V. Ueber das Porcellan und einige verwandte Entglasungsproducte; von H. Behrens.

Privatdocent in Kiel.

In einer Anzahl von Lehrbüchern u. a. in dem Handwörterbuche der Chemie von Liebig, Poggendorff und Wöhler¹⁾ findet sich die zuerst von Ehrenberg gemachte Angabe²⁾, das Porcellan bestehe aus einer geschmolzenen Masse, deren wesentlicher Bestandtheil die dem Kaolin zugesetzten Flußmittel wären, in welcher Masse die aus aneinander gereihten Kügelchen gebildeten und dadurch gegliedert erscheinenden Kaolin-Stäbchen, welche wie ein Filz zusammengehäuft sind, unter dem Mikroskop deutlich zu erkennen seyen. Die große Verbreitung, welche diese Angabe gefunden hat, mag es entschuldigen, wenn die Widerlegung derselben in nachstehendem Aufsatz vielleicht weitläufiger ist, als es die wissenschaftliche Bedeutung des Gegenstandes verlangt.

Nach der üblichen Anschauung ist das Porcellan das Product einer partiellen Schmelzung, es ist undurchsichtig, weil es ungeschmolzene Kaolinpartikeln in reichlicher Menge enthält, deren Aggregate durch die glasartig geschmolzenen Flußmittel durchscheinend gemacht sind, wie mit Firniß getränktes Papier; es würde durchsichtig seyn, wenn es einer zur Schmelzung des Kaolins genügenden Temperatur ausgesetzt gewesen wäre. Dem gemäß wird die von Oschatz und Wächter³⁾ aufgestellte Behauptung: das Porcellan sey ein Glas, aus dem sich Krystalle abgeschieden haben, mit einem Fragezeichen angeführt. Dennoch ist diese Behauptung richtig. Schon vor längerer Zeit kam G. Rose in Folge seiner Versuche über die Verminderung des spec. Gewichts, welche das Porcellan im

1) Band 8, 1861, S. 763, Art. Porcellan.

2) Diese Ann. Bd, XXXIX, S. 106.

3) Dingl. Journ. CVI, S. 322 ff.

Scharfffeuer erleidet, zu der Ansicht, daß der Kaolin nicht unverändert in dem Fluß vertheilt sey, sondern mit dem Feldspath wenigstens theilweise eine chemische Verbindung eingehe¹⁾. So ist es in der That; *in keinem der von mir untersuchten Porcellanpräparate ist etwas von gegliederten Kaolin-Stäbchen zu finden*, und die Partien, welche sich noch etwa als Kaolin deuten ließen, sind keineswegs bloß von Fluß durchtränkt, sie sind vollständig flüssig gewesen; der einzige Bestandtheil, der theilweise festen Aggregatzustand behalten hat, ist der Quarz — ich sage: theilweise, denn die Kanten der kleinen Quarzsplitter sind allemal abgerundet und zudem giebt es Sorten von ächtem, hartem Porzellan, die keinen Quarz erkennen lassen, während ihr mikroskopisches Bild sonst in allen Stücken dem der quarzhaltigen Porcellane gleicht. Der Quarz zeigt in diesem Falle ein ähnliches Verhalten, wie der Olivin in geschmolzenem Basalt, der nur dann zum Flusse zu bringen ist, wenn man den Basalt zu äußerst feinem Pulver zerrieben hat. Größere Olivinstücke können nach G. Bischof in geschmolzener Basaltmasse zu Grunde sinken, ohne erheblich abzuschmelzen. Die Grundmasse des Porcellans würde im Stande seyn, erhebliche Mengen von Kieselsäure aufzunehmen, wenn ihr dieselben unter Bedingungen dargeboten würden, die der Auflösung förderlich sind, denn die meisten Porcellansorten sind armer an Kieselsäure, als der Obsidian, und nach Abzug des ungeschmolzenen Quarzes würde dies wohl bei allen der Fall seyn. Nun ist zwar der Quarz in der Porcellanmasse in Form sehr kleiner Splitter vertheilt, allein es fehlt die zweite, eben so wesentliche Bedingung für eine rasche Auflösung desselben: die freie Beweglichkeit der Schmelze. Das Porcellan wird nur bis zum beginnenden Erweichen erhitzt, dabei werden die Quarzsplitter abgerundet,¹⁾ mit einer Lage von Silicaten überzogen, die keiner weiteren Aufnahme von Kieselsäure fähig sind, und die Auflösung des Quarzes muß, da diese Masse für eine Diffusion

1) Diese Ann. Bd. LXVI, S. 87.

der verschiedenen Silicate nicht hinreichend flüssig wird, alsbald ein Ende nehmen.

Quarzartige Porcellanschliffe zeigen um die meisten Quarzsplitter die fragliche Glashülle in Gestalt eines Hofes von geringerem Lichtbrechungsvermögen, als das der Grundmasse; zugleich ersieht man aus der überall nahezu gleichen Breite dieser Höfe und aus der Abwesenheit von Schlieren an denselben, daß keine erhebliche Ortsveränderungen der Quarzsplitter in der halbflüssigen Masse stattgefunden haben. Anders ist es mit dem *Kaolin*, dessen Partikeln viel kleiner sind, als die des Quarzes, dessen Auflösbarkeit wahrscheinlich auch durch seinen amorphen Zustand vergrößert ist. Wie Ehrenberg dazu kam, mit ungenügenden Vergrößerungen im Porcellan Stäbchen von Kaolinkügelchen zu sehen, wird durch Betrachtung von Fig. 3, Taf. VI (Partie aus dem Dünnschliff von dem Boden eines Berliner Porcellantiegels bei 1500facher Vergrößerung) erklärlich werden. Das Porcellan gehört zu den schwierigsten mikroskopischen Objecten, sowohl, was die Präparation, als was die mikroskopische Untersuchung der Präparate anlangt. Es muß zu außerordentlich dünnen Plättchen verschliffen werden, dünner, als die feinkörnigsten Basalte, wobei es Neigung zeigt, zu verbröckeln, und die Untersuchung der wohl polirten Präparate muß bei der günstigsten Beleuchtung und mit den stärksten Objectiven, die wir besitzen, ausgeführt werden. Mit einem Immersionssystem, das bei 1200facher Vergrößerung noch recht helle, scharfe Bilder giebt, erhielt ich schon vor längerer Zeit an einzelnen Stellen Andeutungen von krystallinischer Structur, glaubte aber nur Krystallrudimente annehmen zu dürfen, die ich mit den perlchnurähnlichen Gebilden mancher Trachytechsteine und Hohofenschlacken verglich, sah also im Wesentlichen etwas, was man auch hätte als „gegliederte Stäbchen“ bezeichnen können. Erst vor Kurzem ist es mir mit einem ausgezeichnet schönen Immersionssystem No. XI von Seibert und Krafft (jetzt E. Gundlach Nachfolger in Charlottenburg), das bei

3000facher Vergrößerung noch genügende Schärfe und Lichtstärke hat, um die Längsstreifung von *Surirella Gemma* bei stark bedecktem Himmel zu zeigen, gelungen, dieses und ähnliche Präparate vollständig aufzulösen und mit diesem System sind sämtliche hier aufzuführende Resultate gewonnen.

Es zeigte sich auf den ersten Blick, daß von gegliederten Stäbchen nichts vorhanden sey; an ihrer Stelle erschienen winzige farblose Krystallstäbchen (Zirkel's *Belonite*) mit durchaus glatten Kanten, die in ungeheurer Zahl nach allen Richtungen sich durchkreuzen, so daß selbst die am stärksten entglasten Obsidiane und Pechsteine nichts Aehnliches bieten. Dazwischen, vielfach so dicht gehäuft, daß sie die spärliche Grundmasse von farblosem Glase ganz verdecken, liegen noch kleinere rundliche Körnchen. Fig. 4, Taf. VI (Partie aus dem Dünnschliff von dem Deckel eines Berliner Porcellantiegels bei 2000facher Vergrößerung) soll eine bildliche Vorstellung von solchem Porcellan geben. Man sieht hier und da lichte Flecke die weder Belonite noch Körnchen enthalten; möglicherweise haben hier eingeschmolzene Quarzstückchen das Glas durch übergroßen Kieselsäuregehalt krystallisationsunfähig gemacht. Sonst kommen in diesem Porcellanpräparat nur noch kleine Luftbläschen vor. In andern Porcellanschliffen (von mehreren Porcellantiegeln, von Berliner und Kopenhagener Porcellanschalen verschiedener Wandstärke von 1 bis 4 Mm.) finden sich daneben die schon erwähnten Quarzsplitter. Der Quarz ist in den dünnsten, feuerfestesten Porcellanwaaren, kleinen Tiegeln, in reichlichster Menge enthalten, sein Verhältniß zu den übrigen Gemengtheilen derselben ist aus Fig. 3 zu ersehen, wo die mit *qn* bezeichneten Partieen Quarzsplitter bezeichnen sollen. Es scheint hiernach, als ob der Quarz für diese dünnen, bei möglichst hoher Temperatur gebrannten Gegenstände gleichsam ein Skelett abgibt, das sie vor dem Zusammensinken bewahrt. Vielleicht beruht auch die Eigenschaft der bei hoher Temperatur gebrannten

Porcellansorten, raschen Temperaturwechsel gut zu ertragen, weniger auf einem relativ hohen Gehalt an gelöster Kieselsäure, als darauf, daß in ihnen ein gut Theil durch Quarz vertreten ist. Darin hat auch das auffallend magere Ansehen und Anfühlen der Bruchfläche solcher Porcellansorten seinen Grund. Ein Porcellanpräparat ist um so glasreicher, je blanker die Bruchflächen des dazu verschliffenen Scherbens waren. Freilich haben auch die leichtflüssigsten Sorten keinen vollen Glasglanz; das machen die überall hervorstehenden Kryställchen (man vergleiche nur die Bruchflächen stark entglaster Pechsteine oder Hohofenschlacken) und die Luftlücken, die in größter Menge in den glasarmen, quarzreichen Sorten vorkommen, aber auch in den glasreichen Sorten keineswegs selten sind.

Die Quarzstückchen haben einen Durchmesser von 3 bis 40^{mikr}, *sie sind allemal klar*, stark und gleichförmig doppeltbrechend: sie sind nicht, wie dies von G. Rose an größeren Quarzstücken beobachtet ist ¹⁾, in Folge von durch das Glühen hervorgerufener Tridymitbildung trübe geworden. Die etwa 3^{mikr} breite Glaszone um dieselben zeigt oft ebenfalls Doppelbrechung, ähnlich der des Hyaliths; sie rührt her von Elasticitätsdifferenzen, welche durch eingeschlossene fremde Körper (hier die Quarzstückchen) bedingt sind, wie ich solches früher ²⁾ für den Hyalith nachgewiesen habe. Von den zahlreichen kleinen Einschlüssen des Quarzes ist hier nichts zu finden, statt der Einschlüsse von Silicaten, von Eisenoxyd findet man Glas tropfen, und in diesen nicht selten eine auffallend große Gasblase, z. B. in einem Quarzstückchen von 20^{mikr} Durchmesser einen Glastropfen von 6^{mikr} und darin eine Gasblase von 3^{mikr}. Es scheint fast, als ob der Quarz in Scharffeuer so weit erweichte, daß in ihm Bewegungen vor sich gehen können; dafür spricht auch der Umstand, daß man mitunter Stückchen antrifft, in deren Mitte sich

1) Ueber das Vorkommen von Tridymit. Abth. der Berl. Akad 1870.

2) Mikrosk. Unters. üb. d. Opale. Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. zu Wien, Decemberheft 1871, S. 29.

eine ziemliche Zahl von Glaströpfchen gesammelt hat, während man dergleichen an den Ecken und Kanten äusserst selten sieht.

Die in jedem Porcellan enthaltenen Luftblasen sind von ziemlich ungleicher Grösse, aber auch die grössten unter ihnen sind noch sehr klein; sie messen zwischen 2 und 60^{mik}. Eben so ungleich ist ihre Form, zum grösseren Theil sind sie sphärisch, ellipsoidisch oder birnförmig, daneben kommen stark eingebuchtete und abgeplattete, man möchte sagen: *kantige* Formen vor, die man zuerst für stark lichtbrechende Gesteinsfragmente hält, und nur durch genauere Vergleichung des Brechungsvermögens mit den übrigen Luftblasen identificirt. Sie haften nicht immer an Quarzstücken, *sondern sind nicht selten ringsum nur von Beloniten und Körnern umgeben*. Auf der polirten Schlißfläche von Porcellan bemerkt man die grösseren Luftblasen schon mit bloßem Auge als dunkle Pünktchen; sie machen, daß dem Porcellan keine vollkommene Politur gegeben werden kann, und bewirken zum Theil seine weißse Farbe, in viel höherem Maasse, als dies der Quarz thut, dessen Brechungsexponent wenig von dem des Glases abweicht. In der Masse der sogenannten Porcellanknöpfe, die in farblosem pellucidem Glase wenige *scharfkantige* Quarzsplitter und *gar keine Entglasungsproducte* enthält, wird das milchige Ansehen *nur* durch eine große Zahl von relativ großen *Luftblasen* hervorgebracht. Mit bloßem Auge, oder mit schwachen Vergrößerungen in durchfallendem Lichte betrachtet, erscheinen Präparate von dieser Masse *gran*, wegen der starken Zerstreuung des durch die Luftblasen gegangenen Lichtes; Präparate von ächtem Porcellan erscheinen unter gleichen Verhältnissen *gelblich* bis bräunlich. Schwache Vergrößerungen lassen erkennen, daß die gelbliche Färbung von den dunklen Stellen ausgeht, in welchen starke Vergrößerung Haufen von farblosen Beloniten und Körnchen nachweist. Daß den Beloniten und Körnchen eine schwach gelbliche, an einzelnen Indi-

viduen nicht mehr wahrnehmbare Färbung eigen sey, halte ich nicht für wahrscheinlich, glaube vielmehr annehmen zu dürfen, daß die fraglichen Körperchen, ganz so, wie die winzigen Körnchen der meisten Milchopale in durchfallendem Licht mattes Gelb I. Ordn. als Interferenzfarbe geben, und suche die Ursache davon, daß man von Porcellan nicht wie von jenen Milchopalen in auffallendem Licht das complementäre blasse Blau erhält, in einer durch das nie ganz zu beseitigende Eisenoxyd hervorgebrachten gelblichen Tinte des Porcellanglases, welche in durchfallendem Licht von dem gleichzeitig auftretenden Interferenzgelb der entglasten Partien verdeckt wird.

Was endlich die GröÙe, die Gestalt und die Anordnung der Belonite und Körnchen anlangt, so ist dieselbe auch an den besten Schliffen und mit den besten Objectiven nur stellenweise und unsicher zu ermitteln. Hier und da unterscheidet man in einigen Präparaten büschelförmige und fächerförmige Aggregate, durch das Gewirr von Beloniten und Körnern hindurchschimmernd; sehr selten kann man beide Enden eines Kryställchens so deutlich sehen, daß man eine Messung versuchen möchte. Es giebt zwei Methoden, das Präparat einer genaueren Untersuchung zugänglich zu machen, die sich gegenseitig ergänzen. Die eine besteht darin, ein wenig gekrümmtes Porcellanstück so zu schleifen, daß in der Mitte des fertigen Präparates nur ein dünnes Blättchen der ganz durchsichtigen Glasur erhalten bleibt, wo man dann an der breiten Randzone dieses durchsichtigen Flecks die Entglasungsprodukte mit aller Bequemlichkeit untersuchen kann; diese Methode leidet an dem Einwurf, daß die Schmelz- und Entglasungsprodukte der Porcellanmasse in der Nähe der Glasur von dieser verändert seyn könnten, auch ist sie nur für das Porcellan und ähnliche Kunstproducte anwendbar. Die andere Methode ist von dem erwähnten Einwurf frei, und ist, wie ich nächstens weiter auszuführen gedenke, vielfältiger Anwendung fähig. Sie beruht auf der ungleich starken Einwirkung verdünnter Fluorwasserstoffsäure auf

die verschiedenen Formbestandtheile des Porcellans. Löst man die Säure in gehöriger Verdünnung auf Porcellanschleife einwirken, so löst sie die krystallinischen Ausscheidungen in der glasigen Grundmasse viel langsamer als den Quarz und das Glas, wobei sich natürlich Kieselfluorkalium und Kieselfluorcalcium abscheiden, die durch concentrirte Schwefelsäure zerstört werden müssen. Die bei dieser Procedur behufs möglichster Reindarstellung und möglichster Erhaltung des sehr zerbrechlichen Präparates einzuhaltenden Vorsichtsmaßregeln sollen in einem späteren Aufsatze besprochen werden.

Kleine Reste von Kieselfluormetallen und Sulfaten schaden nicht, weil man das Präparat mit dem nach der erstgenannten Methode gewonnenen vergleichen kann. Beide Methoden geben übereinstimmende Resultate. Die Belonite haben bis zu 30^{mikr.} Länge und alle nahezu dieselbe Dicke (0,4 bis 0,6^{mikr.}); sie haben theils abgerundete, theils schief abgestutzte Enden, in welchem Fall sie große Aehnlichkeit mit Feldspathmikrolithen haben, wenn man nicht darauf achtet, daß die Feldspathmikrolithen auch der feinkörnigsten Laven und Basalte *weit größer* sind, als diese winzigen Kryställchen. Einzelne haben auffälliger Weise gespaltene, gabelförmige Enden, wie man sie an Hornblendemikrolithen zu sehen gewohnt ist (Fig. 5, Taf. VI. Partie aus demselben Porcellan, wie Fig. 4, nach Behandlung mit Fluorwasserstoff) ohne dabei grünliche Färbung zu zeigen. Vielfach bemerkt man parallele Anordnung der Kryställchen, ein Netzwerk von in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Bündeln parallel gelagerter Stäbchen, in dessen Maschen die mehrerwähnten, in Fig. 5 fehlenden Körner liegen. Dieselben sind bald kugelig, bald länglich, Uebergänge zu den Beloniten bildend, und kommen sowohl einzeln, als gruppenweise vor (Fig. 6, Taf. VI). Ihr Durchmesser ist gleich dem der Belonite 0,4 bis 0,5^{mikr.}) und man könnte sie aus diesem Grunde, und weil sie Uebergänge zu den Beloniten aufzuweisen haben, für Quer- und Schrägschnitte von diesen halten, wenn sie nicht

in natürlichen entglasten Massen (in einigen Trachytepesteinen) in überwiegender Menge, in entglastem Flaschenglase ganz ohne Belonite vorkämen. Das Glas von Rheinwein- und Bordeauxflaschen entglast, bis zur Abrundung der Kanten erhitzt, sehr leicht, $1\frac{1}{2}$ stündiges Glühen in Kreide- oder Coakspulver ist dazu ausreichend; es giebt dann eine sehr harte, porcellanähnliche Masse, in der die Eisenoydfarbe fast gänzlich verschwunden ist. Mit Schleifen allein ist hier nichts auszurichten, weil die Masse außerordentliche Neigung zum Zerbröckeln besitzt, behandelt man recht dünne Blättchen mit Flußsäure, bis nur noch ein kleines Stück übrig geblieben ist, so findet man dieses stark durchscheinend, aber nur an den Rändern so dünn, daß die Körnchen deutlich zu unterscheiden sind. Von Beloniten ist keine Spur vorhanden, alles was man sieht, sind winzige Körner, zwischen denen vermuthlich Glas gleichförmig vertheilt ist.

Gemeines Fensterglas und weißes Hohlglas ist nicht so leicht zur Entglasung zu bringen. Stücke von Fensterglas waren nach mehr als dreistündigem Glühen in der Mitte viel schwächer als an der Oberfläche entglast. Es wurde niemals körnige Entglasung erhalten, auch keine Belonite, sondern rhombische Tafeln, die ich auch in geschmolzenem Trachyt und in einigen Vesuvlaven gefunden habe. Ihre Flächen stehen nahezu senkrecht zur Oberfläche des Glasscherbens und sie sind zu Säulen angeordnet, die sich sehr regelmäfsig unter schiefen Winkeln schneiden. Dendritische und strahlige Gebilde, die verschiedentlich als Bestandtheile des Réaumur'schen Porcellans angegeben werden, habe ich nur an den Rändern entglaster Glasstücke, wo die Entglasung zuerst, und vermuthlich am schnellsten vor sich geht, gesehen. — Belonite erhält man meines Wissens nur aus thonerdereichen Gläsern; besonders zahlreich und schön ausgebildet sind sie in glasreichen Schlacken aus Ziegeleien, von bald mehr bald weniger Körperchen begleitet. Nun entglast, wie schon gesagt, fertiges thonerdereiches Glas sehr leicht, ohne

Belonite zu bilden; es ist hiernach zu vermuthen, daß die Glasmassen der Ziegelschlacken (und ebenso die des Porcellans) langsam gebildet, und gleich nach ihrer Bildung entglast seyen¹⁾. Um diese Vermuthung zu prüfen, verschaffte ich mir Stücke von einem nahezu eisenoxydfreien Chamottetiegel, der längere Zeit zur Glasfabrikation gedient hatte. Die mikroskopische Untersuchung ergab, *daß die Chamottemasse durch die anhaltende Einwirkung des flüssigen Glases in Porcellan verwandelt war*, nicht nur an der inneren Fläche, sondern in der ganzen Dicke der Wandung des Glashafens, ohne daß eine erhebliche Erweichung der Chamottemasse dabei stattgefunden haben konnte. Es unterschied sich nämlich dies durch Cementation von Thonwaare mit Glas gebildete von dem gewöhnlichen, aus einem innigen Gemenge von Thon und Glassatz geschmolzenen Porcellan durch seine löchrige Beschaffenheit, die der Bruchfläche das Ansehen und die Rauhigkeit von dichtem Bimsstein verlieh; zugleich steht der Annahme, daß hier, wie bei der üblichen Art der Porcellanfabrikation, der Porcellanbildung eine Verglasung vorausgegangen sey, das Bedenken entgegen, daß schon eine mäßige Erweichung der Tiegelwände ein Zerreißen derselben durch den Inhalt des Tiegels (2 bis 2½ Cent.) zur Folge haben würde. Es scheint hiernach, als ob die Bildung von thonerde-reichem Glas und seine partielle Entglasung fast gleichzeitig vor sich gehen könne; — die zuerst in den Tiegel gebrachte geringe Quantität Glas dringt zum größeren Theil in die poröse Thonmasse ein, löst davon auf und bildet zu sofortiger Krystallisation geneigtes Thonerdeglass. Der Proceß wird mit abnehmender Intensität fortschreiten, bis alles eingebrachte Glas durch den Verlust an Alkali, den es bei Abscheidung der vermuthlich aus Alkali-Thonerdesilicaten bestehenden Entglasungsprodukte erleidet, so strengflüssig geworden ist, daß dadurch seiner Wanderung

1) Dafür spricht u. A. die oben erwähnte kantige Form vieler Luftblasen, die mit der Annahme einer gleichförmigen Erweichung nicht wohl vereinbar ist.

zu große Hindernisse in den Weg gestellt werden. Darf man noch annehmen, daß die Entglasungsprodukte (als krystallinische Körper) weniger leicht in flüssigem Glase sich lösen, als es der amorphe Thon thut, so scheint mir in dem Vorstehenden eine ausreichende Erklärung enthalten zu seyn für die Procedur des „Aussäumens“ der Glashäfen, die darin besteht, daß man die neuen, glühend in den Glasofen eingefahrenen Häfen mit wenig Glas austreicht, und eine Zeit lang so vorgerichtet im Ofen stehen läßt, ehe man sie mit Glassatz anfüllt. Unterlassung des Aussäumens soll zu Produktion von schlechtem, streifigem Glase und zu schnellem Ruin der Häfen Anlaß geben, offenbar deshalb, weil Thon in Glas leichter löslich ist, als Porcellan, und das an den Wandungen der Häfen entstehende Thonerdeglass in diesem Falle mit so viel thonerdearmem Glase verdünnt wird, daß eine Entglasung nicht mehr eintreten kann.

Es liegt nahe, die hier vorgetragenen Schlüsse auf die Entstehung des Porcellan's anzuwenden, denn eine flüchtige Vergleichung der mikroskopischen Bilder genügt, um die Ueberzeugung zu gewinnen, daß man in dem Umwandlungsprodukt des fraglichen Glashafens nichts anderes als Porcellan zu suchen habe. Das Vorkommen von eckigen Luftblasen im gewöhnlichen Porcellan deutet darauf, daß hier, wie in der glasgetränkten Hafenmasse, Erweichung und Entglasung binnen kurzer Zeit gefolgt sind, auch ist es nicht schwer, zu beweisen, daß die Entglasungsprodukte, die Körner und Belonite, in der übrig gebliebenen glasigen Grundmasse schwer löslich sind, also schon im Scharffeuer entstanden seyn können. Ein Splitter von ächtem Porcellan wurde einer mit Sauerstoff angeblasenen Gasflamme so lange ausgesetzt, bis er sich unter seinem eigenen Gewicht bog und dann auf einem blanken Stahlstück breit geschlagen. Man darf nicht daran denken, auf diesem Wege ein elegantes Präparat zu erhalten. Das Plättchen zerspringt alsbald in kleine Stücke, von denen man die kleinsten aussuchen und in Balsam einschließen

muß. Die größeren sind ganz unbrauchbar, weil sie beim Schleifen in Brocken zerfallen, die allmählig alle weggerieben werden. Einzelne Randpartieen der ausgewählten Fragmente sind immer durchscheinend genug, um erkennen zu lassen, daß trotz der stattgehabten Erweichung und plötzlichen Abkühlung die Körner und Belonite noch in reichlicher Menge vorhanden sind. Um die Frage nach der Bildungsweise des Porcellans vollständig zu erledigen, müßten Porcellanstücke kurz vor Beendigung des Scharffeuers in ähnlicher Weise behandelt werden und außerdem müßte man versuchen, Porcellan in Stücken von verschiedener Stärke in der Weise herzustellen, daß man, statt Kaolin und Quarz mit den Flufsmitteln zu mengen, die aus Kaolin und Quarz geformten Stücke mit einer dicken Schicht der Flufsmittel oder einer Schicht Glas überzogen einer anhaltenden, zur völligen Schmelzung der aufgetragenen Schicht ausreichenden Hitze aussetzte. Versuche dieser Art sind schwer zu arrangiren, wenn man nicht eine Porcellanmanufaktur in der Nähe hat; indeß hoffe ich noch im Laufe dieses Jahres solche Präparate in Untersuchung nehmen zu können.

Kiel, 1. August 1873.

Nachtrag.

Japanisches Porcellan.

Eine Probe von sehr dünnem japanischem Porcellan, die mir kürzlich durch die Güte eines hiesigen Kaufmanns zur Verfügung gestellt wurde, zeigt eine so eigenthümliche Zusammensetzung, daß ich darüber Einiges nachtragen zu müssen glaube. Die kleinsten Formbestandtheile sind dieselben, wie die des europäischen Porcellans, aber ihre relative Menge ist eine wesentlich andere. Während im europäischen Porcellan die Entglasungsprodukte dem Quarz und meist auch dem Glasrest gegenüber vorherrschen, kann man hier in Zweifel seyn, ob mehr Quarz oder mehr Belonite vorhanden seyen. Die Menge des Glases ist entschieden größer als die der Belonite. Letztere sind

gut ausgebildet, sehr oft zu Paketen und Morgensternen vereinigt, mit wenig Körnchen vermenget. Die Quarzsplitter sind *wenig* abgerundet, die Luftblasen groß, meistens rund und recht zahlreich, vor Allem in der sehr dick aufgetragenen harten Glasur. Zieht man noch in Betracht, daß die chemische Analyse, im Widerspruch mit der mikroskopischen, für das japanische Porcellan einen Kieselsäuregehalt nachweist, der den des europäischen Porcellans nur wenig übertrifft, so kann man zu einer Reihe von beachtenswerthen Schlüssen über die Herstellungsweise des japanischen Fabrikats gelangen. Der Widerspruch in dem Ergebniss der chemischen und der mikroskopischen Analyse läßt vermuthen, daß der japanischen Masse, wie der unserer Porcellantiegel eine große Menge Quarz einverleibt; daß aber zugleich ein gut Theil Kaolin durch Flussmittel (Feldspath) ersetzt sey, dafür spricht auch das Zurücktreten der Entglasungsprodukte bei schöner Ausbildung derselben. Ferner deutet die unbedeutende Abrundung der Quarzsplitter, die Größe und runde Form der Luftblasen, endlich ihre Anhäufung in der Glasur darauf hin, daß dieses Porcellan binnen kurzer Zeit bei sehr hoher Temperatur gebrannt und daß die Glasur nur um ein Geringes leichtflüssiger sey, als die Porcellanmasse. Eine weitere Bestätigung dieser Schlüsse finde ich in dem Vorkommen distelkopfähnlicher Büschel von Beloniten, denen der Grundmasse höchst ähnlich, in der dicken Glasur, ein Vorkommniß, das im europäischen Porcellan ganz fehlt. Diese Büschel sind derartig gelagert, daß ich ihren Ursprung in der Grundmasse des Porcellans suchen und demzufolge annehmen muß, sie seyen fertig aus derselben in die Glasur ausgetreten, wie auch die vielfach in der letzteren vorkommenden Quarzsplitter. Diese Deutung führt aber wieder auf die Voraussetzung einer kurzen Zeit andauernden sehr hohen Temperatur beim Brande, wie wir denn auch von den Chinesen wissen, daß sie ihr Porcellan in kleinen Oefen mit leichtem Heizmaterial brennen. Wahrscheinlich ist auch die auffallende Dicke der Glasur zum

Theil auf das Austreten von Glas an die Oberfläche zurückzuführen. Die hoch geschätzte Durchscheinendheit des asiatischen Porcellans wäre hiernach auf die geringere Anzahl von Beloniten und Luftblasen zurückzuführen, *nicht* auf grössere Sorgfalt in Herstellung der Masse, deren mechanische Bearbeitung im Gegentheil unter der des europäischen Porcellans steht.

VI. *Zur Theorie der Talbot'schen Streifen; von V. Dvořák.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. Sitzb. der k. Akad. d. Wiss. zu Wien, Bd. 67.)

Die Erscheinung der Talbot'schen Streifen, die von Airy ¹⁾ zuerst theoretisch behandelt wurde, dessen Theorie aber Esselbach ²⁾ vervollständigte, läßt sich auf kürzere Art und theilweise ohne jede Rechnung nach einem von Hrn. Prof. E. Mach in seinen Vorlesungen zur Demonstration der Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen angewandeten Princip leicht herleiten.

Um nach diesem Princip die Helligkeit eines Punktes *A* im Beugungsbilde einer Spalte *ab* (Fig. 7, Taf. VI) zu finden, trage man die gleichen Amplituden der einzelnen Strahlen $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ vom Mittelpunkt eines Kreises *o* (Fig. 8 Taf. VI) der Reihe nach so nebeneinander auf, daß die GröÙe des Bogens $\alpha\beta, \beta\gamma$ etc., der zwischen den Endpunkten der Amplituden $o\alpha, o\beta$ etc. eingeschlossen ist, dem Gangunterschiede der zugehörigen Strahlen α, β etc. proportional wird, und zwar soll dem Gangunterschiede von einer ganzen Wellenlänge die Bogenlänge des ganzen

1) Diese Ann. LVIII, S. 535.

2) Diese Ann. XCVIII, S. 528