

Liebe Leserin, lieber Leser,

vor 70 Jahren starb im 70. Lebensjahr der Sonnenphysiker, der vor 100 Jahren Magnetfelder in Sonnenflecken fand. Die Rede ist von George Ellery Hale (1868–1938). Er war weit mehr als ein einflussreicher Sonnenspektroskopiker. Wie kaum ein anderer verstand er sich auf den Instrumentenbau, und er war ein begnadeter Wissenschaftsorganisator. Stets stand ihm der Sinn nach „big science“. Das wissenschaftliche Problem sollte die Mittel zu seiner Lösung bestimmen, nicht umgekehrt. An kleine Projekte verschwendete er keine Zeit. Amerika verdankt ihm seine drei größten Observatorien in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Auch das bis heute größte Linsenfernrohr, der 1-m-Yerkes-Refraktor, ist sein Werk. Er hat mit Charme und Geschick das Geld dafür aufgetrieben. Seinem Initiator zu Ehren wurde das vor 60 Jahren eingeweihte 5-m-Spiegelteleskop auf dem Mt. Palomar auf den Namen Hale-Teleskop getauft. Da war George Ellery Hale bereits tot.

Der 2. Weltkrieg hatte die Fertigstellung des Teleskops um Jahre verzögert. Es spricht für Größe, dass er, ein Erforscher der Sonne (die er allerdings immer auch mit den Augen des Sternphysikers sah), sich stark gemacht hat für Großteleskope, Giganten, die uns die Makrowelt, die Welt der Galaxien und der Kosmologie, erschließen halfen. (Eine der ersten Entdeckungen war noch ziemlich lokal: Walter Baade fand 1949 den Erdbahnkreuzer Icarus.)

Hales Interessen machten auch vor dem Mikrokosmos nicht Halt: Ihn begeisterte der mikroskopische Blick auf *Rotiferen* (Rädertierchen) und andere Mikroorganismen.

Hale stammte aus begüterten Verhältnissen – sein Vater fabrizierte in Chicago Aufzüge – und hat u. a. in Berlin (1893/94) studiert. Dort soll er Vorlesungen bei Helmholtz und Planck gehört haben. In Potsdam war er natürlich auch, stand doch dort das erste Astrophysikalische Observatorium der Welt. Auf einer Europareise soll der Plan, eine astrophysikalische Zeitschrift zu gründen, zur Reife gelangt sein. Ja, er ist der Vater des ApJ, des *Astrophysical Journal*.

Einen bunten Herbstbeginn wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im September

Der astronomische Herbst beginnt am 22. September, 16 Uhr 44 (MEZ). Danach wird wieder für eine Weile die Sonne länger unter dem Horizont weilen als über ihm. Gute Bedingungen also für Nachtschwärmer jeglicher Couleur.

An Planeten hat dieser September für uns Mitteleuropäer nicht viel zu bieten. Das wenige aber kann sich sehen lassen. Jupiter, der Riese unter den Sonnenbegleitern, beendet gerade mal Anfang September seine diesjährige Oppositionsperiode, d. h. er bewegt sich nach dem Stillstand am 9. September wieder so unter den Sternen, wie er es von der Sonne aus gesehen immer tut: entgegen dem Uhrzeigersinn, also astronomisch rechtläufig. (Rückläufigkeit bringen *wir* ins Getriebe, weil wir als Erdlinge uns gleichfalls von „oben“ betrachtet, linksherum um die Sonne bewegen, bloß schneller.)

Uranus geht am 13. September in die Opposition. Allerdings steht er, wie auch Neptun tief an unserem Himmel. Er zieht seine Oppositionsschleife im Sternbild Wassermann, nahe der Grenze zu den Fischen. Seine Oppositionsperiode endet am 27. November.

Wer Neptun im Sternbild Steinbock sehen möchte, ist bereits auf ein kleines Fernrohr angewiesen.

Der Sonnenforscher Hale

Hale war der erste, der die Sonne monochromatisch sah, d. h. im Lichte einer einzelnen Spektrallinie, und dies fotografisch festhielt. Sein Interesse galt den aktiven Phänomenen auf der Sonne, den Flecken und Protuberanzen. Zwischen Sehen und Photographieren ist ein großer Unterschied, zumal die damaligen Photoemulsionen nur blauempfindlich waren. Hale stürzte sich deshalb aufs Studium der H- und K-Line des einfach ionisierten Kalziums. Erst später, als rotempfindliche Platten auf den Markt kamen, konnte die berühmte $H\alpha$ -Line des neutralen Wasserstoffs im roten Teil des Sonnenspektrums mit in diese Untersuchungen einbezogen werden. Auch bei den heutigen Untersuchungen zur magnetisch-getriebenen Aktivität sonnenähnlicher Sterne spielen die H- und K-Line immer noch eine dominierende Rolle.

Wie produziert man ein monochromes Abbild der Sonne? Ganz einfach: Man benutzt den von dem Studenten Hale 1889 erfundenen Spektroheliografen.

Die von Direktor Hale am Mt. Wilson-Observatorium im Lichte der $H\alpha$ -Linie entdeckten Wasserstoffwirbel um große Sonnenflecken brachten ihn wohl auf die Idee mit dem Magnetfeld. Er wusste von der zwölf Jahre zuvor gemachten Entdeckung des Niederländers Pieter Zeeman. Zeeman hatte in seinem Labor die Linienaufspaltung im Magnetfeld beobachtet. Von Verbreiterung und sogar Aufspaltung von Spektrallinien im Bereich von Sonnenflecken war gelegentlich schon früher berichtet worden. Doch erst Hale deutete diese Erscheinung als einen magnetischen Effekt. Die Feldstärken erreichen über Sonnenflecken Werte von vielen Tausend Gauss. Und es gibt Flecken unterschiedlicher Polarität. Bei Fleckenpaaren sind die Partner entgegengesetzt gepolt, man spricht von Bi-Polarität. Das magnetische Feld, das aus dem einen Fleck herauskommt verschwindet in dem anderen. Die Reihung der Pole ist dabei, wie von Hale entdeckt, unterschiedlich. Geht auf der Nordhalbkugel der magnetische Nordpol dem Südpol voran, so ist dies auf der Südhalbkugel umgekehrt. Im nächsten Sonnenfleckenzyklus kehren sich die Verhältnisse um. Sonnenflecke sind Stellen, wo ein unter der Oberfläche verlaufender magnetischer Gürtel hervorbricht. Ohne Magnetfeld kein Fleck! Diese magnetischen Bänder sind unterschiedlich gerichtet, je nach Hemisphäre, und sie wechseln die Richtung mit dem Sonnenfleckenzyklus, weshalb Leute, die etwas von den magnetischen Ursachen des zyklischen Auftretens von Sonnenflecken verstehen, auch immer von einem 22-jährigen Zyklus sprechen, weil sich eben erst nach 22 Jahren, und nicht bereits nach 11 Jahren, die magnetischen Verhältnisse wiederholen.

Ein allgemeines Magnetfeld der Sonne zweifelsfrei im Sonnenfleckenminimum nachzuweisen, gelang Hale allerdings nicht. Das ist zwar wesentlich für den Sonnendynamo, aber viel zu schwach, als dass es mit den Mitteln seiner Zeit hätte gemessen werden können.

Das Hale-Teleskop

Des Visionärs Lebenswerk wurde gekrönt durch die Inbetriebnahme des 5-m-Teleskops vor 60 Jahren. Ein Viertel Jahrhundert war der Spiegel auf dem Mt. Palomar der größte seiner Art. Er wurde schließlich durch den 6-m-Spiegel im Kaukasus (nahe Selentschuk) übertroffen. Hinsichtlich seines Auflösungsvermögens, seiner (alles entscheidenden) Fähigkeit, das Licht auf eine winzige Fläche zu konzentrieren, wurde er erst 1993 durch das Keck-1-Teleskop entthront! Die 10-m-Keck-Spiegel sind allerdings keine monolithi-

schen Spiegel, also nicht aus einem Guss, sondern aus Segmenten zusammengesetzte.

Ein Problem bei Glasspiegeln stellt ihre thermische Ausdehnung dar. Hinzu kommt die thermische Trägheit, die verhindert, dass sich das Spiegelmaterial sofort der Umgebungstemperatur anpasst. Der 5-m-Spiegel ist aus Pyrex gemacht, einem Borosilikatglas („Jenaer Glas“) mit niedrigem Wärmeausdehnungskoeffizienten. Moderne Spiegel benutzen eine quasi ausdehnungsfreie Glaskeramik, wie sie heutzutage in Herdplatten zu finden ist. Dieses „Kristall“glas ist bekannt unter den Markenbezeichnungen Zerodur und Ceran.

Natürlich ist das „altehrwürdige“ Hale-Teleskop immer mit *up-to-date*-Empfängern ausgestattet gewesen, heutzutage sogar mit adaptiver Optik.