

## Liebe Leserin, lieber Leser,

die Sonne ist nicht irgendein Stern. Sie ist *unser* Stern. Wohl und Weh, alles hängt von ihr ab. Über das „Wohl“ ist viel geschrieben worden. Dem ist nichts hinzuzufügen. Aber der Sonne Schattenseiten, die dringen erst allmählich ins öffentliche Bewusstsein. Vor 150 Jahren, Ende August/Anfang September 1859, zeigte die Sonne, wozu sie fähig ist. Noch im Süden Europas wurden die Menschen durch Polarlichter erschreckt. Telegraphenverbindungen brachen zusammen. Der Grund war ein geomagnetischer Sturm, der in diesem Ausmaß seitdem nicht wieder beobachtet wurde. Gott-sei-dank! Dahinter stand eine ungewöhnlich aktive Sonne.

Damals hielt sich der Schaden in Grenzen. Doch heutzutage, im High-Tech-Zeitalter und global vernetzt, sind wir anfällig geworden gegen ihre Kapriolen und Kapriolen.

Viele Auguststernschnuppen und dass Ihnen der Kosmos-Bote nicht schnuppe wird, wünscht sich und Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im August

Venus und Mars sind nach wie vor etwas für Frühaufsteher.

Am 18. August in der Frühe kommt es zu einer Bedeckung der Vesta durch den Mond. Der Planetoid (ein zu kurz gekommener Zwergplanet) gilt zwar als der hellste unter den vielen, aber nicht im August des Jahres 2009, zwischen den Oppositionen. Die Vesta erreicht dann nur 8,5-te Größe, und es empfiehlt sich, in den Südwesten (z. B. Kanaren) zu reisen, um diesem Schauspiel bei noch dunklem Morgenhimmel beizuwohnen. In spätestens zwei Jahren wird wieder über die Vesta zu berichten sein. Im August 2011 legt NASAs DAWN-Sonde einen Zwischenstopp ein: bei der Vesta.

Jupiter begibt sich am 14. August in Opposition zur Sonne. Er steht ihr dann am Himmel genau gegenüber, tief im Süden also, im Sternbild Steinbock

(Quelle: Max Ernsts „Capricorne“ in der Kunsthalle zu Mannheim). Sommeroppositionen haben das so an sich und sind deshalb bei Planetenliebhabern in unseren Breiten nicht beliebt.

Noch ein anderer geht im August in die Opposition, drei Tage nach Jupiter: Neptun. Die Oppositionsschleifen beider Planeten liegen so dicht beieinander am Himmel, dass gelegentliche Annäherungen nicht ausbleiben.

Übrigens gibt's da noch ein Jubiläum. Vor 20 Jahren, im August 1989, schoss Voyager-2 unter dem Jubel aller Beteiligten 5000 km am Neptun vorbei. Dass die Sonde die zwölfjährige Schleudertour mit Visitationen des Jupiter, Saturn und Uranus überhaupt überdauern würde – und funktionieren, darauf hätte kaum jemand zu wetten gewagt, am wenigsten die NASA selbst. (Die Sonde sendet heute noch! Die Isotopenbatterien dürften noch ein weiteres Dutzend Jahre reichen.) Das Raumfahrtereignis ging in den politischen Wirren jener Tage fast unter, hat aber Raumfahrtgeschichte geschrieben.

Und dann ist um den 12. August herum wieder Sternschnuppenzeit. Die Erde kreuzt einen Meteoritenschwarm. Anscheinender Ausgangspunkt der Augustmeteore am Himmel ist das Sternbild Perseus. Von dort her scheinen die superschnellen Meteoriten zu kommen, die in der Lufthülle ihre glühenden Spuren hinterlassen. Beim Betrachten langbelichteter Himmelsaufnahmen mit vielen Perseidenspuren gewinnt man den seltenen Eindruck von räumlicher Tiefe. Die „Perseiden“ sind eine Zerfallserscheinung. Sie kündigen von der allmählichen Auflösung des Kometen Swift-Tuttle. Der Komet selbst war im Jahre 1862 entdeckt worden. Gar bald war er in Verbindung mit den Perseiden gebracht worden. Er zählt mit einer Umlaufzeit von unter 200 Jahren zu den „Kurzperiodischen“. Das letzte Mal gesehen hat man ihn 1992. (Das nächste Mal, im Jahre 2126, nähert sich Swift-Tuttle der Erde auf 25 Millionen Kilometer.) Nun ist er auf dem Weg zum Kuiper-Gürtel, von dort er wiederkommen wird. Wie oft noch? Kometen sind fragile Gebilde, und sie vertragen die Sonne nicht. Führt die Bahn zu nahe an ihr vorbei, ist ihr Ende absehbar.

## Die harmvolle Sonne

Die Sonne ist eine heiße (differentiell) rotierende Gaskugel, in deren Ober-schicht es brodeln. Die Wärme aus dem Innern entweicht dort konvektiv nach außen. Heiße Gasballen steigen auf, kühle sinken ins Innere der Sonne zurück,

erneut Wärme aufzutanken. In den äußersten Schichten kann man zusehen, wie sich die Granulation, die „Körnigkeit“, binnen Minuten ändert.

Unter diesen Bedingungen – differentielle Rotation im Verein mit Konvektion – kommt es in der hochgradig leitfähigen Materie zu einem selbsterregten „Dynamo“. Ohne Spulen und Drähte, allein durch verwickelte Plasmaströmungen wird Rotationsenergie in magnetische und elektrische Energie überführt, wie in einem handelsüblichen Fahrraddynamo.

Weil die Sonne am Äquator schneller rotiert als an den Polen und magnetische Feldlinien in elektrisch leitfähiger Materie quasi „eingefroren“ sind, wird ihr großräumiges aber schwaches magnetische Dipolfeld verzerrt und „aufgewickelt“, mithin immens verstärkt, und es entstehen zu beiden Seiten des Äquators, unterhalb der Oberfläche, Magnetgürtel unterschiedlicher magnetischer Richtung. Aus diesen rekonstruiert die Konvektion bis aufs Vorzeichen den anfänglichen Dipol. Danach wiederholt sich der Vorgang. Ein voller Zyklus dauert etwa 22 Jahre. Alle elf Jahre sind die Magnetgürtel besonders stark. Dort wo sie (wegen des magnetischen Auftriebs) aus der Sonne ausbrechen sehen wir – Sonnenflecken.

Die Grundzüge dieser Theorie vom Sonnendynamo sind in den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts am Astrophysikalischen Observatorium auf dem Telegraphenberg in Potsdam ausgearbeitet worden.

In Zeiten starken Fleckenbefalls kann es zu magnetischen Kurzschlüssen kommen. Magnetische Feldenergie entlädt sich spontan in Eruptionen (Röntgen-, Lichtblitze, Protonenschauern) sowie Plasmageschossen, sog. Koronale Auswürfe, die mit Hunderten von Kilometern pro Sekunde durch den interplanetaren Raum fegen. Solare Magnetfelder wirken wie Schleudern. Prallt ein solcher Milliarden Tonnen schwerer „Auswurf“, eine CME (Coronal Mass Ejection), aufs irdische Magnetfeld, wird dieses auf der Tagseite enorm zusammengestaucht, und es kommt zu einem geomagnetischen Sturm.

Die Sonne ist beileibe nicht der einzige Stern, der magnetisch aktiv ist. Andere, insbesondere solche, die rasanter rotieren als die Sonne, sind es in viel stärkerem Maße. So gibt es unter den späten Sternen, das sind massearme Sterne des Spektraltyps M, sog. Flacker- oder Flaresterne. (Unser nächster Nachbar im All, Proxima Centauri, ist ein Flackerstern.) Diese neigen zu Strahlungsausbrüchen, die an Gewalt diejenigen der Sonne sichtbarlich in den Schatten stellen. Die Sternhelligkeit steigt binnen Minuten um Größenklassen. Sogar bei anscheinend ganz normalen sonnenähnlichen Sternen kann es gelegentlich zu einem sog. *superflare* kommen. Man stelle sich vor, die Son-

ne würde für ein Viertelstündchen hundertmal heller strahlen als gewöhnlich – und das bevorzugt im Röntgenlicht! Doch keine Sorge. In den vergangenen paar hundert Millionen Jahren ist das nicht bei der Sonne vorgekommen. Es gibt jedenfalls keinerlei Anzeichen dafür. Und außerdem hätte dann das Leben niemals den schützenden Ozean verlassen. Verglichen damit, was andere Sonnen magnetisch so drauf haben, scheint die unsrige jedenfalls nicht gerade mit „Aktivität“ gesegnet zu sein. Das Leben hienieden schuldet ihr Dank dafür. Ein quirligerer Heimatstern wäre wirklich nicht zum Aushalten. Was weniger bekannt ist: Dass es bei Sonneneruptionen (Flares) sogar zu Kernumwandlungen *auf* der Sonne kommt! Leichte Elemente, insbesondere Deuterium (schwerer Wasserstoff) und Helium-3, werden von „aktiven“ Sternoberflächen produziert. Kernumwandlungen finden also nicht ausschließlich *in* den Sternen statt.

Alle diese Zusammenhänge waren 1859 völlig unbekannt. Richard Christopher Carrington (1826–1875), der Entdecker der differentiellen Rotation der Sonne, und ein Herr Richard Hodgson, ebenfalls ein englischer Amateurastronom, waren die ersten, die (unabhängig voneinander) eine Eruption inmitten einer Fleckengruppe (Quelle: Wikipedia) mit eigenen Augen gesehen haben. Die beiden gleißenden Lichtbrücken (A+B) zwischen magnetisch unterschiedlich gepolten Flecken hielten nur wenige Minuten. Die Lichterscheinung vom ersten Septembermorgen des Jahres 1859 war nur Beiwerk. Von Röntgenstrahlung oder gar Teilchenschauern wusste man damals noch nichts. Es fiel allerdings schon auf, dass es keine 18 Stunden später zu einem gewaltigen geomagnetischen Sturm kam, dem zweiten in Folge . . .

Bereits Tage zuvor hatte es Polarlichter gegeben, ungewöhnlich hell und an ungewöhnlichen Orten. Magnetometer, die das Erdmagnetfeld überwachten, schlugen plötzlich wie wild aus. Telegraphennetze brachen zusammen. Wie nordamerikanische Zeitungen berichteten, konnte man über gewisse Fernleitungen ohne Batterien besser telegraphieren als mit (was nicht wundert, fließt der Strom plötzlich falsch herum).

Die Sonneneruptionen von 1859 waren die bislang stärksten je wahrgenommenen. Statistiker tippen auf ein 500-Jahre-Ereignis, d. h., dass sich so etwas nur aller 500 Jahre wiederholen dürfte – *im Mittel*. „Schlimmeres“ ist damit keineswegs ausgeschlossen, aber halt noch seltener. Die Skala der Sonneneruptionen ist „nach oben offen“, wie es so schön heißt – man kennt das von Erdbebenmeldungen.

Die Gefahr, die von der Sonnenaktivität ausgeht, ist nicht zu unterschätzen.

Die hochenergetische Partikelstrahlung, im wesentlichen Protonenschauer, gefährdet das Leben von Astronauten – und die Speichermedien unserer Computer. Letztere meist nicht auf Dauer, aber immerhin. Computerausfälle, selbst kurzzeitige, können Konsequenzen haben. Die Veränderungen in der Ionosphäre beeinträchtigen den Funkverkehr und das GPS, zumindest seine Genauigkeit. Die Lebensdauer von niedrig fliegenden Erdsatelliten vermag ein einziger Sonnenausbruch (wegen der sich plötzlich aufblähenden Lufthülle) um Jahre zu verkürzen, abgesehen von Sofortausfällen an der Elektronik. Durch magnetische Kurzschlüsse in der aufgewühlten Erdmagnetosphäre kommt es zu Stromstößen, die wiederum solche im Erdboden induzieren. Diese „nutzen“ die sich bietenden bequemen Wege durch Pipelines oder Überlandleitungen. Fremdströme, durch Erdungskabel eingespeist, haben schon Großtransformatoren zum Kochen gebracht. Die Ausfälle an der Strom-, Gas- und Kommunikationsversorgung können leicht finanzielle Schäden in Milliardenhöhe nach sich ziehen.

Kann man sich schützen? Nicht wirklich. Sonneneruptionen sind wie das hiesige Wetter, sprich schwerlich vorhersehbar. Selbst Prognosen zum Verlauf eines Sonnenfleckenzyklus grenzen derzeit noch an Prophetie. Niemand weiss, wie sich das kommende Aktivitätsmaximum, die Nr. 24 in der von Carrington eingeführten Zählweise, gestalten wird. (Alle Vorhersagen über den Beginn des neuen Zyklus haben daneben gelegen!) Um sich zu wappnen müsste man es allerdings ganz genau wissen. Technische Probleme gab's schon zu Zeiten des Sonnenfleckenminimums, wie der halbstündige Ausfall des indischen Kommunikationssatelliten INSAT-4A am 2. Januar 2007 zeigt. „Spuckt“ die Sonne in unsere Richtung, hat man Stunden bis Tage, sich auf den anbahnenden geomagnetischen Sturm einzustellen. Flugzeuge beispielsweise sollten dann tunlichst die Polregionen meiden.

So wie die Dinge liegen, wird das „Weltraumwetter“ noch für Gesprächsstoff sorgen, und das nicht nur zu Halloween.