

Antwort

der Bundesregierung

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Joana Cotar, Uwe Schulz,
Dr. Michael Ependiller und der Fraktion der AfD
– Drucksache 19/17828 –**

Sonnenstürme und deren Auswirkungen auf Deutschland

Vorbemerkung der Fragesteller

Ständig werden von der Sonne Strahlung und geladene Teilchen in den Weltraum gesandt (<https://www.mps.mpg.de/sonnenstuerme-sonnenaktivitaet-faq/1>). Diese Strahlung und der Teilchenstrom werden allgemein als Sonnenwind bezeichnet (ebd.). Bei einer Sonneneruption werden in kurzer Zeit und in einem begrenzten Gebiet eine deutlich stärkere Strahlung und Teilchenströme von der Sonne ausgesandt (s. o.). Trifft diese Strahlung samt Teilchenstrom, dies ist eine weitläufig bekannte Tatsache, auf die Erde, kann dieser Sonnensturm teils gravierende Auswirkungen zum Beispiel auf den Flugverkehr (Navigation und Kommunikation), die Strom- und Handynetze, kritische Infrastruktur, das Global Positioning System (GPS), Satelliten und auf die Software und Hardware haben. Sonnenstürme können nach Ansicht der Fragesteller somit eine schwerwiegende Bedrohung für die technologieabhängige Gesellschaft in Europa darstellen. So warnte auch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) im Januar 2019 vor Sonnenstürmen oder Strahlungseruptionen, die eine Störung hervorrufen können, welche wiederum technische Systeme beeinflussen oder sogar beschädigen kann (<https://sonnen-sturm.info/dlr-weltraumwetter-birgt-gefahren-fuer-die-luftfahrt-5396>).

Welche konkreten Auswirkungen das Weltraumwetter auf die Lebensumstände auf der Erde haben, konnte 2003 auch in Deutschland festgestellt werden. Wegen Störungen im Funkverkehr durch Sonnenstürme wurde die Zahl der Flüge 2003 begrenzt (<https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/sonnenstuerme-wenn-die-hoelle-vom-himmel-scheint-a-640430.html>). 2015 war ein Sonnensturm für den Ausfall von Radarsystemen und des GPS-Stillstandes verantwortlich, welcher den gesamten Flugverkehr in Schweden für fünf Stunden zum Erliegen brachte (<https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-wirtschaftsmagazin/2018/wetter/tornado-in-der-galaxie>). 1989 führte ein durch einen Sonnensturm zerstörter Transformator in Kanada zu einem großflächigen Blackout in großen Teilen Kanadas (<https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-wirtschaftsmagazin/2018/wetter/tornado-in-der-galaxie>).

Die Auswirkungen einer solchen Katastrophe, beeinflusst durch geomagnetische Stürme (Sonnenstürme), beziffert der Leiter des Weltraumwetterprogramms der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), J.-P. L., mit ca. 15 Mrd. Euro für Europa, wobei die Kosten bewusst recht konservativ be-

trachtet worden seien. In Deutschland ebenso wie in Mitteleuropa würde man sich, nach Aussage von L., zu wenig Gedanken über die potenziell katastrophalen Auswirkungen von Sonnenstürmen machen (<https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-wirtschaftsmagazin/2018/wetter/tornado-in-der-galaxie>).

Laut Antwort der Bundesregierung zu Frage 14 der Kleinen Anfrage auf Bundestagsdrucksache 19/15308 nimmt die deutsche Raumfahrt weltweit unter anderem Spitzenpositionen in der Radartechnologie, Laserkommunikation, Navigation (insbesondere Positionsgenauigkeit und Einbeziehung von Weltraumwetter) ein.

1. Welche Kenntnisse hat und woher bezieht die Bundesregierung Kenntnisse über Weltraumwetter und deren Phänomene im erdnahen Weltraum und auf der Erde (vgl. Bezug auf das Weltraumwetter auf Bundestagsdrucksache 19/15308, Antwort zu Frage 14)?

Die Physik der Sonne und das Weltraumwetter sind sehr wissenschaftsnahen Themen, die noch weiter erforscht werden müssen, um die Prozesse in der Sonne, in der Sonnenatmosphäre und der Interaktion von Einflüssen der Sonne mit der Erdatmosphäre besser zu verstehen. Für die Erforschung des Zustands der Sonne und des Weltraumwetters gibt es verschiedene wissenschaftliche Messsysteme, sowohl an Bord von Satelliten als auch auf der Erde weltweit verteilt. Auch international werden wissenschaftliche Daten, beispielsweise von der NASA oder ESA, bereitgestellt. Die Ozean- und Atmosphärenbehörde der USA, NOAA, ist eine der wenigen Einrichtungen weltweit, die Messinstrumente zur Erfassung für operationelle Zwecke betreibt. Auch hierauf haben deutsche Wissenschaftler Zugriff. Die Daten dieser Instrumente werden damit für viele Forschungsvorhaben genutzt.

Die Bundesregierung kann somit auf die Erkenntnisse einer breit aufgestellten Forschungslandschaft in Deutschland, Europa und weltweit zugreifen.

2. Von welchen Institutionen wird die Bundesregierung in Bezug auf Weltraumwetter und deren Phänomene in Kenntnis gesetzt, und welche Erkenntnisse leitet die Bundesregierung aus diesen Informationen ab?

Alle Kernparameter der Sonnen- und geomagnetischen Aktivität werden zurzeit im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) ressortgemeinsam betriebenen Weltraumlagezentrum (WRLageZ) in Uedem gesammelt und zu einem Produktportfolio zusammengestellt. Hier existiert bereits eine nationale Fähigkeit zur Überwachung des Weltraums. Weltraumwetterdienste werden von dort für primär hoheitliche und militärische Bedarfsträger basierend auf verfügbaren, wissenschaftlichen Daten bereitgestellt.

Das WRLageZ teilt seine Erkenntnisse regelmäßig und anlassbezogen im Rahmen etablierter Melde- und Informationswege mit anderen Stellen wie dem beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe angesiedelten Gemeinsamen Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ), welches der Bund, vornehmlich im Geschäftsbereich des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI), und die Länder über entsprechende Ereignisse, z. B. Weltraumwetter oder Wiedereintritt, informiert. Hieraus können auf Ebene von Bund und Ländern eventuelle Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ergriffen werden.

Im Bereich der Forschung sind vornehmlich das DLR Raumfahrtmanagement sowie die Sektion Geomagnetismus des Deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ) zu nennen.

Auch im internationalen Kontext informiert sich das GMLZ über Weltraumwetter im Hinblick auf eine potentielle Bevölkerungsschutzrelevanz für Deutschland, beispielsweise beim Space Situational Awareness Space Weather Service Network der ESA oder der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) der Vereinigten Staaten.

Der Deutsche Wetterdienst empfängt Informationen der Weltraumwetterzentren der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation und leitet diese an die Nutzer der Luftfahrt weiter.

3. Teilt die Bundesregierung die Einschätzung des Leiters des Weltraumwetterprogramms der Europäischen Weltraumorganisation (ESA, vgl. Vorbemerkung der Fragesteller) ebenso wie die der Fragesteller insbesondere im Hinblick auf die Kosten einer Katastrophe beeinflusst durch geomagnetische Stürme (Sonnenstürme), und wenn nein, warum nicht?

Die Zahlen, die seitens der ESA genannt wurden, sind der Bundesregierung bekannt. Vergleiche hierzu die Antwort zu Frage 4.

4. Liegen der Bundesregierung konkrete Studien vor, die die spezifischen Auswirkungen von solaren Stürmen auf kritische Infrastrukturen in Europa und Deutschland abschätzen, und wenn ja, welche sind dies?

Die Bundesregierung verfügt über eine erste Analyse der Auswirkungen von Sonnenwindereignissen auf die Stromübertragungsnetze. Die deutschen Übertragungsnetzbetreiber haben dazu von 2013 bis 2015 gemeinsam mit dem GFZ mögliche Auswirkungen geomagnetischer Stürme auf den Übertragungsnetzbetrieb in Deutschland untersucht. Eine detailliertere Untersuchung zu Einflüssen auf kritische Infrastrukturen befindet sich in Vorbereitung.

Es liegen auch Studien vor, die die Auswirkungen auf Europa abschätzen: Im Rahmen einer Untersuchung der ESA wurden Schätzung zu finanziellen Auswirkungen für Europa vorgenommen im Falle eines hypothetisch eintretenden, sehr extremen Sonnensturms der die Erde treffen würde. Technische Systeme im Einzelnen wurden allerdings nicht betrachtet, sondern allgemeine Annahmen über Ausfälle getroffen. Hierbei wurden nicht nur unmittelbare wirtschaftliche Schäden, sondern auch wirtschaftliche Folgen beispielsweise durch Ausfälle im Luftverkehr betrachtet. Die Ergebnisse dieser Studie zu Auswirkungen für Gesamteuropa werden von der Bundesregierung in der Größenordnung als realistisch eingeschätzt.

5. Welche konkreten Daten, Fakten und Einschätzungen kann und konnte die Bundesregierung aufgrund der weltweiten Spitzenposition im Bereich Navigation (insbesondere Positionsgenauigkeit und Einbeziehung von Weltraumwetter, vgl. Bezug auf das Weltraumwetter auf Bundestagsdrucksache 19/15308, Antwort zu Frage 14) gewinnen, und welche konkreten Schlüsse zieht die Bundesregierung insbesondere in Bezug auf die Sicherheit für die kritische Infrastruktur in Deutschland in Verbindung mit dem Weltraumwetter und dessen Phänomenen?

Durch Veränderungen in der Ionosphäre kann es zu schwankenden Signallaufzeiten und daraus resultierenden Ungenauigkeiten in der Zeit- und Ortsbestimmung kommen. Dies betrifft insbesondere alle globalen Navigationssatellitensysteme und hierbei besonders die präzisen Verfahren unter Nutzung der Trägerphasen-Messungen. Nach Kenntnis der Bundesregierung gab es Ende Oktober 2003 einmalig während eines Ionosphärensturms einen zeitweisen

Ausfall der Positionierungsfähigkeit des Satellitenpositionierungsdienstes der Bundesländer (SAPOS), der Korrekturdaten für hochgenaue Anwendungen auf cm-Level bereitstellt. Dauerhafte Ausfälle von Navigationssatelliten durch Schäden an Bordelektronik sind bisher nicht bekannt.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass Satelliten in den für Navigationssysteme üblichen Orbits (MEO) kosmischer Strahlung und damit auch den Einflüssen von Sonnenstürmen ausgesetzt sind. Jedoch sind bisher im Besonderen für das europäische Satellitennavigationssystem Galileo keine Erkenntnisse zu Ausfällen bekannt, die auf den Einfluss von Weltraumwetter (u. a. Sonnenstürme) zurückzuführen sind.

Zum zweiten Teil der Frage wird auf die Antwort zu Frage 4 verwiesen.

6. Hat die Bundesregierung schon mit der Ausarbeitung eines Konzeptes zum Ausbau der operationellen Weltraumwetterdienste unter Berücksichtigung des Weltraumlagezentrums, des DLR-Standortes Neustrelitz, nationaler Forschungskompetenzen an Universitäten und Forschungseinrichtungen und unter Nutzung internationaler wissenschaftlicher Verbindungen begonnen (Bundestagsdrucksache 19/3745, Antwort zu Frage 39), und wenn ja, welche Institute wurden oder werden in das Konzept mit aufgenommen, und welchen konkreten Inhalt hat dieses Konzept?

Wenn nein, warum nicht?

Derzeit arbeitet das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des BMWi federführend an einem Konzept zum Aufbau einer nationalen Weltraumwetter-Zentrale. Diese soll in enger Zusammenarbeit mit dem BMVg, dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und dem BMI und ggf. weiteren Ressorts als Bündelung bereits vorhandener Kapazitäten in Deutschland umgesetzt werden. Hierfür werden bestehende Infrastrukturen des Weltraumlagezentrums berücksichtigt. Kooperationen sind geplant mit dem 2019 neu gegründeten DLR Institut für Solar-Terrestrische Physik in Neustrelitz, aber auch mit dem GFZ in Potsdam, mit dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen sowie mit universitären Forschungsgruppen. Europäische wie internationale wissenschaftliche Verbindungen sollen ergänzend eingebunden werden.

7. Wie viele deutsche Satelliten (deutscher Satellit: bei dem mindestens zwei Drittel der Kosten von Deutschland getragen wurden) befinden sich derzeit in Erdumlaufbahnen (Orbit), und sind nach Kenntnis der Bundesregierung nach dieser Definition deutsche Satelliten (militärische und zivile) durch Sonnenstürme ausgefallen oder zerstört worden?

Aktuell befinden sich 57 aktive Satelliten mit mehr als Zwei Drittel deutscher Beteiligung im Orbit. Der Bundesregierung liegen keine vollumfänglichen Daten zu Einflüssen oder zeitweisen Beeinträchtigungen, hervorgerufen durch Weltraumwetter-Ereignisse, auf deutsche Satelliten vor.

8. In wie vielen Satelliten weltweit finden sich deutsche Experimente oder Komponenten, und sind nach Kenntnis der Bundesregierung diese Satelliten durch Sonnenstürme ausgefallen oder zerstört worden?

Mit Stand Ende 2019 gibt es ca. 200 Satelliten mit deutscher Beteiligung einschließlich der rein deutschen Missionen.

Der Bundesregierung sind keine belegten Fälle bekannt, in denen ein deutscher Satellit, bzw. ein Satellit mit deutscher Beteiligung, dauerhaft durch Einflüsse, die unmittelbar auf Sonnenstürme zurückgeführt werden konnten, ausgefallen oder zerstört wurde.

9. Verfügt die Bundesregierung über wissenschaftliche Erkenntnisse, ob Sonnenaktivitäten (Sonneneruptionen und ähnliche Phänomene) das Weltklima, insbesondere die Erderwärmung beeinflussen (<https://sonnen-sturm.info/der-einfluss-der-sonne-auf-den-klimawandel-4364/>)?
 - a) Wenn ja, inwiefern wird nach Kenntnis der Bundesregierung das Weltklima und/oder die Erderwärmung von Sonnenaktivitäten beeinflusst?
 - b) Wenn ja, aus welchen Quellen bezieht die Bundesregierung ihre Kenntnisse in Bezug auf das Weltklima und/oder Erderwärmung und deren etwaige Beeinflussung durch Sonnenaktivitäten?

Die Fragen 9 bis 9b werden gemeinsam beantwortet.

Die Bundesregierung nutzt die Berichte des Weltklimarats IPCC, die den aktuellen weltweiten wissenschaftlichen Sachstand zum Klimawandel und seinen Ursachen umfassend, ausgewogen und objektiv wiedergeben. Die hohe Qualität der Aussagen des IPCC wird durch detaillierte Verfahrensregeln mit einem mehrstufigen Begutachtungsverfahren und weltweite Expertenbeteiligung gewährleistet. Im Folgenden werden Aussagen des IPCC zusammengefasst (siehe http://de-ipcc.de/media/content/IPCC_FAQ_2007_D.pdf und http://de-ipcc.de/media/content/IPCC_AR5_WGI_FAQ_deutsch.pdf).

Das Klima ändert sich mit der Zeit aufgrund von natürlichen Phänomenen wie Vulkanausbrüchen und Änderungen der Sonneneinstrahlung, aufgrund von Änderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre, die durch menschliche Aktivitäten bedingt sind, sowie unter dem Einfluss seiner eigenen internen Dynamik. Die relativen Beiträge dieser natürlichen und anthropogenen Faktoren verändern sich mit der Zeit.

Natürliche Faktoren sind für die großen Klimaänderungen in der Vergangenheit verantwortlich, die deutlich in geologischen Daten belegt sind. Vor 1870, als die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen gering waren, waren Änderungen der Sonnen- und Vulkanaktivität und interne Variabilität die zentralen Faktoren. Minima der Sonnenaktivität, die mehrere Jahrzehnte andauerten, brachten oft kalte Bedingungen mit sich. Die Variabilität der Sonne könnte einen wahrnehmbaren Beitrag zu den Änderungen der globalen Erdoberflächentemperaturen im frühen 20. Jahrhundert gehabt haben.

Das Muster der im 20. Jahrhundert beobachteten Klimaänderungen („Fingerabdruck“) entspricht demjenigen, das aufgrund von menschengemachten Treibhausgasanstiegen erwartet wird. Die beobachtete Änderung kann nicht durch natürliche Faktoren oder natürliche Variabilität erklärt werden. Der Beitrag der Sonne zu den beobachteten Änderungen der globalen Erdoberflächentemperatur wird vom 11-Jahres-Sonnenzyklus dominiert, der Schwankungen der globalen Temperatur von bis zu 0,1 °C verursacht, während die aktuelle globale Erwärmung gegenüber vorindustriellen Bedingungen zurzeit etwa 1 °C beträgt. Spätestens seit den späten 1970er Jahren kann der beobachtete Temperaturanstieg nicht mehr mit Änderungen der Sonneneinstrahlung erklärt werden, es gab sogar einen leichten Abwärtstrend der Leistungsdichte der Sonneneinstrahlung von 1986 bis 2008. Laut IPCC ist es daher „äußerst wahrscheinlich“ (95 bis 100 Prozent), dass Aktivitäten des Menschen seit Mitte des vorigen Jahrhunderts mehr als die Hälfte des beobachteten Anstiegs der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur verursacht haben.

