VI.

Auszüge aus Briefen

von dem

Professur MÜNCKE in Heidelberg,

geschrieben den 10. Oktober 1817.

1. *Ueber Licht - Polarisation.*

Die Beschreibung und Zeichnung einer zweckmäßig eingerichteten Maschine zum Polarisiren des Lichts im achten diesjährigen Hefte Ihrer Annalen erinnert mich, einige hierher gehörige Bemerkungen mitzutheilen, die ich für nicht ganz überflüssig halte.

Vorzüglich interessant dünkt mich die Polarisation in durchsichtigen, unvollkommen krySTALLIRten Körpern zu seyn, welche mir Biot in seiner Physik keineswegs genügend erklärt, ja selbst nicht einmal in ihrem ganzen Umfange richtig aufgefaßt zu haben scheint. Da ich das Ganze als sehr bekannt voraussetzen darf, so mache ich nur auf folgende Thatsachen aufmerksam, welche ich selbst an einer bequem eingerichteten Maschine, mit *Würfeln und Cylindern aus gemeinen* (theils sehr klarem, theils etwas bläulichem) *Glas*e beobachtet habe.

Zur größern Deutlichkeit schicke ich folgende Bestimmungen voraus. Der polarisirte Lichtstrahl wird im Meridian einfallend, die Richtung gegen Norden genommen, gedacht. Er falle gegen den ersten Spiegel *A*, welcher mit der lothrechten Linie einen Winkel von $35^{\circ} 25'$ mache, von demselben in lothrechter Richtung auf den zweiten Spiegel *B*, welcher dem Spiegel *A* parallel sey, und von diesem in das Auge des Beobachters. Zwischen beiden Spiegeln befinde sich ein Glaswürfel von etwa 18 Lin. Seite. Es finden dann folgende Erscheinungen statt, wenn vorläufig zur nähern Bestimmung der Ausdrücke angenommen wird, daß der Würfel 6 Seiten, 8 Ecken und 12 Kanten hat.

1. Das Farbenpiel der Würfel ist nach Verschiedenheit ihrer Dicke, Reinheit und unvollkommenen KrySTALLISATION, sowohl in Hinsicht der Grösse, als der Intensität der farbigen Bilder verschieden. Sehr gut gekühlte dicke Scheiben von 3 bis 4 Lin. haben mir selbst bis zur Zahl 4 auf einander gelegt, keine farbigen Bilder geben wollen.

2. Legt man einen Würfel so, daß die eine seiner horizontal liegenden Kanten sich im Meridian befindet, und der lothrechte polarisirte Lichtstrahl von dieser Kante bis zur gegenüber stehenden mitten durch den Würfel fällt, so zeigen die beiden sichtbaren Flächen an allen vier Ecken undeutlich gefärbte, schwärzliche, ins Bräunliche spielende Flecken, welche unter günstigen Umständen prismatische Farben entwickeln, wobei die übrige Fläche

weiß ist, oder, wenn man will, ein weißes Kreuz bildet.

3. Drehet man den Würfel um den lothrechten Lichtstrahl um 45° , oder welches einerlei ist, so, daß seine in §. 2. bezeichnete Kante mit dem Meridian einen Azimuthal-Winkel von 45° macht, so rücken die genannten Flecken mit Verminderung der Farbenintensität allmählig bis in die Mitte zwischen die beiden Ecken, an den Seiten der sichtbaren Flächen weiter. Hiernach müßten die Enden des weißen Kreuzes in den Ecken der Flächen liegen, allein die Folge wird zeigen, daß dieses nicht genau der Fall ist.

4. Geht der lothrechte polarisirte Lichtstrahl von einer Ecke des Würfels durch sein Centrum und durch die andere Ecke, so sieht man drei Flächen, welche kleiner sind als in §. 3., und farbige Bilder von geringerer Intensität zeigen. Bei der einen Fläche liegen die farbigen Flecken in den vier Ecken (wonach das weiße Kreuz durch die Mitte geht); bei der zweiten liegen sie etwas mehr nach der Mitte, bei der dritten völlig in der Mitte zwischen den Ecken, oder in der Mitte der Seiten. Daß durch eine Drehung des Würfels im Azimuth die Erscheinungen der Flächen wechseln, versteht sich von selbst. Vorzüglich aber muß man dahin sehen, daß die angegebene Lage genau ist, weil man sonst die Erscheinungen nicht auf allen Flächen mit gleicher Deutlichkeit wahrnimmt, oder gar eine Fläche kein Farbenpiel zeigt.

5. Fällt der polarisirte Lichtstrahl auf eine Seite des Würfels normal, und so, daß der Meridian normal auf die Kante desselben gerichtet ist so zeigen die vier Ecken der gesehenen Fläche farbige Flecken, bei denen die Art und Intensität der Farbe verschieden ist. Im Allgemeinen erscheint die gelbe, ins Röthliche spielende Farbe in der Mitte, und die blaue hierbei ausnehmend vorherrschend. Das weiße Kreuz ist sehr regelmäsig und nimmt den nicht gefärbten Theil der Fläche ein.

6. Drehet man den Würfel im Azimuth um 45° so weichen diese Flecken allmählig bis in die Mitte der Seiten, und verlieren hierbei sehr an Intensität. Mehr blaßes und etwas dickeres Glas hat mir allezeit die intensivsten Farben, jedoch mitunter auch bedeutende Anomalien gegeben.

7. Drehet man den untern Spiegel *B* bei unverändertem Würfel, in den §. 2. bis §. 6. erzählten Versuchen, im Azimuth um den lothrechten polarisirten Lichtstrahl, ohne den Einfallswinkel desselben zu verändern, so verschwinden die farbigen Flecken bei 45° fast gänzlich, zuweilen völlig, stellen sich dann bis 90° allmählig wieder her, und erreichen mit dem letztgenannten Winkel ihre vorige Intensität wieder.

8. Hierbei gehen aber die Farben in die entgegengesetzten über, indem namentlich in §. 6. die blauen inwendig zu liegen kommen, und die gelben die größte Intensität erhalten. An die Stelle des weißen Kreuzes tritt aber ein schwarzes, oft sehr

regelmäßig gestaltet und von weiß begrenzt, oft unregelmäßig, wie namentlich bei §. 3., und so, daß beinahe die ganze Fläche, mit Ausnahme einiger weniger weißer, ins Gelbe spielender Flecken, schwarz erscheint. Die Form und Schwärze dieses Kreuzes gehört, nach meiner Ueberzeugung, unter die interessantesten Phänomene der Lichtpolarisirung.

9. Man erhält diese genannten Erscheinungen, wenn man zu dem Spiegel *A* ein unbelegtes Glas oder ein Glas nimmt, welches mit schwarzem, in Weingeist aufgelöstem Siegellack an der hintern Fläche überzogen ist. Mit einem foliirten Spiegel habe ich nichts weiter als einige Trübung im Würfel erhalten können, und eben so mit einem an der hintern Seite matt geschliffenen Glase.

10. Ist der Spiegel *B* eine unbelegte oder schwarzbelegte Spiegelglastafel, so zeigen sich die genannten Erscheinungen sehr vollständig; eine matt geschliffene Spiegelscheibe liefert sie gleichfalls, jedoch undeutlich und von sehr geringer Intensität; eine foliirte leistet, außer einiger Trübung, gar nichts.

11. Hat der Spiegel *B* gegen den polarisirten Lichtstrahl eine solche Lage, daß dieser lothrecht auf die Spiegelfläche fällt, oder daß er mit ihr parallel läuft, so verschwinden die farbigen Bilder gänzlich. Daß die Beobachtung des Bildes in beiden Fällen unmöglich ist, weiß ich sehr wohl; ich habe mich aber beiden Lagen so weit genähert, (ohne jedoch die Winkel genau messen zu können),

dafs alle Färbung, vorzüglich beim fast lothrechten Einfallen verschwand.

12. Fängt man das in §. 5. beschriebene Bild mit einer Glascheibe auf, so zeigt diese unter jedem Einfallswinkel dasselbe unverändert.] Stellt man aber den Spiegel *B* mit seiner Fläche mehr horizontal, und fängt das erzeugte Bild auf, so erhält man in dieser dritten spiegelnden Fläche, welche ich *C* nennen will, wenn dieselbe mit *B* einen Winkel von 45° ausmacht, das compensirte Bild von §. 8. so vollständig, als dort. Bei 90° und 180° verschwinden die Farben, wobei sich von selbst versteht, dafs auch hieroei nur von einer Näherung und nicht von scharf gemessenen Winkeln die Rede ist. Ueberhaupt sind diese Versuche sehr schwierig, weil man bei den gewöhnlichen Vorrichtungen zur Polarisirung des Lichts den Spiegel *C* mit der Hand halten mufs, wobei das reflektirte Bild leicht verschwindet; und deswegen habe ich die Angaben nur oberflächlich gegeben. Nehme ich dagegen die Sache so, wie ich nach meinen Versuchen durch Schätzung genau gefunden zu haben glaube, so ist sie folgende:

13. Wenn das §. 5. genannte Bild mit einem dritten polarisirenden Spiegel *C* aufgefangen wird, so hat man dasselbe durch Reflection allezeit von der nämlichen Beschaffenheit. Legt man aber den Spiegel *B* so weit horizontal, dafs er mit dem polarisirten Lichtstrahl einen doppelten Polarisirungswinkel, also von $70^\circ 50'$ macht, und fängt das

durch denselben reflectirte Bild mit einem dritten polarisirenden Spiegel *C* auf, dessen Ebene der Länge nach von der Mittagslinie durchschnitten, mit der Ebene des Spiegels *B* einen Winkel von 45° macht, so ist das von *C* reflectirte Bild das compensirte von § 8. in größter Schärfe und Reinheit. Drehet man aber die Ebene von *C* im Azimuthe so, daß dieselbe mit dem Meridian einen Winkel von 90° ausmacht, so kommt das ursprüngliche Bild §. 5. wieder zum Vorschein.

14. Eine dem Wesen nach gleiche Erscheinung findet statt, wenn der Spiegel *B* anstatt mit *A* parallel zu seyn, um den lothrechten Lichtstrahl bis zu einem Winkel von 90° gedreht wird, wobei es sich indess von selbst versteht, daß hier, die Bilder §. 8. und §. 5. wechseln. Bei der Drehung des Spiegels *C* im Azimuth verschwinden die Farben bei 45° fast gänzlich.

15. Ist der Spiegel *B* eine unbelegte Scheibe von recht reinem Spiegelglaste, so reflectirt er das farbige Bild von seinen beiden Flächen, und es scheinen die hierdurch entstehenden beiden Bilder an Intensität völlig gleich zu seyn. Man kann auf diese Weise mit noch größerer Schärfe den Parallelismus beider Flächen prüfen, als durch ein solches reflectirtes Bild nach der Angabe des Hrn. Dr. Pottgiess in der Monatl. Correspond. Ich weiß nicht, ob es Zufall ist, daß ich diese doppelten Bilder vorzüglich nur bei dünnen Spiegelcheiben unter 1 Lin. Dicke wahrgenommen habe.

16. Ist der Spiegel *B* ein weißes, klares und unbelegtes Spiegelglas, so läßt er, außer der Reflexion des Bildes, dasselbe auch durch, und zwar so, daß man in einem polarisirenden Spiegel *D* gleichfalls ein Bild, unmerklich schwächer als das von *B* reflectirte erhält. Durch eine geringe Neigung beider Spiegel gegen einander kann man das von *D* reflectirte, durch *B* hindurch gehende Bild, mit dem von *B* reflectirten zur Deckung bringen, und dadurch beide besser vergleichen.

17. Giebt man dem Spiegel *B* eine solche Lage, daß der lothrechte polarisirte Lichtstrahl normal in seine Ebene fällt, und fängt dann das durchgehende Bild mit dem gehörig geneigten Spiegel *D* auf, so giebt dieser, wie in §. 16., ein polarisirtes Bild. Uebrigens kann man die Bilder in §. 16. auch vervielfältigen, indess habe ich dieses mit der benutzten Vorrichtung nicht weiter als bis zur Verdreifachung gebracht.

18. Läßt man den Spiegel *B* in §. 16. unverrückt, drehet aber den Spiegel *D* um 90° im Azimuth, so ist das von ihm reflectirte Bild das compensirte, gleich als wenn es nicht vorher durch den Spiegel *B* gegangen wäre.

19. Alle die genannten Erscheinungen finden zu jeder Tageszeit statt, und bei jedem Winkel, welchen die Richtung der Polarisirungs-Maschine mit dem Meridian macht. Sie sind aber unvollkommener, und die erzeugten Farben schwächer, wenn die Sonne noch hinter einem Berge ist, und ver-

schwinden immer mehr, je größer der Winkel ist, welchen die direkten Sonnenstrahlen mit der vordern Ebene des Spiegels *A* bilden. Bei einer Richtung des Spiegels gegen die Sonne habe ich keine polarisirten Bilder erhalten können. Dagegen macht die Höhe der Sonne am Himmel keinen bemerkbaren Unterschied.

20. Die Beschaffenheit des Himmels hindert die Polarisirung des Lichtes nicht. Ich habe die farbigen Bilder bei ganz bedecktem Himmel und während feinem Regen, bei ganz klarem und völlig wolkenlosem Himmel sehr deutlicherhalten, obwohl allerdings die Farben bei klarem, mit wenigen weißlichen Wolken versehenen Himmel die größte Intensität haben.

So viel Modificationen finden statt bei dieser einzigen Erscheinung der Lichtpolarisirung, und sie sind gewiss noch nicht alle. Schwerlich werden wir, nach meinem Ermessen, ohne die Annahme von Lichtkügelchen, denen Pole und Aequator zukommen, ohne eigene Axenbewegung derselben, und fast möchte ich sagen, ohne die Theorie der Accelle, aus diesem Labyrinth einen Ausweg finden.

2. Ueber die Fixität des Siedepunktes.

Wichtiger und interessanter als die vorstehenden Bemerkungen, und das Ganze mehr erschöpfend, werden Sie die folgenden Versuche finden. Gay-Lussac will gefunden haben, daß das Wasser in metallenen Gefäßen um 1°,3 C. früher kocht, als in gläsernen Behältern; eine Beobachtung, de-

ren Ursache man bis jetzt noch nicht anzugeben gewagt hat. Schon geht diese Behauptung in unsere Compendien über, und sie wird bald allgemein aufgenommen werden, da auch Biot sie wiederholt hat. Die Sache ist für die Wärmetheorie nicht unwichtig, und man könnte billig fragen, warum ein so einfacher Versuch noch nicht wiederholt ist? allein eine solche Frage darf billigerweise von keinem Physiker aus begreiflichen Ursachen geschehen.

So bald die mannigfaltigen, jetzt beseitigten Abhaltungen mich nicht hinderten, entschloß ich mich, den Versuch im weitesten Umfange zu wiederholen, und mein sehr verehrter College Gmelin, dessen eben so gründliche Gelehrsamkeit als vorzügliche Fertigkeit im Experimentiren mir noch bei vielen Versuchen von unschätzbarem Werthe seyn wird, war so gütig, denselben mit mir anzustellen. Wir nahmen zu diesem Zwecke ganz gleiche Gefäße von 3 Zoll Höhe und 1,3 Zoll Durchmesser, unter denen aber 3 ausfielen, nämlich eins von dickem *Leder*, ein anderes von *Buchenholz* und ein drittes von *Elfenbein*, weil wir der schlechten Leitung wegen das Wasser in ihnen nicht zum Sieden bringen konnten. Mit zwei andern gleichen Gefäßen von dünnem gelirnistem und von dickem zwölfmal zusammengelegtem *Papiere* war es der nämliche Fall. Die übrigen 5 Gefäße waren aus *Kupfer*, *Messing*, *Zinn*, *Blei* und *Marmor*. Ueberdem nahmen wir noch einen Becher von *Silber* und einen von *Platin*, beide von der Form eines

parabolischen Conoids, ersterer etwas enger, von 0,3 Lin., letzterer etwas weiter von 0,2 Lin. Metalldicke. Ferner einen gewöhnlichen glazirten irdenen *Topf* von 1,6 Zoll Durchmesser, und 2 Bechertassen, eine von *Porzellan*, die andere von *Fayance* von 2 Zoll oberem Durchmesser. Endlich 3 abgesprengte *Medicinalgläser* von 1,5 Zoll Durchmesser, eins aus weißem und zwei aus grünem Glase. Die letzten Größen sind nach dem Augenmaasse nahe genommen. Gläserne Gefäße von einem mehrere Lin. dicken Boden zerlprangen vor dem Sieden des Wassers. Das Barometer zeigte an diesem Tage, den 4. Okt., 28 Zoll 0,1 Lin. bei 15° C. des Corrections-Thermometers. Das Wasser wurde in allen Gefäßen so viel als möglich von gleicher Höhe erhalten, und zum Beobachten diente ein Thermometer mit einer auf Glas geätzten Skale, verfertigt vom Mechanik. Loos, jetzt Brunnenmeister in Darmstadt, an welchem die einzelnen Grade etwas wenig mehr als 1 Lin. betragen. Die sämtlichen Gefäße wurden an der nämlichen Stelle im Sandbade, so viel möglich, zu einem gleichen Grade des Siedens erhitzt, weil es nicht anging, dieses bei allen zugleich zu erreichen; und jede Beobachtung wurde mit hinlänglichem Zeitaufwande angestellt, indem sie alle, ohne die Vorbereitungen zu rechnen, uns 4 Stunden beschäftigten.

Die erhaltenen Resultate sind eben so überraschend als interessant, aber der Beobachtung des

Herrn Gay-Lussac keineswegs günstig. Wir fanden nämlich folgendes:

1. Die Hitze des siedenden destillirten Wassers läßt sich durch stärkeres Feuer erhöhen, so daß das Thermometer, unter übrigens gleichen Umständen, bis etwa $0^{\circ},5$ R. mehr als den Siedepunkt zeigt.

2. Wenn die Thermometer-Kugel den Boden des Gefäßes berührt, insbesondere wenn sie zwischen die, in der Mitte der Medicingläser befindliche Erhöhung und die Wand der Gläser gelenkt wird, so steigt das Thermometer um etwa $0^{\circ},4$ bis $0^{\circ},8$ R.

3. Hineingeworfener Sand vermindert die Hitze des Wassers, und setzt den Siedepunkt desselben um einige Zehnthelle eines Grades herab; ohne Zweifel, weil der Sand das Aufsteigen der Dampfblasen erleichtert. Etwas Kupferseile, wovon ein Theil oben aufschwamm, ein anderer am Boden liegen blieb, schien keinen Einfluß zu haben.

Uebrigens zeigten sich in den verschiedenen Gefäßen folgende Unterschiede der Temperatur des Siedens über oder unter dem Siedepunkte des 80 theiligen Quecksilber-Thermometers:

In einem Gefäß aus	Bei Berührung des Bodens.	$\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oberfläche des Wassers gehalten.
Silber	— $0^{\circ},10$ R.	— $0^{\circ},20$ R.
Platin	— $0,10$	— $0^{\circ},50$
Kupfer	+ $0,10$	+ $0,01$
Messing	+ $0,55$	— $0,15$

In einem Gefäße aus	Bei Berührung des Bodens.	$\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oberfläche des Wassers gehalt.
Marmor	+ 0,05	— 0°,15 R.
Blei	+ 0,20	— 0,10
Zinn	+ 0,30	— 0,10
Porcellan	+ 0,05	— 0,05
weißem Glase	+ 0,30	0,00
grünem Glase a.	+ 0,40	+ 0,60
grünem Glase b.	+ 0,50	0,00
demselben	+ 0,30	+ 0,10
Fayance	+ 0,80	+ 0,30
In e. irdenen Topf.	+ 0,80	+ 0,20

Die metallenen Gefäße waren alle zwar nicht spiegelnd, aber doch rein, ohne Ueberzug eines heterogenen Körpers, und metallisch-glänzend. Bloss der silberne Becher hatte an einer Seite einen schwarzen Flecken durch etwas angegriffenes Metall entstanden. So bald die Thermometer-Kugel diesen berührte, zeigte das Thermometer + 0°,50, und kehrte bei Berührung des Bodens in der Mitte sehr bald wieder auf den angegebenen Stand von — 0°,10 zurück; eine interessante und vielfach mit gleichem Resultate wiederholte Beobachtung.

Die Resultate genauer Versuche sind hiermit den Physikern über diesen interessanten Gegenstand gegeben, und sie werden die Erklärung derselben schon selbst auffinden können. Nach meiner eignen Ansicht folgt aus ihnen sehr klar, daß die Wärme durch den Boden der Gefäße dringt, sich mit

dem Wasser zu Dampf verbindet, und so aufsteigt, daß aber der so gebildete Dampf zugleich, wie jeder andere Körper, ein Wärmeleiter ist, durch welchen noch außer dem zu seiner Bildung erforderlichen Wärmeloffe eine größere oder geringere Menge von Wärmeloff fortgeleitet wird, welche gleichfalls einen Einfluß auf das Thermometer hat; eine Behauptung, die ich auf anderweitige Gründe gestützt, schon in meiner Abhandlung über das Schießpulver aufgestellt habe. Das Quantitative beider Größen hängt von der Beschaffenheit der Substanz ab, worin das Wasser siedet, und zugleich von beiden Oberflächen derselben, der innern und der äußern, so daß die verschiedene Beschaffenheit sowohl der Substanz selbst, als auch einer oder beider Oberflächen, sehr mannigfaltige Resultate hervorbringen kann, welche indess im Ganzen die Genauigkeit des Thermometers nicht sehr afficiren.

Bei dem bekannten Streite über die Wärmeleitung der Flüssigkeiten hätten diese Ansichten allerdings eine nähere Berücksichtigung verdient.