VIII. *Photographische Spectralbeobachtungen
im rothen und indischen Meere;
von Hermann W. Vogel.*

Vor einem Jahre publicirte ich einige Beobachtungen über die Schwankungen in der chemischen Wirkung des Sonnenspectrums auf Bromsilber (Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. 1874, S. 88). Ich erkannte damals, daß unter sonst gleichen oder scheinbar gleichen Umständen die Wirkung des Sonnenspectrums auf Bromsilberplatten sehr stark variirt, daß sie bald mehr oder weniger weit nach Violett oder Ultraviolett sich erstreckt und daß die Intensität der Wirkung der einzelnen Farben zu verschiedenen Zeiten äußerst verschieden ist, ohne daß eine gesetzmäßige Abhängigkeit dieser Variationen vom Barometerstand, vom Dunstdruck und von der Sonnenhöhe nachgewiesen werden konnte.

Diese Beobachtungen weisen auf eine außerordentlich wechselnde Durchsichtigkeit der Luft für die verschiedenen Spectralfarben hin und die nähere Erforschung dieser Thatsache schien mir wichtig genug, um sie zu einer Hauptaufgabe bei meiner Reise nach den Nicobaren, als Mitglied der englischen Sonnenfinsternisexpedition, zu machen.

Ich fertigte mir zu diesem Zweck einen compendiösen photographischen Spectralapparat, den ich der Kürze halber *Spectrograph* nennen will, der auch Beobachtungen auf schwankendem Schiffe gestattet. Derselbe ist eine Combination von Taschenspectroskop und Camera, wie ich sie in diesen Annalen Bd. 154, S. 306 beschrieben habe; nur zeigt die Camera, die ich für diesen Zweck construiren ließ, einige Eigenthümlichkeiten, die ihre Anwendung erheblich erleichtern und erweitern.

Sie besteht aus Holz, ist 17 Ctm. lang, 13 Ctm. breit und 10 Ctm. hoch und bildet einen Kasten ohne Auszug,

der hinten eine matte Scheibe trägt, die mit Cassette vertauscht werden kann. Der Vordertheil der Camera be-

steht aus einer beweglichen Jalousie *R*, die innerhalb der Coulisse *n' n''* läuft und in der Mitte ein Brettchen trägt, in welches das Spectroskop eingeschraubt ist. Die Axe desselben liegt 2 Ctm. unterhalb der Axe der Camera, da die Strahlen unsymmetrisch austreten.

Die Jalousie erlaubt das Spectroskop seitlich zu verschieben und man ist dadurch im Stande, auf einer kleinen Platte von 11×8 Ctm. fünf Spectren nach einander aufzunehmen, falls man den Spalt nicht zu lang nimmt.

In dieser Weise konnte ich täglich mit Anwendung einer einzigen Platte fünf Beobachtungen machen. Der Spalt des Instruments liegt der Richtung der Jalousiebewegung parallel und ist nicht parallelrandig, sondern keilförmig. Dadurch wird ein Spectrum erzeugt, welches an der einen Langseite dunkel, an der anderen hell ist. An der hellen Langseite beginnt natürlich die photographische Wirkung zuerst und schreitet um so weiter nach der anderen, in der Richtung der Spectrallinien fort, je kräftiger die chemische Intensität der betreffenden Farbe ist¹⁾.

Man kann demnach aus der Ausdehnung der Wirkung einer bestimmten Farbe einen Schluss auf deren chemische Intensität machen.

1) Das Instrument, welches sich trefflich bewährte, wurde von den Herren Schmidt u. Haensch in Berlin angefertigt.

Zu den Beobachtungen auf der Reise benutzte ich Bromsilberplatten, die mit Naphtalinroth gefärbt waren (1 Tropfen gesättigte Naphtalinrothlösung auf 10 Cubetm. Bromcollodion von der Zusammensetzung, wie sie in diesen Annalen Bd. 153, S. 220, Anmerkung angegeben ist). Diese Bromsilberplatten wurden für die Reise in Berlin im voraus hergestellt durch Collodioniren von Glas, Sensibilisiren im Silberbade (a. a. O.), Waschen und Trocknen; sie zeigten eine beträchtliche Empfindlichkeit für Ultraviolett, Violett bis Hellblau und für Gelb, eine erheblich schwächere für Grün, eine sehr schwache für Roth.

Geeigneter für den Zweck wären Platten gewesen, die für alle Spectrumfarben gleiche Empfindlichkeit gezeigt hätten, solche herzustellen gelang mir vorläufig noch nicht und war die Zeit zur Reisevorbereitung viel zu kurz und das Wetter seit Monden viel zu schlecht, um dahin zielende Versuche noch machen zu können.

Ich nahm daher die beschriebenen Platten, als das Beste mir zur Disposition stehende. Ueber die Schwankungen im Roth konnten dieselben selbstverständlich keine Auskunft geben.

Die Platten wurden in Packeten von 6 Stück luftdicht verpackt und 6 Cassetten mitgenommen, um darin den Inhalt eines in den Abendstunden neu geöffneten Packets unterzubringen.

Die Entwicklung der Platten geschah Abends in der Kabine über dem Waschbecken auf alkalischem Wege (Annalen Bd. 153, S. 221). Ein ganz kleiner Vorrath Chemikalien, der gemeinschaftlich mit Camera einen Kasten von $1\frac{1}{2}$ Cubikfuß Inhalt bildet, reichte für die ganze Reise aus.

Die Beobachtung geschah sehr einfach. Ich setzte mich in der am wenigsten schwankenden Mitte des Schiffes in die Sonne, nahm das Instrument auf den Schoofs und kehrte es so gegen die Sonne, daß das

Spectroskop keinen oder ringsum gleichviel Schatten warf. So wurde stets 1 Minute exponirt und zwar:

h. 7, h. 9 oder 10 a. m h. 0, h. 2 oder 3 und 5 p. m.

Hintretende Wolken machten zuweilen eine Aenderung der Beobachtungszeiten nöthig. Doch wurden solche in möglichst gleichen Zeitabständen vom Mittag gewählt, um die Wirkung in gleicher Sonnenhöhe Vor- und Nachmittag zu beobachten. Die Ortsveränderung des Schiffes veranlaßte natürlich Zeitfehler, die nach den täglichen Sonnenbeobachtungen der Schiffsofficiere in Rechnung gezogen wurden.

Meine Beobachtungen begannen schon im Mittelmeer am 23. Februar, bei 37° n. Br. und erstreckten sich bis vor Point de Galle, Ceylon, 6° 49' n. Br. am 13. März. Die Sonnenhöhen in den correspondirenden Beobachtungszeiten wuchsen daher in ganz beträchtlichem Grade und hätte sich dieses auch in der chemischen Intensität der aufgenommenen Spectrumbilder zeigen müssen. Nach Bunsen und Roscoe nimmt die chemische Intensität des directen Sonnenlichtes zu mit der Sonnenhöhe und ab mit wachsendem Barometerstande. Dieses gilt jedoch nur für vollkommen klaren Himmel, für einen idealen Wetterzustand, wie er thatsächlich nur selten existirt; in der Regel ist der Himmel theilweis bewölkt oder mit zartem Cirrus, zuweilen auch nur mit einem dünnen Schleier von Dunstbläschen überzogen, die die Durchsichtigkeit der Atmosphäre sehr modificiren und dadurch auch die Intensität des Sonnenlichts. So hatte ich nur im rothen Meere mehrere völlig wolkenfreie heitere Tage, von diesen war jedoch nur einer vollkommen klar zu nennen, an den anderen zeigten sich Dunstschichten am Horizont, die das Licht der Sonne sichtbar schwächten. An dem heitersten Tage, dem 3. März 1875, zeigte sich denn auch die chemische Wirkung des Sonnenlichts am größten, im indischen Ocean jedoch nahm die Trübung der Atmosphäre mit dem Vorrücken nach Ceylon fortwährend zu, obgleich das Wetter nach gewöhnlichem Sprachgebrauch schön

blieb. Die geringe Luftdurchsichtigkeit zeigte sich auch in sehr auffallendem Grade bei Nacht, wo trotz scheinbar klarem Himmel die Sterne viel matter glänzten, als in Deutschland und in Folge dessen offenbarte sich im indischen Ocean trotz der größeren Sonnenhöhe eine geringere chemische Wirkung, als in nördlichen Breiten.

Wie erheblich die Einwirkung einer ganz zarten Schicht von Dunstbläschen ist, zeigen zwei Beobachtungen im adriatischen und indischen Meere, erstere am 23. Februar unter 37° n. Br. und $40,56^{\circ}$ Sonnenhöhe und die andere am 1. März unter $27^{\circ} 42'$ n. Br. und $49,78^{\circ}$ Sonnenhöhe, erstere bei völlig klarer Luft, kurz vor Regenwetter, letztere unter einer ganz dünnen Dunsthülle, die die blaue Farbe des Himmels kaum änderte.

Trotz der beträchtlichen Differenz in der Sonnenhöhe war die chemische Wirkung in beiden Fällen gleich.

Dagegen zeigte sich die mit wachsender Sonnenhöhe steigende chemische Wirkung bei allen Beobachtungen desselben Tages, falls das Wetter constant blieb.

Früh 7 Uhr zeigte sich gewöhnlich eine Wirkung im Indigo und Blau, am kräftigsten bei *G*, nach *F* und *H* hin abnehmend und in der Regel vor *F* und *H* verschwindend. Daneben zeigte sich stets eine sehr merkliche Gelbwirkung, am kräftigsten in *D*, sehr schnell in Orange abnehmend, langsam nach *E* in Grün hin. Eine Wirkung der ultravioletten Strahlen konnte um diese frühe Stunde zwischen Brindisi und Ceylon nicht wahrgenommen werden. Nur am 2. März (rothes Meer $24^{\circ} 3'$ n. Br.), dem heitersten Tage der Reise und am 9. März (im indischen Meer $11^{\circ} 5'$ n. Br.) trat eine Wirkung bis *H'* deutlich hervor. Mit vorrückender Tagesstunde vermehrte sich die Intensität im Indigo ganz beträchtlich, in geringerem Grade im Grün und Gelb. Zugleich traten die ultravioletten Strahlen in Wirkung, um Mittags erreichte die Wirkung an allen Stellen die höchste Intensität. Nachmittags nahm die Wirkung in demselben Maasse wieder ab. In gleichen Abständen von Mittag war die chemische Inten-

sität *in der Regel* die gleiche, wenigstens in den Stunden von 9 bis 3 Uhr.

Dagegen zeigte sich in der chemischen Wirkung 5 Uhr Nachmittags fast immer ein Unterschied von der chemischen Wirkung 7 Uhr Morgens, die jedoch keineswegs zu Gunsten der allgemein verbreiteten Meinung sprach, daß das Nachmittagslicht photographisch schlechter wirke, als das Vormittagslicht.

Diese Meinung mag begründet seyn in der Atmosphäre der Städte, wo durch die mit dem Vorrücken des Tages sich vermehrenden gelblichen Rauch- und Staubmassen in der That die Durchsichtigkeit der Luft für „chemische“ Strahlen abnehmen muß. Auf dem Meere, wo diese Einflüsse nicht vorhanden sind, zeigte sich an manchen Tagen im Gelb wie im Blau Nachmittags 5 Uhr eine kräftigere chemische Wirkung als Vormittags 7 Uhr.

So z. B. am 3. März und 5. März im rothen Meere und am 9. und 11. März im indischen Meere. Am 5. März war die Wirkung im Blau und Indigo um 7 Uhr Morgens = 0, um 5 Uhr Nachmittags dagegen äußerst kräftig. Am 4. März war die Wirkung Vor- und Nachmittags gleich, am 2. März überwog die Wirkung Vormittags 7 Uhr die Nachmittags um 5 Uhr beträchtlich.

Sehr merkwürdig war die chemische Lichtintensität am 5. März (Br. 13° 32' N.) bei wolkenfreiem Himmel, an diesem Tage war die chemische Wirkung des Gelb eine höchst energische den ganzen Tag über, sie überstieg weit die Wirkung des Blau und Violett, früh Morgens 7 Uhr in dem Grade, daß Blau überhaupt gar keine Wirkung zeigte. An diesem Tage war demnach die Durchsichtigkeit der Luft für Gelb sehr bedeutend, die für Blau und Violett sehr gering, letztere besserte sich erst in den Nachmittagsstunden.

Dagegen zeigte sich am 2. März im rothen Meere bei vollkommen klarer Luft eine große Durchsichtigkeit für alle sichtbaren Strahlen des Spectrums. Im Allgemeinen zeigte sich, daß die Wirkung des Grün mit der Wirkung

des Violett und Ultraviolett parallel geht, steigt die eine, so steigt auch die andere.

Gleichzeitige Beobachtungen des Barometers und Psychrometers ließen eine Abhängigkeit der wechselnden chemischen Intensität des Sonnenlichtes vom Luft- und Dunstdruck nicht erkennen. Nicht das Wasser im Gaszustande, sondern das Wasser in Form von Bläschendampf übt den größten Einfluß auf die Durchsichtigkeit der Atmosphäre aus, selbst wenn die Bläschen nicht zu Wolken zusammengeballt sind und sind diese Einflüsse im Stande, den Einfluß der Sonnenhöhe erheblich zu modificiren.

Zu einer Bestimmung der chemischen Intensität des von Himmel und Wolken reflectirten Lichts war mein Apparat nicht geeignet. Es ist bekannt, daß der mit einer leichten weißen Wolkendecke umzogene Himmel bedeutend mehr chemisch wirksames Licht reflectirt, als der rein blaue, daher wird die durch einen leichten Wolkenschleier verminderte Intensität des directen Sonnenlichts wieder ausgeglichen durch die vermehrte Intensität des reflectirten Himmels-Lichts.

Berlin im Juli 1875.

IX. *Spectroskopische Untersuchung des Lichts der blauen Grotte auf Capri; von H. W. Vogel.*

Bei meiner jüngsten Anwesenheit auf Capri, anfangs Juni 1875, hatte ich Gelegenheit, das Licht der berühmten blauen Grotte optisch zu untersuchen.

Diese Grotte, eine geräumige, mit Seewasser gefüllte Felsenhöhle, steht nur durch einen niedrigen, circa 4' breiten und hohen Eingang, der sich jedoch tief unter dem