Neue Entdeckungen im Lichtstrahl

Autor(en): **Fessel, Walter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **4 (1949)**

Heft 6

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-654145

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Neue Entdeckungen im Lichtstrahl

Beobachtet man mit Hilfe eines Mikroskops in einem konzentrierten Lichtstrahl die Wirkung der Strahlung auf fein verteilte, in Luft schwebende — suspendierte — beliebige Substanzen, dann sieht man, daß sich ein Teil der Pulverpartikel langsam in Richtung des Lichtstrahls, also „lichtpositiv", ein anderer Teil erstaunlicherweise aber g e g e n die Lichtrichtung, also „lichtnegativ", bewegt. Dieses Phänomen wurde bereits im Jahre 1918 von Professor *F. Ehrenhaft,* Wien, entdeckt und positive oder negative *Photophorese* benannt.

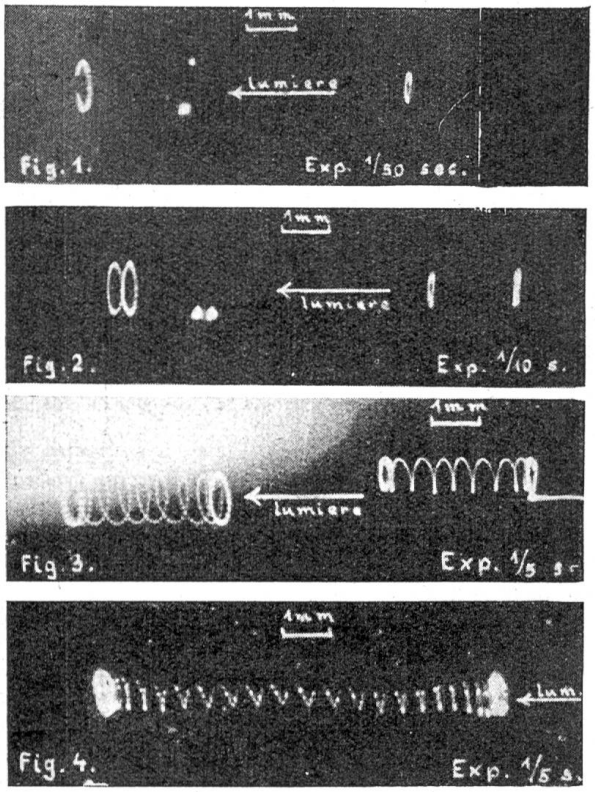

Fig. 1: Im Lichtstrahl — im Bild mit französisch Licht „lumière" bezeichnet — entstehen Kreislinien, die von rotierenden Teilchen herrühren. Die Lichtknötchen an der Kreislinie zeugen von Eigenrotation, denn die kleinen Kristallflächen des Graphitteilchens spiegeln. (Exp. = Belichtungszeit). — Fig. 2: Wird der Lichtstrahl abgeschwächt, dann rücken die Kreise näher zum Brennpunkt. Jeder Kreis hat auf dem Bilde zwei Lagen, einmal im vollen Lichtstrahl, einmal im geschwächten. — Fig. 3: Durch Schwenken der Kamera während der Aufnahme wird die Kreisbewegung aufgelöst und läßt erkennen, daß das Teilchen rotiert und welchen Umlaufsinn es besitzt. — Fig. 4: Dieses Bild zeigt den Übergang aus der einen stabilen Lage im ungeschwächten Lichtstrahl zur neuen stabilen Lage im geschwächten Lichtstrahl. (Die Photographien wurden im I. Physikalischen Institut der Universität Wien von Dr. E. Reeger gemacht. Sie sind in der französischen Zeitschrift „Comptes Rendus" veröffentlicht worden)

Im Februar 1949 begannen nun auf Anregung von Prof. Ehrenhaft Dr. *E. Reeger* und sein Mitarbeiter *K. Desoyer* mit einer entsprechend modifizierten Versuchsanordnung Untersuchungen der Photophorese bei niedrigeren Drücken. Sie lieferten schon nach wenigen Stunden die überraschendsten Ergebnisse. Die Forscher hatten einen Glaskolben von Glühlampengröße, in dem sich ein feines Pulver — hauptsächlich Graphit — befand, bis auf Drücke zwischen 5 und 30 Millimeter Quecksilbersäule luftverdünnt (evakuiert) und ihn in einen gebündelten — fokussierten — Sonnenstrahl gebracht. Sofort ließen sich die schon bekannten photophoretischen Erscheinungen erkennen, doch in so verstärktem Maße, daß man mit freiem Auge erkennen konnte, was Jahre hindurch nur mit dem Mikroskop der Beobachtung zugänglich war. Es ist ein recht eindrucksvolles Bild: die im Sonnenstrahl hell leuchtenden Pulverteilchen laufen in der Brennpunktzone mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von etwa zehn Zentimeter je Sekunde in und gegen die Richtung des Lichts und zeigen dabei zum überwiegenden Teil die für die Photophorese charakteristischen Schraubenbahnen mit Durchmessern bis zu einigen Millimetern.

Die wesentlich größeren Geschwindigkeiten bei diesem erniedrigten Druck sind jedoch nicht einmal etwas so Unerwartetes. Viel verblüffender ist die zum ersten Male auftretende Tatsache, daß viele Teilchen in der Nähe des Brennpunktes im Strahl an Ort und Stelle verharren. Sie schweben bei konstanter Beleuchtung oft stundenlang an genau derselben Stelle, wobei sie um sich selbst rotieren, mit oft bis zu hundert Umdrehungen in der Sekunde.

Schwächt man den Lichtstrahl ein wenig, so laufen sie ein Stück näher zum Brennpunkt und bleiben an einer neuen Stelle wieder völlig stationär. Blendet man den Strahl wieder auf, dann laufen sie an die frühere Stelle zurück. Es macht den Eindruck, als suchten sie im Strahl jeweils die Stelle auf, wo die gleiche Lichtintensität herrscht. Verschiebt man die Linse, so verharren die Teilchen dabei, was ihre Entfernung zum Brennpunkt angeht, an derselben Stelle, sie folgen also der Verschiebung der Linse und können auf diese Weise durch den ganzen Kolben hin- und hergezogen werden. Es sieht aus, als wären sie mit der Linse verbunden.

Es gibt aber auch Teilchen, die außer dem geschilderten Verhalten auch noch Rotationen zeigen. Sie beschreiben kleine Kreisbahnen bis zu fünf Millimeter Durchmesser, deren Ebene senkrecht zum Strahl steht. Manchmal laufen solche Teilchen so langsam um, daß man sie mit dem Auge verfolgen und ihre Umläufe zählen kann, meistens sind sie jedoch in ihrer Rotation so rasch, daß man mit freiem Auge nur noch eine leuchtende Kreislinie sieht. Bei gleichbleibender Lichtintensität sind auch diese kreisenden Teilchen stundenlang ortsfest, ihre Bewegung ist dann eine völlig stationäre. Vereinzelt treten auch andere, kompliziertere Figuren auf, die an Lissajous-Figuren von zwei in verschiedenen Ebenen schwingenden Körpern erinnern. Und auch diese sind stationär.

Eine schätzungsweise Berechnung der bei diesen Kreisbewegungen auftretenden Kräfte ergibt recht bemerkenswerte Zahlen. So muß im Lichtstrahl eine Kraft wirksam sein, die einer Fliehkraft von etwa der zwanzigfachen Schwerkraft das Gleichgewicht halten kann.

Wer die Forschungen von Prof. *Ehrenhaft* verfolgt, wird es naheliegend finden, daß *E. Reeger* und *K. Desoyer* kurze Zeit später auch dazu übergingen, das Verhalten ferromagnetischer (ferrum, lat. Eisen) Substanzen in homogenen Magnetfeldern, deren Feldstärke also in allen Punkten gleiche Richtung und Größe hat, unter den neuen Bedingungen zu untersuchen. Wie erwartet, zeigten sich schon in Feldern von nur wenigen Örsted — das ist die nach dem gleichnamigen dänischen Physiker benannte Einheit der magnetischen Feldstärke — die unter dem Namen „Magnetophotophorese" bekannten Erscheinungen. Wieder traten gegenüber den früheren Versuchen wesentlich gesteigerte Geschwindigkeiten auf, und die Erscheinungen waren mit freiem Auge sichtbar. Die Teilchen verhalten sich unter dem Einfluß des Lichtes so, als ob sie einzelne magnetische Nord- oder Südpole wären, sie bewegen sich also im homogenen Magnetfeld in oder gegen dessen Richtung und kehren beim Kommutieren des Feldes, also bei Richtungsänderung des Feldes, ihre Bewegungsrichtung um.

Bei der Beobachtung von Graphitpulver, das ebenfalls schön die Magnetophotophorese zeigt, ergab sich erstmals die Tatsache, daß die beschriebenen stationären Lagen der kreisenden Teilchen nun durch die Lichtintensität und das Magnetfeld bestimmt werden, und zwar sowohl durch die Stärke, als auch durch die Richtung des Feldes.

Diese Entdeckungen sind überaus bemerkenswert, obwohl es eine Erklärung für das Verhalten der tanzenden Teilchen vorläufig noch nicht gibt. Vermutungen, was aus diesen ersten Experimenten einmal werden kann, sind unbedingt verfrüht. Doch unwillkürlich drängt sich eine Anekdote ins Gedächtnis, die man von dem berühmten englischen Physiker Faraday erzählt. Als er einem Minister seinen Grundversuch über die elektromagnetische Induktion vorführte und die Magnetnadel ein klein wenig zuckte, wurde er gefragt: „Schön! Aber wozu soll das gut sein?" Faradays Antwort soll gelautet haben: „Wozu ist ein Baby gut?" — Heute aber gibt es Transformatoren, Dynamos und Elektromotore!

Dr. Walter Fessel, Wien

Wandlungsfähiger Stahl

Wenn seit über viertausend Jahren das Eisen als Werkstoff bekannt und das häufigst verwendete Metall geworden und geblieben ist, so ist das einmal auf das reiche Vorkommen von Eisenoxyden in den zugänglichen Schichten der Erdrinde und ihre leichte Reduzierbarkeit durch Kohlen, zum andern auf die durch kein anderes Element übertroffene Vielseitigkeit der erreichbaren Eigenschaften zurückzuführen. Reines Eisen hat eine Zerreißfestigkeit von etwa 28 Kilogramm je Quadratmillimeter (kg/mm²), aber schon die alten Dombaumeister verwendeten für ihre Dübel, mit denen sie die Steine der Fialen und Maßwerke verbanden, eine bewußt ausgewählte Eisensorte, die man als ein mit 0,2 bis 0,4 Prozent Phosphor legiertes reines Eisen auffassen kann. Mit einer gleichmäßigen Festigkeit von 33 bis 46 kg/mm² erreichten sie so die Werte des heutigen Baustahls.

Schon das Altertum kannte auch eine andere Art der Festigkeitssteigerung, die man heute eine „Legierung mit Kohlenstoff" nennt. Glüht man weiches Eisen längere Zeit unter Luftabschluß mit Holzkohle, so wandert Kohlenstoff in das Eisen ein und verwandelt es in harten und härtbaren Stahl. Durch Kohlenstoff bis zu ein Prozent kann die Festigkeit des reinen Eisens bis auf etwa 60 bis 80 kg/mm² erhöht werden. Die starke Wirkung einer so kleinen Menge erklärt sich daraus, daß der Kohlenstoffgehalt in diesen Stählen in Form des Eisenkarbids auftritt, wobei ein Stahl mit 1 Prozent Kohlenstoff etwa 15 Prozent Karbid enthält. Die Karbidteilchen behindern, vereinfacht erklärt, mechanisch das normalerweise bei höheren Beanspruchungen eintretende leichte Aufeinandergleiten der Kristallebenen des Eisens und erhöhen dadurch den Widerstand gegen Zerreißen.

Weit stärker ist die Wirkung des Kohlenstoffs, wenn kohlenstoffhaltiger Stahl auf Temperaturen über 800 Grad C erhitzt und dann rasch abgekühlt wird. Dabei wird das Karbid in Lösung gebracht und beim „Abschrekken" an der vollständigen Wiederausscheidung behindert. Das Verschieben der Kristallebenen wird dann durch eine weit größere Zahl feinstverteilter Sperrteilchen und zusätzlich durch Spannungen behindert. Man sagt: Der Stahl ist gehärtet. Durch das Härten lassen sich reine Kohlenstoffstähle auf eine Festigkeit von mehr als 170 kg/mm² bringen.

Schließlich kann man weiches Eisen und alle zäheren Stähle noch dadurch „kalthärten", daß man sie bei Raumtemperatur durch Hämmern, Walzen oder Ziehen stark verformt. Hierbei tritt wieder eine Blockierung der Gleitflächen ein, die die Steigerung der Härte und Festigkeit hervorruft. Oft wird die Kaltverformung in Verbindung

Feinverteilte Karbidteilchen (körniger Perlit) in einem Stahl mit höherem Kohlenstoffgehalt (etwa fünfhundertfach vergrößert)