

Diese erst in den letzten Jahren aufgefundene Thatsache eines unzweifelhaften Zusammenhanges des Magnetismus unseres Planeten mit der mächtigen Magnetkraft des fernen Centralkörpers unseres Systems giebt einer wichtigen Gruppe irdischer Erscheinungen im weitesten Wortsinne einen *kosmischen* Charakter.

Alexander von Humboldt (1769–1859)

Liebe Leserin, lieber Leser,

vor 100 Jahren, am 18. Januar 1921, verstarb in Bornim bei Potsdam im 90. Lebensjahr Wilhelm Julius Foerster, Astronom, Wissenschaftsorganisator und -popularisator, ein Humanist, der mit Wissenschaft die Völker geistig erheben und einander näher bringen wollte. Von 1865 bis 1903 stand er der Berliner Sternwarte als Direktor vor. Seine Arbeitsgebiete waren die kleinen Planeten und die Geschichte der Astronomie. Die Astrophysiker verdanken maßgeblich ihm das erste Astrophysikalische Observatorium der Welt. Wer sich auf dem Potsdamer Telegrafenberg ein wenig weiter umschaute, dem dürfte ein etwas abgelegenes Gebäude nicht entgehen. Es ist aus magnetfreien Materialien erbaut: das Magnetische Observatorium. Dort begannen 1890 geomagnetische Messungen. Auch dieses Observatorium nebst der Wetterwarte geht auf Foersters beharrliche Lobbytätigkeit zurück. Bereits Alexander von Humboldt (1769–1859) hatte mit seinem Projekt der magnetischen Vermessung der Welt dank der fachlichen Mitwirkung von Carl Friedrich Gauß (1777–1855) in Göttingen 1836 den Weg dazu bereitet. Man wusste bereits von täglichen und saisonalen Schwankungen. Foerster selbst hatte als Student an der Bonner Sternwarte in zweistündiger Sitzung an einem sog. „magnetischen Termin“ begeistert teilgenommen, einem Messtage, wo weltweit und rum um die Uhr (nach Göttinger Zeit) der Ausschlag einer freibeweglichen Magnetnadel (mit einem Fernrohr) observiert und registriert wurden. Ein penibler Observator konnte ihn fühlen, den magnetischen Puls der Erde!

Anfang September 1859, Humboldt war vier Monate zuvor verstorben, ereignete sich dann etwas, was allen schlagartig die kosmische Dimension der

Magnetmessungen offenbarte. Die Magnethadel reagiert mit vielstündiger Verzögerung auf Vorgänge, die sich weit von uns entfernt auf der Sonne abspielen! Zwischen dem 28. August und 4. September 1859 kam es zu Sonneneruptionen. Die gewaltigste, am 1. September, schleuderte eine Wolke geladener Teilchen, heute spricht man von einem koronalen Massenauswurf (CME), in Richtung Erde. 17 Stunden später¹ tobte hienieden ein „Magnetisches Ungewitter“, ein geomagnetischer Sturm. In den langen Kabeln der Telegrafverbindungen wurden durch die plötzliche Deformation des Erdmagnetfeldes beim Aufprall des Plasmageschosses letztlich enorme Spannungen von einigen Tausend Volt pro 100 Kilometer Leitung erzeugt, die entsprechende Störströme hervorriefen. In Telegrafstationen kam es zu Bränden durch Funkenüberschlag, Telegramme konnten selbst bei abgeklemmter Batterie versandt werden – sog. „Aurora-Depeschen“ ...

Auch fernab von Telegrafämtern konnte man in der darauffolgenden Nacht ein Feuerwerk erleben: Nordlichter überall, selbst noch in südlichen Lagen der Nordhemisphäre: Rom, Havanna und Hawaii.

Dieses sog. Carrington-Ereignis, benannt nach dem englischen Astronomen Richard Christopher Carrington² (1826–1875), der das Weißlichtflare vom 1. September 1859 selbst sprachlos auf dem Sonnenprojektionsschirm gesehen und gezeichnet hatte, war für Foerster Anlass, nunmehr mit aller Kraft die Gründung eines meteorologisch-magnetischen Zentralobservatoriums auf dem Telegrafenberg anzugehen. Leicht war das nicht. Er hatte die Koryphäen gegen sich. Er schreibt: „Es war mir also durchaus erklärlich, dass die Akademie [...] zu dem ganzen Projekte den Kopf schüttelte, zumal da es eine Spezialität der älteren Meteorologen war, dass sie von dem Eingreifen der Flecken- und Fackelwirtschaft auf der Sonne in die irdischen Wetterzustände gar nichts wissen wollten und auch über die Beziehungen zwischen jener Sonnenwirtschaft und dem Erdmagnetismus sehr skeptisch dachten.“ Das Unterrichtsministerium zeigte sich Gott-sei-dank aufgeschlossener für die Erforschung der solar-terrestrischen Beziehungen als die etablierte Wissenschaft. Heutzutage ist das „Weltraumwetter“ ein Thema für die Versicherungsbranche. Ein Carrington-Ereignis heute, es wäre angesichts unserer elektronischen

¹Radio und GPS waren noch unbekannt. Die hätte man bereits kurz nach dem verheerenden Flare vermisst. Der elektromagnetische Puls im Röntgen- und extremen UV-Bereich hat unmittelbar die Ionosphäre unseres Planeten betroffen.

²Sonnenforschung betrieb er, um auch den hellen Tag zu nutzen. Des Nachts vermaß er die Sterne.

Vulnerabilität verheerend³.

Foerster tanzte auf mehreren Hochzeiten. So war er rastlos in Sachen Standardisierung des Maß- und Gewichtswesens unterwegs, zunächst im Norddeutschen Bund, dann auf europäischem Parkett. Das internationale metrische System (SI) war ihm eine Herzensangelegenheit⁴. Er vertrat das Deutsche Reich auf internationalen Kongressen, wo er diplomatisches Geschick bewies. Als Preuße sprach er sich 1872 (!) für Paris als Standort des Urmeters aus. 1887 hob er zusammen mit Hermann von Helmholtz (1821–1894) und Werner von Siemens (1816–1892) die Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) aus der Taufe, die heutige PTB mit Hauptsitz in Braunschweig. Die PTR, damals in Berlin-Charlottenburg angesiedelt, spielte bei der Entstehung der Quantenphysik eine herausragende Rolle.

Das Nordlicht ist ein erhebendes Himmelspektakel. Vor 400 Jahren, 1621, fand Pierre Gassendi (1592–1655) dafür die gelehrte Bezeichnung *Aurora borealis*. Morgenröte und Nordwind, der Aurora Sohn, standen Pate. Ein Südlicht gibt's auch, die *Aurora australis*.

Gassendi ist u. a. dafür bekannt, dass er als erster von Paris aus den Vorübergang eines Planeten vor der Sonnenscheibe beobachtet hat. (Bei den gelegentlichen „Planetentransits“ aus vorteleskopischer Zeit dürfte es sich um Sonnenfleckensichtungen gehandelt haben.) Der Merkurtransit vom 7. November 1631 war 1629 von keinem geringeren als Johannes Kepler (1571–1630) auf Basis seiner Rudolfinischen Tafeln vorhergesagt worden. Kepler selbst hat diesen Erfolg seiner Rechenleidenschaft nicht mehr erlebt.

Nordlichtsichtungen aus vorteleskopischer Zeit, insbesondere auch solche in südlichen, gemäßigten Breiten, erlauben eine Rekonstruktion der Sonnenaktivität über historische Zeiträume. Davon berichtet

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Januar

Am 2. Januar, 14:51 MEZ, kommt die Erde der Sonne auf 0,9832571 Astronomische Einheiten bzw. 147,093 Millionen Kilometer nahe. Das sind nur

³Am 23. Juli 2012 hatte die Erde so etwas bloß um wenige Tage verpasst. Eine ganze Garbe von Milliarden Tonnen schweren magnetisierten Plasmabatzen schoss zu unserem Glück an uns vorbei.

⁴Der rechentechnische Vorteil des SI überwog seiner Meinung nach den Nachteil der schlechteren technischen Realisierbarkeit, sprich Teilbarkeit.

2019 km mehr als beim vorjährigen Periheldurchgang. Laut Fred Espenaks Tabelle⁵ fand am 5. Januar 2020 die größte Annäherung im 21. Jh. statt.

Merkur hat seine maximale östliche Elongation mit $18\frac{1}{2}^\circ$ am 24. Januar. Die Abende davor und danach ist er eine Stunde nach Sonnenuntergang wenige Grad über dem WSW-Horizont zu finden.

Venus verabschiedet sich im Laufe des Monats als Morgenstern von der Himmelsbühne. Ab Anfang Mai feiert sie als Abendstern ihr Come-back.

Noch vor Venus machen sich Jupiter und Saturn aus dem Staube. Man kann die beiden nur noch in den ersten Januartagen tief am Westhorizont sehen. Saturn wird als erster von der Sonne eingeholt (Konjunktion), am 24. Januar. Fünf Tage später erwischt es Jupiter. Frühestens ab März tauchen sie am Morgenhimmel auf.

So bleibt uns als einziger Planet der Nacht der Mars. Er wird zwar lichtschwächer, erklimmt aber immer höhere Deklinationen. Am 7. Januar betritt er das Sternbild des Widder. Am 22. Januar zieht er $1,7^\circ$ nördlich am Uranus vorbei. Letzteren zu sehen bedarf es allerdings eines Fernglases. Der grünliche Uranus ist etwa 6. Größe und weit über 100-mal lichtschwächer als Mars.

Erdmagnetismus

Dass die Erde als Ganzes magnetisch ist – eine Hypothese, die 1600 William Gilbert (1544–1603), der Leibarzt von Königin Elisabeth I., aufstellte –, nutzte man schon lange zuvor im alten China zur Bestimmung der Südrichtung: Der Magnetkompass ist eine chinesische Erfindung. Wie man im 18. Jh. herausfand, variiert das Erdmagnetfeld in Stärke und Richtung nicht nur örtlich. Zusätzlich zu einer täglichen Variation, hervorgerufen von elektrischen Strömen in der sonnenbeschienenen Ionosphäre, und einer gezeitenbedingten mond-täglichen, stießen 1852 gleichzeitig vier Forscher auf den engen Zusammenhang zwischen der Variabilität des Erdmagnetfeldes und den Sonnenflecken: der irische Marineoberst und Forschungsreisende Edward Sabine (1788–1883), der Züricher Sonnenfleckenforscher Johann Rudolf Wolf (1816–1893), der, welcher die Sonnenfleckenrelativzahl einführte, sein Genfer Kollege Jean-Alfred Gautier (1793–1881) und *last not least* Johann von

⁵www.Astropixels.com

Lamont (1805–1879). Letzterer hatte im Jahr zuvor, 1851, über eine Periode von $10\frac{1}{3}$ Jahren beim Erdmagnetismus berichtet.

Sabine hatte 1838/39 auf Staatskosten (und Anregung Alexander von Humboldts) in den englischen Besitzungen ein weltweites Netz von Magnetobservatorien aufgebaut und verfügte über jede Menge geomagnetischer Messungen. Lamont, ein geborener Schotte aus der Grafschaft Aberdeenshire, hatte es als Knabe 1817 in das Regensburger Schottenstift verschlagen, wo man Mathematik und die Naturwissenschaften pflegte. Als Pionier des Erdmagnetismus führten ihn Vermessungsreisen durch Bayern und halb Europa. Als Direktor der Sternwarte in Bogenhausen bei München hatte er mehrfach den Neptun gesehen gehabt, bevor dieser im September 1846 an der Berliner Sternwarte offiziell entdeckt wurde.

Der Dessauer Apotheker, Amateurastronom und spätere Hofrat Samuel Heinrich Schwabe (1789–1875) hatte 1844 den zehnjährigen⁶ Sonnenfleckenzyklus entdeckt gehabt.

Eine äonale Schwankung gibt es auch. Dass das Erdmagnetfeld sogar gelegentlich umpolt, konnte erst 1929 aufgedeckt werden, anhand der Magnetisierung vulkanischer Gesteine. Beim Unterschreiten der sog. Curie-Temperatur wird die aktuelle Richtung des Erdmagnetfeldes im Gestein konserviert. Das damalige Magnetfeld ist im heutigen Basaltgestein quasi „eingefroren“. (Eine magnetische Ausrichtung findet man sogar in gewissen Sedimenten.) In den 60er Jahren stießen englische Geologen dann auf das charakteristische magnetische Streifenmuster beidseits und parallel zu den Mittelozeanischen Rücken. Der Paläomagnetismus beweist, dass sich (a) Meeresboden neu bildet und ausbreitet – man nennt das Ozeanbodenspreizung oder weniger gespreizt *seafloor spreading* – und dass es (b) zu Umpolungen kommt, allein 70 in den vergangenen 40 Millionen Jahren. Die letzte fand vor 780 000 Jahren statt. Es gab allerdings auch Zeiten, im Erdmittelalter, wo lange nichts dergleichen geschah. Das erdmagnetische Hauptfeld ist auf jeden Fall ein Wechselfeld, nicht das Feld eines Dauermagneten. Es muss dynamoerregt sein, beruht also auf elektrischen Strömen im Erdinnern. Die zu beobachtenden kurzperiodischen Schwankungen rühren hingegen von elektrischen Strömen in der Ionosphäre bzw. der Magnetosphäre der Erde her.

Zu den mehr oder weniger periodischen Anteilen und säkularen Trends gesellen sich kurzfristige erratische Zuckungen. Für den Sonnenphysiker sind diese Magnetstürme, welche Magnetnadeln wild ausschlagen lassen, von besonderem Interesse. Sie sind dem Erdmagnetfeld von Ereignissen auf der Sonne aufoktroiert.

Das Magnetobservatorium auf dem Potsdamer Telegrafenberg musste schon bald nach seiner Gründung Reißaus nehmen vor zivilisationsbedingten magnetischen Störquellen. Das fing an mit der 1899 errichteten Stahlkuppel des Großen Refraktors, die Präzisionsmessungen vereitelte. Dann machte den Geomagnetikern die Elektrifizierung zu schaffen: 1906

⁶Heutzutage spricht man von einem 11-jährigen Sonnenfleckenzyklus bzw. einem magnetischen Zyklus von 22 Jahren.

die elektrische Treidelbahn⁷ am Teltowkanal, 1907 der Ersatz der Potsdamer Pferdebahn durch die „Elektrische“ und schließlich in den 20er Jahren die Umstellung der S-Bahn von Dampf auf Strom. Endlich fand man 1930 ein magnetisch ruhiges Plätzchen nahe Niemegek, gut 40 km von Potsdam entfernt. Es trägt den Namen Adolf-Schmidt-Observatorium, nach seinem langjährigen Direktor, Geheimrat Adolf Schmidt (1860–1944), einem ehemaligen Gothaer Gymnasiallehrer, dem das Observatorium seine internationale Reputation verdankt.

Der erdnahe Weltenraum erlaubte in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten eine weitere Fluchtmöglichkeit: die Flucht nach oben. Bis 2021 vermessen die drei Swarm-Satelliten der ESA das Erdmagnetfeld mit höchster Genauigkeit. (Die Feinstruktur des Oberflächenfeldes kann aber nach wie vor nur durch Feldmessungen an Land und zu Wasser bestimmt werden.)

Nordlicht und Sonnenaktivität

Das Nordlicht ist „eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Thätigkeit, deren eine Seite die unruhige Schwingung der Nadel und deren andere das polare Leuchten des Himmelsgewölbes ist.“ (A. v. Humboldt)

Dass das Erscheinen von Nordlichtern mit Ablenkungen der Magnetnadel im Zusammenhang steht, ist bereits 1741 einem Nordländer aufgefallen, des Professor Celsius (1701–1744) „Gehülfen“ und Nachfolger an der Sternwarte in Uppsala, Olof Hiorter (1696–1750).

Wer die Sonnenaktivität vergangener Millenien rekonstruieren will, kann nicht auf Sonnenflecksichtungen bauen. Aus vortelekopischen Zeiten gibt es kaum welche, aus gutem Grund: „Hintern Mond“ begann der Himmel, und der hatte makellos zu sein! Eine befleckte Sonne? Undenkbar! Nicht zu übersehende Unreinheiten der Sonnenscheibe wurden nicht der Sonne angelastet, eher Planetentransits.

Kommen historische Aufzeichnungen von Nordlichtern ins Spiel. Sie sind „ideologisch“ unverfänglich, beängstigend auffällig und ihre Häufigkeit kann dem Sonnenforscher quasi als Vertretung („proxy“) für entgangene Sonnenfleckenzählungen dienen. Die Flecken selbst sind ja auch nichts anderes als der augenfälligste Ausdruck einer allgemeinen Erscheinung mit vielen Facetten: der magnetisch getriebenen Sonnenaktivität.

Nordpolarlicht, in südlichen Breiten gesichtet, kündigt immer von einem starken geomagnetischen Sturm, ausgelöst durch einen Schwall elektrisch geladener Teilchen von der Sonne, der zufällig auf die Magnetosphäre der Erde

⁷Der Stromkreislauf benutzte die Erde, wodurch es zu „vagabundierenden Erdströmen“ kommt, die wiederum mit magnetischen Störfeldern einhergehen.

trifft. Die Partikeln (Elektronen, Protonen, Ionen) rasen mit bis zu 2400 km/s durch den interplanetaren Raum. Vom Magnetfeld der Erde erfasst, spiralen sie zu den Magnetpolen, wo sie tief (bis 100 km Höhe) in die Atmosphäre eindringen, diese ionisieren und, wie in einer Leuchtstoffröhre, Sauerstoff und Stickstoff zum Erglühen bringen. Wie man von „oben“ sehen kann, bilden Polarlichter ein leuchtendes Oval um die Magnetpole. Die Ausdehnung eines Polarlichtovals kann als „proxy“ für die Vehemenz der geomagnetischen Störung dienen und diese wiederum als Maß für die Sonnenaktivität.

Die Stärke der geomagnetischen Störung⁸ wird durch K_p erfasst, die Potsdamer⁹ magnetische Kennziffer. In einer zehnstufigen Skala (von 0 bis 9) drückt sie die über drei Stunden gemittelte geomagnetische Aktivität aus. Eingeführt wurde K_p 1949 durch August Julius Bartels (1899–1964), Adolf Schmidts Nachfolger im Amt. Seit 1967 ist der K_p -Wert aus Niemeck weltweit als Kennziffer anerkannt.

Das Stöbern in alten Aufzeichnungen meteorologischer Erscheinungen aus Europa, dem Nahen, Mittleren und Fernen Osten fördert – sofern man sich mental in die Gedankenwelt des Chronisten, den Geist der Zeit, hinein versetzt – Erstaunliches zutage: Nordlichtsichtungen in gemäßigten Breiten. Allerdings ist es nicht immer leicht, anhand der Überlieferungen z. B. zwischen Nordlicht- und Haloerscheinungen am Himmel zu unterscheiden. Die Texte wurden ja nicht für uns verfasst, und die himmlischen Zeichen waren den Zeitgenossen ein Omen.

Da Nordlichter von geomagnetischen Stürmen der Extraklasse künden, kann man versuchen, anhand dieser Berichte etwas über das Auf und Ab der Sonnenaktivität in vorteleskopischer Zeit zu erfahren. So gelang es Jenaer Astronomen eine Serie von Schwabe-Zyklen im Frühmittelalter zu rekonstruieren. Natürlich geht das nicht ohne Annahmen über die damalige Lage des nördlichen Magnetpols (der strenggenommen ein magnetischer Südpol ist). Da die Magnetpole der Erde nicht mit den geografischen Polen zusammenfallen – die magnetische Achse ist z. Z. etwa 11° gegen die Rotationsachse geneigt –, unterscheidet sich die geografische Breite von der geomagnetischen. Letztere sind für die Rekonstruktion eines Nordlichtovals entscheidend. Die Magnetpole wandern, der nördlich gelegene z. Z. mit fast 60 km pro Jahr.

Historische Archive werden durch natürliche ergänzt. Zu nennen sind Auf-

⁸Die Störung zeigt die Tendenz zur Wiederholung im Rhythmus der 27-tägigen Sonnenrotation. Es geht mithin nicht um einzelne Sonnenflecke – die überdauern selten mehrere Sonnenrotationen –, vielmehr um Größeres, langlebige Regionen magnetischer Aktivität, welche mit sog. koronalen Löchern in Verbindung gebracht werden.

⁹Das „p“ in K_p steht für „planetar“ und nicht für „Potsdam“!

zeichnungen der wechselnden Konzentration kosmogener Radionuklide wie Kohlenstoff-14 (^{14}C) und Beryllium-10 (^{10}Be). Die Halbwertszeiten belaufen sich auf 5730 bzw. 1,4 Millionen Jahre. Damit kann die Sonnenaktivität problemlos über das gesamte Holozän mit seinem recht konstanten Klima rekonstruiert werden, d. h. die vergangenen 12 000 Jahre. Beide Radionuklide fallen beim Beschuss der Lufthülle mit kosmischer Strahlung an¹⁰ – Teilchenstrahlung, die von jenseits des Sonnensystems stammt. Die radioaktiven Spurenelemente landen letztlich in der Pflanzenwelt (^{14}C) bzw. in den Eisschilden¹¹ (^{10}Be). Die Analyse der jährlichen (oder gar saisonalen) Konzentrationsschwankungen dieser Radioisotope in den Baumringen von Eichen-, Kiefern- und Zedernstämmen bzw. in Eisbohrkernen von Grönland oder der Antarktis lässt eine deutliche Anti-Korrelation (mit einem leichten Zeitverzug) zur Sonnenaktivität erkennen. Die Erklärung: Zu Zeiten hoher Sonnenaktivität weht der Sonnenwind besonders heftig. Magnetisierte Böen stemmen sich sozusagen dem Bombardement durch die kosmische Strahlung entgegen. Diese hat es dann schwer, durch die aufgewühlte Heliosphäre bis zur Erde durchzudringen. Dort stellt sich ihr ein weiteres Hindernis entgegen: die irdische Magnetosphäre, welche aber seit rund Tausend Jahren zunehmend schwächt. So moduliert das Auf und Ab der Sonnenaktivität über den Sonnenwind den Einfall der kosmischen Strahlung und damit die Rate mit der sich in Strato- und Troposphäre Radionuklide bilden.

Was geschah 774/775?

In diesem Zusammenhang muss die scheinbare Kontaminierung der Erde um das Jahr 775 erwähnt werden. Sie schlägt Wellen, beschäftigt die Gemüter. Damals – Frankenkönig Karl der Große (747–814) hatte gerade das Langobardenreich erobert – war eine Spitze in der ^{14}C - und ^{10}Be -Produktion zu verzeichnen – oder war es bloß die Erholung nach einer tiefen Rezession?

Wie es zum *Charlemagne event* kam, ist unklar. Zunächst munkelte man von einer nahen Supernova oder einem γ -Strahlungsblitz als Ursache der weltweiten ^{14}C -Kontaminierung. Ein Zusammenhang mit der Sonnenaktivität ist indes wahrscheinlicher. Die gängige Interpretation spricht für eine sehr ruhige Sonne, weil dann die kosmische Strahlung verstärkt die beiden Radionukli-

¹⁰Die über die Erdoberfläche gemittelte Produktionsrate macht nicht ganz zwei ^{14}C -Atome $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ aus, die von ^{10}Be liegt zwei Größenordnungen darunter.

¹¹aber auch in Korallen und meerischen Sedimenten

de hat produzieren können. Zuvor, bei aktiver Sonne, war die Produktion gedrosselt gewesen.

Zeiten ohne merkliche zyklische Sonnenaktivität, sog. „Grand Minima“, kennt man aus der Neuzeit und auch von anderen sonnenähnlichen Sternen. Etwa ein Sechstel ihrer Zeit „liegt“ die (gegenwärtige) Sonne sozusagen „im Koma“. Kaum hatte Galileo Galilei (1564–1642) die Sonnenflecken für die Wissenschaft entdeckt gehabt, verschwanden sie auch schon für sieben Jahrzehnte von der Sonnenoberfläche. Das sog. Maunder-Minimum setzte ein mit Galileis Tod und fiel zeitlich mit dem Höhepunkt der sog. „Kleinen Eiszeit“ zusammen. Tatsächlich strahlt eine unbefleckte Sonne um 0,07% schwächer als eine befleckte. (Wie ein derart winzige Reduktion der Gesamtstrahlungsleistung¹² eine derart merkliche Auswirkung auf die globale Erdtemperatur zeitigen soll, bleibt ein Rätsel.)

Mehr Aufmerksamkeit erregt ein anderes Szenario: ein Super-Flare, welches das Carrington-Ereignis von 1859 in den Schatten stellt. Die ^{14}C -/ ^{10}Be -Kontaminierung der Erde wäre dann sozusagen hausgemacht. War etwa Karl der Große Zeuge der gewaltigsten Sonneneruption im Holozän gewesen? Leider kann man ihn nicht befragen. Die mittelalterlichen Texte lassen sich so oder so auslegen. Wo die einen Nordlichterscheinungen herauslesen, was für ein Flare der Superlative spräche, weil das 1859-Ereignis selbst nicht zu einer messbaren Kontaminierung geführt hat, finden kritischere Exegeten, wie die Kollegen aus Jena, nur Hinweise auf Halo-Erscheinungen mit Nebensonnen, Meteore etc.

¹²Im UV fallen die Schwankung allerdings deutlich stärker aus.