

dafür mir noch nicht genügt, so erspare ich das Weitere bis auf spätere Mittheilung, besonders da dieser Gegenstand uns mitten in die Controverse der beiden Ansichten hineinführt, ein Gebiet, das ich aus oben angeführten Gründen noch vermeiden will.

IV. *Ueber die Farbe des Dampfs unter gewissen Umständen; von James D. Forbes.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Transact. of the Roy. Edinb. Soc. Vol. XIV.*)¹⁾.

Ende Mai's oder Anfang Juni's 1838 stand ich zufällig auf der Greenwich-Eisenbahn neben einem Dampfswagen, der durch sein Sicherheitsventil eine große Menge Dampf von hohem Druck entliefs. Ich sah von ungefähr durch die aufsteigende Dampfsäule nach der Sonne, und war überrascht sie in sehr tief orangerother Farbe zu erblicken, genau wie wenn man sie durch dicken Nebel oder ein gewöhnliches berauchtes Glas betrachtet.

Für den Augenblick gab ich weder viel Acht auf diese Thatsache, noch versuchte ich sie abzuändern; als ich indess späterhin über dieselbe nachdachte, schien sie mir nicht nur an sich sehr sonderbar, sondern noch außerordentlicher, daß ich nie von einer Eigenschaft des Dampfs gehört, die doch von Tausenden bemerkt seyn mußte. Einige Monate darauf (Ende Octobers), als ich mich auf der Newcastle-Carlisle-Eisenbahn befand, beschloß ich die Thatsache zu bewahrheiten, was auch ohne Schwierigkeit geschah, und wobei ich überdies eine sehr wichtige Abänderung derselben entdeckte. Denn einige Fufs oder Ellen über dem Sicherheitsventil, zu

1) Eine vorläufige Notiz von diesem Aufsatz wurde bereits in Band XXXXVI S. 349 dies. Ann. gegeben.

welchem der Dampf herausblies, war dessen Farbe für durchgehendes Licht das beschriebene tiefe Orangeroth ¹⁾. In einem größeren Abstand jedoch, wo der Dampf vollständiger verdichtet war, hörte die Erscheinung gänzlich auf. Selbst bei mäßiger Dicke war die Dampfwolke durchaus undurchdringlich für die unmittelbaren Sonnenstrahlen; sie warf einen Schatten so schwarz wie ein dichter Körper, und wenn ihre Dicke sehr gering, war sie zwar durchscheinend, aber *durchaus* farblos, gerade wie dünne, vor der Sonne vorüberziehende Wolken, die in der That von ganz analoger Beschaffenheit sind. Wenn der Dampf in diesem Zustande war, zeigte sich beim Uebergang von der Dicke, welche der Durchscheinendheit entsprach, zu der, welche völlige Undurchsichtigkeit gewährte, keine Anzeige von Farbe.

Nachdem ich diese Beobachtungen, die einzigen, welche mir die Umstände erlaubten, gemacht hatte, ward ich sehr begierig sie mit Dampf unter verschiedenem Druck zu wiederholen, und unter andern folgende Punkte zu ermitteln: 1) Ob Dampf in reiner Gasform wirklich, wie man insgemein annimmt, farblos sey. 2) Ob die Farbe von einer Stufe in dem Vorgang der Verdichtung abhänge und davon allein. 3) Ob die Spannung des Dampfs einen Einfluß auf die Erscheinungen habe.

Es gab indess noch eine andere Frage, die mich mehr als alle diese interessirte, nämlich: Wie das Spectrum durch die Absorptionswirkung des Dampfs verändert werde, da sie die rothen und orangefarbenen Strahlen übrig zu lassen schien. Gemäß den Erscheinungen der Absorption des Lichts durch gasige Körper, und besonders der eigenthümlichen, von Dr. Brewster entdeckten Wirkung des salpetrigsauren Gases, das Spectrum durch eine unzählbare Menge dunkler Streifen zu zerschneiden, hielt ich

1) Dasselbe gewahrt man während des gewöhnlichen Ganges der Maschine in dem aus dem Schornstein stoßenden Dampf; allein die Gegenwart des Rauchs macht die Beobachtung weniger befriedigend.

es nicht für unwahrscheinlich, daß der Dampf in ähnlicher Weise eine specifische Wirkung auf viele der prismatischen Farben ausübe, und wenn sich diese Vermuthung bestätigte, eine Anwendung von ihr auf die atmosphärischen Erscheinungen und auf die gleichfalls von Brewster beobachtete Entstehung von Linien im Sonnenspectrum durch Wirkung der Atmosphäre gemacht werden könne.

Nach verschiedenen fruchtlosen Versuchen, die erforderliche Gelegenheit zu erhalten, stellte Hr. Edington, von den Phönix-Eisenwerken bei Glasgow, höchst zuvorkommend einen vortrefflichen Hochdruck-Dampfkessel zu meiner Verfügung, und erleichterte mir auch in jeder anderen Weise die Verfolgung meiner Versuche über die optischen Eigenschaften des Dampfs. Zuerst untersuchte ich die Farbenerscheinungen, wie sie sich dem nackten Auge zeigen. Hinter dem Dampfstrahl, der aus einem 0,25 Zoll weiten Hahn oben im Kessel herausdrang, wurde eine Laterne gehalten ¹⁾. Wenn das Sicherheitsventil (das sich mit großer Pünktlichkeit bewegte) mit 50 Pfund auf den Quadratzoll belastet worden, war der hervorströmende Dampfstrahl fast unsichtbar, und bei der geringen Dicke in diesem Theil vollkommen farblos. Bei Hebung des Lichts kam in einer Höhe von einigen Zollen über dem Hahn die Orangenfarbe zum Vorschein, und bis zu einer Höhe von 20 Zoll nahm sie rasch an Tiefe zu; noch höher machte die rasche Condensation den Dampf nur opaker, ohne die Farbe zu vertiefen.

Bei jener Höhe beschloß ich daher das Licht durchgehen zu lassen und mit einem Prisma zu analysiren. Ein Theodolith mit einem guten Prisma vor dem Fernrohr wurde daher etwa 25 Fuß entfernt vor dem Dampfkessel aufgestellt. Jenseits des Hahns brachte ich eine Linse so an, daß sich die Strahlen parallel brechen mußten, und zwischen dem Hahn und dem Prisma einen Schlitz

1) Die Versuche wurden bei Nacht angestellt.

von veränderbarer Breite. Das durch den Schlitz auf das Prisma fallende Licht mußte erst in etwa 20 Zoll über der Hahn-Oeffnung durch den Dampfstrahl gehen. Zur Ajustirung des Apparats und auch des Contrastes wegen hatte ich mir eine 5 Z. weite Flasche mit merkwürdig dichten salpetrigsauren Gase verschafft, das Hr. Kemp so gut war für mich zu bereiten. Wenn dieses Gas an den Ort gebracht wurde, wo der Dampf hervordrang, zeigte das Spectrum die bekannte Erscheinung vortrefflich.

Ich nahm nun die Flasche fort und öffnete den Hahn allmählig, während der Druck auf das Ventil 55 Pfd. mehr als der der Atmosphäre oder die Spannung des Dampfs 4,66 Atmosphären betrug. Das violette Ende des Spectrums ward fast augenblicklich absorbirt, dann das ganze Blau und ein Theil des Grüns, gerade wie beim Spectrum der salpetrigen Säure; *allein in dem übrig gebliebenen Theil* waren keine Linien sichtbar. Wurde der Hahn ganz geöffnet, so zeigte das Spectrum eine sonderbare Erscheinung. Nur allein das Hellroth schien im natürlichen Zustand zu seyn. Das äußerste Roth war durch die Undurchsichtigkeit des Dampfs etwas angegriffen. Das meiste Orange, das Gelb und eben so viel vom Grün als nicht absorbirt worden, hatte eine schmutzige unangenehme Farbe, welche ich damals in meinem Tagebuche so bezeichnete: »Schwarzbraun, abwechselnd zwischen Gelb und Purpurroth, in's Grüne fallend; wenn der Dampf seinen höchsten Druck hatte, war eine entschiedene Purpurfarbe da.«

Für das nackte Auge vor dem Schlitz war die Farbe nun identisch mit der des salpetrigsauren Gases, durch welches ich von Zeit zu Zeit nach einer entfernten Gasflamme sah und seine Farbe mit dem des Schlitzes verglich. Der Versuch wurde unter 50 und 55 Pfund Druck mehrmals angestellt.

Nun wurde das Licht nur zehn Zoll über der Mündung des Hahns durch den Dampf geleitet, in der Mei-

nung, dafs, ungeachtet daselbst die Farbe schwächer sey, vielleicht eine Neigung zur Entstehung von Linien im Spectrum vorhanden seyn möge. Als indefs der Versuch unter demselben Druck wie zuvor angestellt wurde, war der Effect ein ähnlicher, nur weit schwächerer. Der Schlitz hatte nun eine schwache Lohfarbe, und die prismatische Analyse zeigte nun das Violett allein absorbirt.

Austritt des Dampfs bei 25 Pfund Druck. Laterne und Schlitz 20 Zoll über der Mündung, wie zuvor. Dem Auge erschien das Licht so roth wie bei 55 Pfund. Hr. Edington beobachtete, dafs die Farbe tiefer war, als die der Flasche mit salpetrigsaurem Gase. Weder er noch seine Gehülften hatten je zuvor die Farbe des Dampfs wahrgenommen. Prismatische Erscheinungen wie zuvor, nur die Verdunklung nicht ganz so grofs.

Austritt des Dampfs bei 15 Pfund. Sichtlich röther als die Gasflasche. Dieselben Erscheinungen des Spectrums; allein das Grün blieb durchaus rein und gränzte unmittelbar an Orange. Ehe das Violett bei der Absorption verschwand (der Hahn wurde allmählig geöffnet) nahm es eine schmutzig weifse Farbe an, neigend in's Gelbe und Purpurrothe. Eine gemeine Lampe, die durch die Dampfsäule von diesem Druck an verschiedenen Stellen von der Mündung an bis zu einer Höhe von 5 oder 6 Fufs betrachtet wurde, erschien, wo sie nicht ganz verdunkelt war, in verschiedenen Abstufungen von Rauchfarbe bis zu einem intensiven lothfarbenen Orange.

Bei 7 Pfund Druck auf den Quadratzoll war das Roth noch sichtbar mit blofsem Auge; prismatische Erscheinungen ähnlich, obwohl schwächer.

Bei 4 Pfund Druck war das Roth nicht mehr sichtbar mit blofsem Auge, selbst mit dem Prisma schien das Violett nur wenig angegriffen. In grofser Menge zum Sicherheitsventil herausgelassen, zeigte der Dampf, wenn durch ihn, dicht über der Mündung, nach einer Lampe gesehen wurde, eine schwache Röthe, doch weiter oben

ging überall farblose Durchscheinheit in vollständige Undurchsichtigkeit über. Bei 2 und 1 Pfund Druck keine Farbe zu entdecken.

Aus diesen Versuchen ziehe ich folgende Schlüsse:

1) Wasserdampf in reiner Gasgestalt ist, wie gewöhnlich angenommen wird, farblos, wenigstens bei kleinen Dicken.

2) Die Orangenfarbe des Dampfs im durchgehenden Licht scheint einer besonderen Stufe des Verdichtungsprocesses anzugehören. Bei anfangender Verdichtung ist der Dampf farblos und durchsichtig, darauf durchsichtig und rauchfarben, endlich wird er, bei kleiner Dicke, farblos, und, bei gröfser, vollkommen undurchsichtig.

3) Der Grad der Spannung scheint nur in sofern von Einflufs auf die Erscheinungen, als er die Färbungsstufe der Verdichtung mehr oder weniger vollständig beobachtbar macht.

4) Der Dampf übt die absorbirende Wirkung auf das Spectrum nicht in der Weise aus wie andere farbige Gase, z. B. salpetrigsaures Gas und Joddampf. Er nimmt indess ganz denselben Theil des Spectrums fort, wie das salpetrigsaure Gas. Die von ihm bewirkten Erscheinungen haben am meisten Aehnlichkeit mit der Opalescenz.

Die Einwirkung einer blofsen Aenderung des mechanischen Gefüges auf die optischen Eigenschaften der Körper ist eine Erscheinung, die über die Constitution der Materie, wie über die des Lichts gleich wichtige Aufschlüsse verspricht; und die vorliegende Beobachtung mag einst als ein Beitrag zur mechanischen Theorie des Dampfs und jener besonderen, zwischen dem gasigen und ganz flüssigen Zustand liegenden Stufe, welche wahrscheinlich mit dem Schweben der Wolken zusammenhängt, aufgenommen werden. Jedenfalls ist es sehr wichtig zu wissen, dafs Wasserdampf in einem verschlossenen Gefäfs, durch blofsen Temperaturwechsel, ohne chemische Ver-

änderung, die erwähnten Veränderungen in Farbe und Durchsichtigkeit zu erleiden vermag. Die von Herrn Brewster beim salpetrigsauren Gase bemerkte sonderbare Thatsache, daß dessen Farbe durch bloße Erwärmung in ein tiefes Orangeroth übergeht, scheint von gleicher Art zu seyn.

Ich zweifle nicht, daß die Farbe des Wasserdampfs unter gewissen Umständen die hauptsächliche oder einzige Ursache der an Wolken beobachteten rothen Farbe sey. Gerade die Thatsache, daß diese Farbe nur bei Daseyn von Wolken erscheint, widerlegt hinlänglich die von optischen Schriftstellern gegebene Erklärung der Erscheinungen beim Auf- und Untergang der Sonne. Wäre das Roth am Horizont bloß die Complementarfarbe des Blau der reinen Atmosphäre, so müßte die Sonne bei ganz blauem Himmel roth untergehen, und gerade dann am stärksten. Allein die Erfahrung lehrt, daß ein trüber Auf- und Untergang der Sonne *immer* von Wolken begleitet wird, und meistens erfolgt, wenn aus nachfolgendem Regen auf eine Zustandsveränderung des zuvor durchsichtigen und farblosen Dampfes zu schließen ist. Eben so werden entfernte irdische Lichter roth und dunkel, wenn die Atmosphäre mit bald sich niederschlagenden Dampf gefüllt ist. Sicher werden die vorstehenden Beobachtungen durch Analogie zu einer Lösung solcher Erscheinungen führen; denn ich habe bemerkt, daß keineswegs ein Dampf von hoher Spannung zur Erzeugung von Farben nöthig ist, wiewohl natürlich, bei geringer Spannung eine größere Dicke desselben zur Hervorbringung ähnlicher Wirkungen angewandt werden muß.
