspricht; dagegen befindet sich zwischen den Eistafelchen eine konz. Milch. Er ließ dann Milch, die etwas Eis enthielt, von letzterem abseihen. In einem Falle betrug die Menge des Eises nach dem Schmelzen 1,2%, der abgeseigte Teil 98,8% der gesamten Milchmenge, im anderen Falle wurden die Mengenverhältnisse nicht festgestellt. Die Untersuchung der verschiedenen Flüssigkeiten ergab folgende Werte:

Zusammensetzung teilweise gefrorener Milch.

	I flüssiger Teil %	geschmolzenes Eis %	II flüssiger Teil %	geschmolzenes Eis %
Wasser	86,72	91,63	86,86	90,46
Fett	4,11	2,40	4,08	3,18
Protein	3,56	2,40	3,46	2,67
Zucker	4,87	3,05	4,90	3,19
Asche	0,74	0,52	0,70	0,50
Spez. Gew.	1,0320	1,0245	—	—

Wird demnach von gefrorener Milch der flüssig gebliebene Teil entfernt, so kommt das aufgetaute Eis in der Zusammensetzung gewässerter Milch gleich.

Im gleichen Jahre berichtete O. H e n z o l d (Milch-Ztg. 15, 461 [1886]) über die Veränderungen, welche normale Kuhmilch beim Gefrieren erleidet. Er stellte vier Versuche an mit folgenden Ergebnissen.

Versuch 1: 1 l Milch von nachstehender Zusammensetzung: spez. Gew. 1,0313, Trockensubstanz 11,37%, Fett 2,89% wurde im Becherglas unter Anwendung einer Kältemischung, welche eine Temperatur von -20° zeigte, schnell zum Gefrieren gebracht, so daß die Milch keine Zeit zum Aufrahmen hatte. Das spez. Gewicht der gefrorenen und wieder aufgetauten Milch war, nachdem vorher der noch flüssig gebliebene Teil abgegossen war, auf 1,0279, der Gehalt an Trockensubstanz auf 9,68% und der an Fett auf

spreche ich auch an dieser Stelle für ihre freundliche Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aus.