IV.

*Ueber die Bewegungen
kleiner brennender Dochte,
wenn sie
in einem Becken mit Oehl schwimmen;*

VON

PATRICK WILSON,
Prof. der prakt. Astron. zu Glasgow *).

Die *hydrostatische Lampe* (wie sie Herr Wilson nennt) besteht aus einem kreisförmigen Schnittchen von gewöhnlichem Schreibpapiere, ungefähr $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser; etwa $\frac{1}{4}$ Zoll gesponnene Baumwolle, durch eine Oeffnung in der Mitte des Papiere gesteckt, vertritt die Stelle des Dochtes, und das Lämpchen schwimmt in einem flachen gläsernen Becken mit beynahe senkrechten Seiten, auf Provonceröhl. Sobald die Lampe angezündet ist, fegt sie schnell nach der Seite des Gefäßes zu, stößt daran, und geht dann nach der Seite des Gefäßes zu sich drängend im Kreise umher, wobey sie bald von der Rechten nach der Linken, bald in entgegengesetzter Richtung circulirt, je nachdem der vorderste-

*) *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. 4. 1798. ausgezogen in *Nichol's Journ. of nat. phil.* Vol. 2. p. 167.

Punct der papiernen Basis (der Leitungspunct), der zuerst an der Seite anstieß, sich nach der Berührung des Glases rechts oder links umkehrt. Dieses Umkehren bemerkt man deutlich an einer partiellen Umdrehung der Lampe um den Docht, als ihre Achse, welche so bald, als sie an den Rand des Gefäßes kömmt, statt hat. Bisweilen, aber selten, bleibt auch der Leitungspunct unbeweglich an der Seite des Gefäßes stehn, und hält die Lampe fest (*forms the vinculum*), zufolge der wohlbekannten Anziehung zwischen der Erhebung des Oehls um die Basis, und an den Seiten des Glases.

Hat der kleine Docht irgend eine merkliche Excentricität auf der kreisförmigen papiernen Basis, so segelt die Lampe so, daß der, dem Dochte zunächst liegende Theil das Hintertheil wird. Macht man die Basis der Lampe oval, und setzt den Docht in die längere Achse excentrisch, so bleibt das dem Dochte zunächst liegende Ende der Basis ebenfalls hinten, wenn die Lampe lqueer über das Becken schwimmt. Ist endlich das Papier ein gleichseitiges Dreyeck, und steckt der Docht in einem Perpendikel auf einer der Seiten, so wird entweder diese Seite oder die gegenüberstehende Spitze das Hintertheil, je nachdem der Docht der einen oder der andern am nächsten liegt. Diese Lampen bewegen sich ebenfalls kreisförmig, so bald sie an die Seiten des Gefäßes kommen, wenn, wie es gewöhnlich geschieht, der Leitungspunct sich vom Glase wegkehrt.

Dieser stete Kreislauf der Lampe, nachdem sie an die Seite des Gefäßes gekommen ist, scheint *Wilson* von derselben Kraft herzurühren, welche sie vorher antrieb, und noch auf dieselbe Art, aber in einer schiefen Richtung gegen die anziehende Kraft, welche das Vinculum bildet, wirkt. Diese Inclination, sagt er, werde offenbar grösser oder geringer seyn, je nachdem der Leitungspunct mehr oder weniger von dem Glase abgekehrt ist. Wenn der Leitungspunct und das Vinculum coincidiren, so scheint es, daß beide Kräfte die Lampe in senkrechter Richtung nach der Seite des Glases zu fortreiben und dort still halten werden, welches auch der Beobachtung gemäß ist.

Wenn die Lampe in gerader Richtung schwamm, so war eine dem Anschein nach sehr active Repulsion zwischen ihrem Hintertheile und dem daran liegenden Oehle bemerkbar. Um sie noch anschaulicher zu machen, streute *Wilson* sehr feinen Holzkohlenstaub um das Lämpchen. Dann entstand beym Fortsiegeln derselben hinter ihr ein divergirender Streifen, der von allem Kohlenstaub frey war, indem dieser zurück und zu den Seiten, und zwar mit einer weit mehr als relativen Bewegung, fortgetrieben wurde. Um diese Zerstreung des Kohlenstaubes bey einer unbeweglichen Lampe zu beobachten, verfertigte *Wilson* ein Lämpchen von feiner Oblate, mit einem excentrischen Dachte, der aus einem doppelten

und weichen Faden Baumwolle bestand. Die obere Fläche dieser Oblate überzog er mit Goldblättchen, damit sie kein Feuer fangen möchte; und machte sie nun auf dem Oehle unbeweglich. Der Kohlenstaub zog sich von ihr nach allen Richtungen zurück, und zwar an der dem Dochte zunächst liegenden Seite am schnellsten, an der entgegenstehenden Seite am wenigsten merklich.

Hieraus glaubt *Wilson* sowohl die progressive Bewegung der Lampe, als auch das allgemeine Gesetz der oben beschriebenen Bewegungen erklären zu können. Denn, betrachtet man diese Zerstreuung des Staubes für jetzt bloß im Allgemeinen als die Wirkung einer Repulsion zwischen der Lampe und dem angränzenden Oehle, so zeigen die oben angeführten Thatfachen offenbar, daß in allen Fällen diese Repulsion an dem der Flamme oder dem Dochte zunächst liegenden Theile am stärksten ist; und da Wirkung und Gegenwirkung gleich und entgegengesetzt sind, so muß die Lampe in der Richtung der Linie fortgetrieben werden, die man sich durch den Docht nach dem von der Flamme entferntesten Theile der Lampe, wo die Gegenwirkung am schwächsten ist, gezogen denken kann.

Um aber eine noch deutlichere Einsicht in die physische Ursache dieser Bewegung zu erhalten, schien es ihm nöthig, dieser scheinbaren Repulsion genauer nachzuforschen, und hier boten

sich ihm folgende Betrachtungen dar. Wenn das Oehl in dem Becken von gleichförmiger Temperatur ist, so befinden sich alle Oehltheile im Zustande des Gleichgewichts und der Ruhe. Wird die Lampe angezündet, so hört dieser Zustand des Gleichgewichts auf, indem die Flamme das unter ihr befindliche Oehl erwärmt, welches dadurch sogleich sein Volumen vergrößert, und sein specifisches Gewicht vermindert, daher es durch die Schwere der übrigen Masse emporgetrieben wird. Das Aufwärtssteigen der erhitzten Oehltheilchen wird durch das Gewicht der aufliegenden Lampe verhindert; sie suchen sich daher einen Weg zu bahnen, und gleiten unter der Lampe fort, als ein dünner Strom in der Oberfläche. Dieses beständige Strömen geht am schnellsten und häufigsten nach der Seite hin, wo der Widerstand am geringsten, und der Weg, um unter der Lampe hervor zu kommen, am kürzesten ist, d. h. vom Dochte ab nach dem dem Dochte zunächst liegenden Rand der Basis. Die Gegenwirkung dieses Stroms des verdünnten Oehls ist daher auch ungleich, und muß die Lampe in einer der stärksten Strömung entgegengesetzten Richtung forttreiben, da sie denn so schwimmen muß, wie wir gesehen haben. Dazu kommt, daß das erhitzte und von der Flamme sich zurückziehende Oehl, welches sich etwas über der Oberfläche der übrigen Oehlmasse zu erheben sucht, auch im Verhältniß der erlittenen Veränderung seiner specifischen Schwere den Theil der Lampen-Basis, wo es

austritt, bald mehr bald weniger in die Höhe hebt. Dieses befördert die Gegenwirkung des Oehlstroms, und macht, daß die Lampe in der entgegengesetzten Richtung desselben, gleichsam bergabwärts schwimmt.

Daß das unter der Basis verdünnte Oehl wirklich eine beständige Tendenz hat, sich zu erheben, scheint Wilson auch daraus unläugbar zu erhellen, daß eine Lampe, die eine Zeitlang gebrannt, und ihre Basis voll Oehl gefogen hat, sogleich untersinkt, sobald sie ausgeblasen wird. Dies geschieht auch bey einer Lampe von einer dünnen Lamelle von *Glimmer* (Marienglas), die sehr gut schwimmt, bis die Flamme ausgelöscht wird, dann aber sogleich zu Boden sinkt.

Dieser Erklärung entsprach auch folgender Versuch. Als er die Oberfläche des Oehls mit einer rothglühenden Eisenstange berührte, und so eine örtliche Erwärmung in demselben hervorbrachte, zeigte sich ringsum vom Eisen ein solches Abströmen, so daß der auf der Oberfläche gestreute Kohlenstaub sich in immer mehr erweiternden Kreisen davon entfernte, bis er endlich ganzan dem Rande des Beckens zusammengedrängt war. Wurden sehr kleine Theilchen Goldblatt mit dem Oehle, wenn es eine sehr geringe Höhe hatte, vermischt, und durch sie alle Bewegungen im Oehle sichtlich gemacht, so bemerkte man unter-

wärts einen entgegengesetzten Strom, der sich der glühenden Eisenstange von allen Richtungen her nahte, und dann aufwärts stieg*).

Diese allgemeine Tendenz aller Theile der Flüssigkeit, sich durch Bewegung ins Gleichgewicht zu setzen, läßt sich dem Auge auf folgende Art darstellen. Man giesse in eine Theeschale oder in ein Punschglas, Wasser, und dazu einen Löffel voll sehr helles Provenceröhl, welchem kleine Goldblatttheilchen beygemischt sind. Wenn das Wasser kalt ist, und das Oehl allmählig und ohne Unterbrechung zugegossen wird, so bleibt es mitten auf der Oberfläche des Wassers in Gestalt einer Linse, ganz isolirt, von den Seiten des Gefäßes in gleicher Entfernung. Ein Lämpchen auf diese Linse von Oehl gesetzt und angezündet, fährt und dreht sich eben so herum, wie längere Lampen in einem Becken mit Oehl. Bringt man sie in Ruhe, so bemerkt man, daß die kleinen Goldtheilchen beständig an dem Hintertheile von dem Strome in der Oberfläche herausgeworfen werden, indess die Theilchen auf dem Boden der Oehllinse langsam von allen Richtungen her nach der Lampe strömen, unter der Flamme, als dem großen Mittelpunct der An-

*) Eine Bestätigung der Rumfordschen Lehre, daß Oehl ein Nichtleiter der Wärme ist, d. h. daß die Wärme sich durch Oehl nicht nach unten fortpflanzt.
d. H.

ziehung emporsteigen, und dann von dem Strome an der Oberfläche ergriffen, schnell wieder bis in einige Entfernung von der Lampe mit fortgerissen werden, wo sie wieder sinken, um den Kreislauf von neuem zu beginnen.

Wenn ein Stückchen Papier, eine Oblate, oder ein anderer leichter Körper auf dem Oehle in dem Becken schwimmt, und man die Spitze eines heißen Eisens daran hält, so verläßt er, von einer scheinbaren Repulsion weggetrieben, seinen Ort; im Grunde aber ist es der von der Hitze hervorgebrachte Strom an der Oberfläche, der sich von dem Eisen nach allen Richtungen bewegt, der ihn mit sich fortreißt.

Wirft man auf Terpentinöhl, Aether, Alcohol oder irgend ein andres entzündbares Fluidum, welches viele Tenacität besitzt, eine stark erhitzte Oblate; so gleitet sie sogleich von ihrem ersten Standpunct weg, und setzt ihre Bewegung fort, bis sie erkaltet ist, da dann auch der Strom, welcher unter irgend einem Theile derselben reichlich hervorkam, aufhört. Starker Rum, geschmolzener Talg, Wachs und Harz, zeigen dasselbe anhaltende Abströmen auf der Oberfläche, von dem Punct, wo eine örtliche Erwärmung vorgeht, und dieselben Erscheinungen, wie das Oehl, wenn man kleine Lampen auf ihnen schwimmen läßt.

Auf dem *Wasser* bringt eine örtliche Hitze keine ähnlichen Wirkungen hervor. Hält man nemlich die Spitze eines beynahe glühenden Schiereisens sehr nahe an die Oberfläche des Wassers in einem Becken, so gleiten die Kohlenstäubchen ganz und gar nicht hinweg, sondern nehmen blos eine langsame irreguläre Kreisbewegung an, die sich bald weiter verbreitet, indess die schwimmenden Partikeln beynahe ihren relativen Ort behalten. Dasselbe geschieht, wenn man auch gleich durch diese glühende Spitze das Wasser in ein gelindes Kochen bringt. Wilson meint, daß dies wohl daher rühre, weil das Wasser sich durch die Wärme bekanntermaassen weit weniger ausdehnen lasse, als die brennbaren Flüssigkeiten, und daß die Ausdehnung desselben wohl zu gering seyn möge, um das Gleichgewicht der Theilchen so weit zu stören, daß dadurch ein solches Abströmen der leichtern und ausgedehnter, unter dem erhitzten Körper, entstehen könnte. Auch ist es möglich, daß die Wassertheilchen, wenn sie erwärmt werden, sogleich den Ueberschuß von Wärme dem angrenzenden kältern Wasser mittheilen, und weit schneller, als es die entzündbaren Flüssigkeiten unter gleichen Umständen thun; so daß der hohe Grad der Temperatur, welcher eine so starke Expansion, wie sie zur Aufhebung des Gleichgewichts und zur Hervorbringung eines Stroms nöthig ist, nie zu Stande kommen kann; nicht zu gedenken, daß das Maximum dieser Temperatur nie 212 Grade,

als den Siedepunkt des Wassers, überschreiten kann.

Dafs das Gleichgewicht unter den Wassertheilen durch locale Anwendung der Hitze, obgleich in geringern Graden als bey entzündbaren Flüssigkeiten, wirklich unterbrochen wird, erhellt, wenn man ein Lämpchen in einer kleinen dünnen Schaale auf Wasser schwimmen läßt. Stand die Lampe etwas vom Rande, und zugleich etwas tiefer als derselbe, so dafs sie mit dem Wasser einerley Niveau hatte, so bewegte sich die Schaale auf dem Wasser sehr langsam, und zwar immer so, dafs der Theil der Schaale, dessen Rande die Flamme am nächsten war, zu hinterst kam. Wurde dieselbe Schaale aus dem Wasser genommen, und in ein Becken mit starkem Rum gethan, so schwamm sie viel geschwinder, aber nach demselben Gesetze*).

In

*) Dasselbe thun auch die Versuche dar, welche *Prevost* in seiner zweyten Abhandlung über die Mittel, die Ausflüsse riechender Körper sichtbar zu machen, erzählt. Er näherte Scheiben aus dünner Zinnfolie, welche auf dem Wasser schwammen, einem glühenden Eisenstab. Hielt er ihn senkrecht über der Mitte der Scheibe, so blieb sie ruhen; über einen andern Punkt senkrecht gehalten, bewegte sich der Mittelpunkt vom Stabe abwärts; in schiefer Richtung gehalten, kam die Scheibe stets in der Richtung des

In der Nachschrift giebt *Wilson* Anleitung zur Wiederholung seiner Versuche. Der Faden, welchen er zu dem Dochte brauchte, war von sehr weicher Baumwolle, wie man sie zu den geläuteten Muslin nimmt. Nachdem er die Basis in einem Punct durchstoßen hatte, streckte er ein Stückchen von dem Faden durch, schnitt ihn unten kurz ab, und drängte mit einer Nadel den Rand der Oeffnung rund um den Faden fest an, damit die Basis ihn desto besser halten konnte. Dann schnitt er den überflüssigen Faden oben weg, und ließ den Docht ungefähr einen Viertelzoll lang; so war die Lampe fertig. Wenn er sie auf

des Stahs in Bewegung, gleichviel ob er über den vordersten, den hintersten Theil oder den Mittelpunct gehalten wurde. Grade so, wie im ersten Fall, erfolgte die Bewegung, als er den Brennpunct einer Gläslinse auf die Scheibe fallen ließ. Solche Bewegungen, behauptete *Prevost*, finden bey leichten Körpern, die man in der Luft aufhängt, gar nicht, und auf dem Oehl nur sehr schwer statt; doch schmelzen die auf Oehl schwimmenden Stahlkugeln bald. Auch reiche eine sehr dünne OehlHage, etwas Staub, oder das bloße Eintauchen der warmen Finger hin, diese Bewegungen auf dem Wasser zu verhindern. Alles dieses läßt sich aus den von *Wilson* angegebenen Gründen ohne Schwierigkeit erklären. Daß dabey aber wahrscheinlich noch ein andrer Umstand mit im Spiel ist, darüber sehe man die folgende von *A. H.*

das Oehl setzte, so faßte er sie bey dem Dochte an, damit die papierne Basis nicht gekrümmt oder zerknittert werden möchte; hierauf berührte er den Docht mit einem Tropfen Oehl, der dann zum anzünden fertig war. Zum Anzünden bediente er sich eines Stückchens in Oehl getauchten Bindfadens, wodurch keine Unreinigkeiten auf das Oehl kamen, wie es mit einem Talg- oder Wachslichte geschehn seyn würde.

Wenn sich die Lampe kreisförmig bewegen soll, so muß das Oehl sehr rein seyn, und in völlige Berührung mit den Seiten des Glases gebracht werden. Das Oehl und das Becken müssen gleiche Temperatur, welche zwischen 55° bis 60° F. fallen kann, haben. Denn, wenn ein Theil des Randes beträchtlich heißer ist als der andere, so wendet sich die Lampe von dieser Seite weg.

*Anmerkung zu Wilson's Versuchen über die Bewegung schwimmender Lampen,
von L. A. v. Arnim.*

Bey der Wiederholung der Wilsonschen Versuche wurde es mir sehr wahrscheinlich, daß außer der durch Erhitzung im Oehl hervorgerufenen Strömung, noch eine andre Ursache mitwirke.

Wenn man an die merkwürdigen Versuche Achard's über Adhäsion bey verschiedenen Graden

der Wärme *), und an die groſſe Schwächung derſelben durch die Wärme ſicherinnert, ſodringt ſich uns die Vermuthung auf, ob nicht etwa bey jenen Lampen eine ungleiche Erwärmung des Oehls unter derſelben, und dadurch eine ſtärkere Anziehung nach der weniger erwärmten Seite, ſo wie eine leichtere Ausſtrömung des erwärmten Oehls an der andern Seite, und durch dieſe Urſach allein ſchon eine Bewegung der ſchwimmenden Lampe hervorgebracht werde. In dieſer Abſicht ſchnitt ich einige kreisrunde Lampen ſo genau wie möglich aus, befeſtigte den Docht genau in ihrer Mitte und ſetzte ſie auf das Oehl. Der Erfolg war, daſs einige nach dem Anzünden ſich bewegten, andre unbewegt ſtehen blieben. Bey dieſen letzteren brauchte ich aber nur leiſe den Docht nach einer Seite überzubeugen, wodurch dieſe ſtärker erwärmt wurde, um ſie ſogleich in einer der Erwärmung entgegengeſetzten Richtung in Bewegung zu ſetzen. Ich verfertigte eine elliptiſche Lampe, und ſetzte den Docht in einen der Brennpuncte; die Bewegung erfolgte nach dem leeren Theil der Scheibe; ſobald ich aber den etwas langen Docht nach der andern Seite überhoge, ſo erfolgt ſie nach der entgegengeſetzten Richtung. Ich glaube, daſs dieſe Verſuche jene Vermuthung hinlänglich beſtätigen.

Gg 2

*) Achard's chem. phyſ. Schriften. Berlin 1782
S. 359. u. Tab. 1.

Die kreisende Bewegung am Rande des Gefäßes läßt sich wohl am leichtesten aus der durch die Adhäsion des Gefäßes mit der Flüssigkeit hervorgebrachten Erhöhung der letztern erklären. Wird nemlich die weniger erwärmte, oder längere Seite der Lampe herangedrückt, so steht sie höher; dadurch wird der Stroh des erwärmten leichtern Oehls nach dieser Seite sich wenden. Ist er stärker als die Adhäsion, so wird die Scheibe mit der längern Seite herabsinken, und die kreisende Bewegung erfolgt.

Diese Ansicht wird auch bey *Prevost's* *) Versuchen über die durch Sonnenstrahlen getriebenen Platten nutzbar. Auch bey diesen wird die auf der Flüssigkeit schwimmende Platte durch ein Brennglas nur an einer Seite erhitzt; es wird daher die Anziehung der Flüssigkeit gegen den kälteren Theil stärker, wohin die Bewegung geht.

Bey schlechteren Wärmeleitern wird daher auch die Bewegung schneller als bey guten Wärmeleitern seyn. Dies bestätigen *Prevost's* **) Versuche sehr gut, nach welchen das Kupfer in Verhältniß seines Gewichts ungleich schneller als Zinn sich bewegt, da nach Mayer ***) das Wärmeleitungsvermögen des Zinns 67, des Kupfers 59 ist.

*) Ann. de Chimie T: 24. N. 70. p. 31 — 56.

**) Ann. de Chimie p. 37.

***) Ueber die Gesetze und Modif. des Wärme stoffs. Erlangen 1791. S. 255.