

Eruptionen und Protuberanzen auf der Sonne.

Von

P. ten Bruggencate,

(Vortrag am 6. Februar 1941.)

Es ist allgemein bekannt, daß sich die Fleckenhäufigkeit auf der Sonne periodisch ändert. Parallel mit dem periodischen Anschwellen und Abklingen der Fleckentätigkeit verläuft ein Anschwellen und Abklingen von Eruptionen und Protuberanzen auf der Sonne. Die veränderliche Fleckenhäufigkeit ist also nur der am leichtesten erkennbare und deshalb auch am längsten bekannte Ausdruck einer periodischen Änderung der Sonnenaktivität. Seit der Entdeckung der elfjährigen Fleckenperiode im Jahre 1843 ist von meteorologischer und geophysikalischer Seite alles versucht worden, um Zusammenhänge mit irdischem Geschehen aufzudecken. Diese Versuche haben bei rein meteorologischen Vorgängen nicht den Erwartungen entsprochen. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei geophysikalischen Daten, die vom elektrischen und magnetischen Zustand der Erde und ihrer Atmosphäre abhängen. Von diesen Beobachtungen aus ergibt sich ein sehr anschaulicher Zugang zu Vorgängen, die sich auf der Sonne abspielen, und die wir unter den Begriffen „Eruptionen und Protuberanzen“ zusammenfassen. Es soll deshalb zuerst auf die geophysikalischen Erscheinungen und erst dann auf die zugehörigen astrophysikalischen Fragen eingegangen werden.

Wir wissen heute, daß die Atome in den hohen Schichten der Erdatmosphäre zum Teil ionisiert sind. Die Ionisation, also das Herausschlagen eines oder mehrerer Elektronen aus dem Atomverband, kann auf zwei Weisen geschehen: durch Einwirkung äußerst kurzweiliger Strahlung und durch Stoß mit raschen Elektronen. Dieser Parallelismus von Strahlung und Korpuskeln ist kennzeichnend für die Probleme der Eruptionen und Protuberanzen auf der Sonne.

Die Einwirkung äußerst kurzwelliger Sonnenstrahlung auf die höchsten Schichten der Erdatmosphäre konnte in den letzten Jahren durch Beobachtung der Reflexion von Kurzwellen an diesen Schichten untersucht werden. Je stärker die Ionisation in den reflektierenden Schichten ist, desto kürzere Wellen werden noch reflektiert. Aus der Beobachtung der „Grenzwellenlänge“, also der Länge derjenigen Wellen, die gerade noch reflektiert werden, gewinnt man ein direktes Maß für den Ionisationsgrad in der Ionosphäre. Diese besteht aus mehreren Schichten, die in Höhen von 100—400 km liegen. So konnte gezeigt werden, daß die Ionisation mit Sonnenaufgang einsetzt und mit Sonnenuntergang aufhört, und zwar auf der ganzen Tagseite der Erde. Ebenso konnte beobachtet werden, daß die Ionisation in der Totalitätszone einer totalen Sonnenfinsternis aussetzt. Aus derartigen Beobachtungen ist zu schließen, daß die Ionisation der höchsten Atmosphärenschichten durch Einwirkung der Sonnenstrahlung erfolgt. Die dazu notwendige äußerst kurzwellige Strahlung bleibt in diesen Schichten stecken, wo ihre Energie zur Ionenbildung verbraucht wird. Nur durch Vorgänge in der Ionosphäre erhalten wir Kunde von dieser kurzwelligen Strahlung, die an sich den an die Erde gebundenen Beobachter gar nicht erreicht. Aus dem Zustand der Ionosphäre können wir sogar auf die Energiemenge schließen, die uns die Sonne in dieser kurzwelligen Strahlung schickt. Und da zeigt es sich, daß diese Energiemenge wesentlich größer ist zur Zeit des Sonnenfleckmaximums als zur Zeit des Minimums.

Die Sonnenstrahlung im extremen Ultraviolett ist jedoch nicht nur verantwortlich für die normale Ionisation der Ionosphäre, sondern auch für plötzliche Schwunderscheinungen im Kurzwellenempfang von Kontinent zu Kontinent. Ein derartiger Schwund setzt nur auf der Tagseite der Erde, dort aber überall gleichzeitig ein. Es steht heute fest, daß jedem Schwund eine UV-Eruption auf der Sonne zuzuordnen ist.

Neben der Echomethode durch Kurzwellen lassen sich solare Vorgänge auch durch regelmäßige Messungen des erdmagnetischen Feldes verfolgen. Da die Ionen und freien Elektronen in den hohen Atmosphärenschichten die Bewegung der Luftmassen infolge Erwärmung, Erdrotation, Gravitation und Gezeitenwirkung von Sonne und Mond mitmachen, entstehen in diesen Schichten gewaltige Stromsysteme, deren Änderungen auf das Magnetfeld der Erde rückwirken. Durch die erdmagnetischen Untersuchungen können aber auch rasche

Elektronen und Ionen erfaßt werden, die von der Sonne ausgehen. Diese geladenen Teilchen werden im Magnetfeld der Erde abgelenkt und treffen vorzugsweise an den Magnetpolen der Erde auf. Sie verursachen z. B. die Erscheinung der Polarlichter und rufen erdmagnetische Stürme hervor. Es ist neuerdings gelungen aus erdmagnetischen Registrierkurven ein Maß für die ultraviolette Sonnenstrahlung und für die solare Korpuskularstrahlung abzuleiten. Beide Strahlungen zeigen einen ganz ausgeprägten Gang mit den Sonnenfleckenzahlen, die ein Maß für die „Aktivität“ der Sonne darstellen. Die raschen Teilchen, die die Sonne aussendet und die erdmagnetische Stürme auslösen, besitzen eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 1500–2000 km/sec.

So erhält der Astrophysiker auf indirektem Weg weitgehende Informationen über die Energien solarer Strahlungsarten, die er auf direktem Weg gar nicht beobachten kann, die aber zur Deutung vieler Vorgänge auf der Sonne unerläßlich sind.

So kann heute schon als wahrscheinlich angesehen werden, daß die Koronastrahlen, die bei totalen Sonnenfinsternissen in dem matten Strahlenkranz um die vom Mond bedeckte Sonnenscheibe zu beobachten sind, nichts anderes sind als die Bahnen rascher Korpuskeln, die auf ihrem Weg durch die Korona die äußerst verdünnte Materie zum Leuchten anregen. So dürfen wir weiter erwarten, daß die Fackeln auf der Sonnenscheibe, die als überhitzte Störungsstellen in der Sonnenatmosphäre zu deuten sind, für den Gang der ultravioletten Sonnenstrahlung mit dem Fleckenzzyklus verantwortlich sind. Jedenfalls wissen wir aus direkten Sonnenaufnahmen bester Definition, daß in der Sonnenatmosphäre turbulente Erscheinungen eine große Rolle spielen. Die höchsten Schichten der Sonnenatmosphäre lassen sich nun besonders gut durch Beobachtung im Lichte einzelner Spektrallinien untersuchen. Insbesondere spielt dabei die Linie $H\alpha$ des Wasserstoffs eine große Rolle. Diese Linie liegt im roten Spektralbereich, so daß sich Vorgänge auf der Sonne in ihrem Licht auch gut visuell verfolgen lassen. Aufnahmen der Sonne im Licht von $H\alpha$ haben es zum erstenmal ermöglicht, Eruptionen auf der Sonnenscheibe zu verfolgen. Die Hauptintensität dieser Eruptionen liegt zwar im fernen Ultraviolett. Aber durch sie wird eine große Zahl von Wasserstoffatomen in die Lage versetzt, die Linie $H\alpha$ auszustrahlen. Und das ist der Grund, warum sich UV-Eruptionen, allerdings stark abgeschwächt, auch noch im Licht einer roten Spektrallinie verfolgen lassen.

Ebenso haben Beobachtungen in $H\alpha$ es zum erstenmal ermöglicht, Bewegungsvorgänge in Protuberanzen, also in Gasausbrüchen auf der Sonnenscheibe, im einzelnen zu verfolgen. Wir wissen heute, daß bei aufsteigenden Protuberanzen, die Steiggeschwindigkeiten bis zu 700 km/sec zeigen, der Strahlungsdruck im Ultravioletten eine entscheidende Rolle spielt. Zum Verständnis dieser Bewegungserscheinungen ist ein Heranziehen von Eruptionen unerläßlich. Bei einer anderen Art von Protuberanzen, bei den aktiven und den Fleckenprotuberanzen, wird die Bewegung weitgehend durch Kraftfelder beherrscht, die mit aktiven Zentren oder auch Sonnenflecken verbunden sind. Die Protuberanzenmaterie wird meist durch den Strahlungsdruck in größerer Höhe über der Sonnenoberfläche gehalten, und strömt von dort aus in bogenförmigen Bahnen in die aktiven Zentren oder auch in die Sonnenflecken ab. Es ist zum erstenmal LYOT gelungen, diese Vorgänge im Film festzuhalten. Wahrscheinlich ist die Vielfalt der Erscheinungsformen von Protuberanzen zu verstehen aus dem Zusammenwirken von Kraftfeldern, die magnetischer Natur sein dürften, und UV-Eruptionen.

So führt also das Studium solarer Erscheinungen zur Annahme von Lichtausbrüchen auf der Sonne, deren Hauptintensität im fernen Ultraviolett liegen muß, und über die wir aus direkten Beobachtungen nichts erfahren können, weil diese Strahlung ganz in den höchsten Schichten der Erdatmosphäre stecken bleibt. Methoden der Ionosphärenforschung und des Erdmagnetismus liefern, wie wir sahen, dem Astrophysiker die Daten, die er zum Verständnis einer großen Zahl von Vorgängen auf der Sonne braucht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1942

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Bruggencate P. ten

Artikel/Article: [Eruptionen und Protuberanzen auf der Sonne 180-183](#)