



© NASA/GSFC, NASA/J. Mottar, NASA/M. Druckmüller, JHUAPL/NASA, NASA, J. T. Clarke /ESA/NASA, M. Druckmüller, M. Lee/K. Donahue/B. Chandran, NASA/JHUAPL, T.D. Phan/NASA, J. Wicht/MPS, NASA/GSFC, U. v. Kusserow

Unser magnetisches Sonnensystem

Ulrich v. Kusserow

Wer kennt sich nicht schon ein bisschen aus in unserem Sonnensystem. Wir genießen die uns Wärme und Energie liefernde, unser Leben auf der Erde erst ermöglichende Sonne als dem Zentralstern unseres Planetensystems. Am Abendhimmel verfolgen wir den Umlauf der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, mit Hilfe höher auflösender Amateuerteleskope auch den einiger ihrer Monde. Wie unterschiedlich die inneren Strukturen und dynamischen Entwicklungen in den Atmosphären dieser felsartigen, Gas- und Eisplaneten nach Erkenntnissen der Planetenforscher doch ausfallen! Die reizvollen Lichteffekte aufgrund der Relativbewegungen unserer Erde relativ zur Sonne und unseres relativ großen Erdmondes genießen wir vor allem bei einer Mond- oder Sonnenfinsternis. Wir wissen, dass darüber hinaus eine ungeheuer große Anzahl von kleineren Himmelsobjekten die umgebende Heliosphäre unseren Heimatsterns in den unterschiedlichsten Entfernungen von uns durchkreuzen, die sich manchmal auch beeindruckend als Kometen zu erkennen geben. Die äußere Grenze unseres Sonnensystems wird dabei durch den Druck der von außen auf sie einwirkenden interstellaren Materie bestimmt.

Wir sind darüber informiert, dass unser rotierendes Planetensystem wohl fast gleichzeitig mit der Sonne unter dem dominierenden Einfluss von Gravitationskräften, im Verlauf von Stoß-, Verdichtungs-, Energieerzeugungs-, Strahlungs- und diversen weiteren Umwandlungsprozessen vor etwa 4,6 Milliarden Jahren selbstorganisiert entstanden sein müsste. Und In einer dafür besonders geeigneten Umgebung, der Biosphäre unseres Heimatplaneten, hat sich nachweislich schon vor wenigen Milliarden Jahre Leben erstmals entwickeln können. Wir Menschen sind heute sogar in der Lage, uns tiefgründige Gedanken über die Hintergründe der Entstehung unseres Sonnensystems und des Lebens machen zu können. Vermutlich gibt es auch Leben auf anderen erdähnlichen Planeten, die andere, weit von uns entfernte, sonnenähnliche Sterne in einem der Arme unserer Milchstraße auf elliptischen Bahnen umkreisen.

Der Einfluss von Gravitationskräften kann aber nicht erklären, warum die Sonnenoberfläche im Verlaufe des etwa 11-jährigen, nahezu periodischen solaren Aktivitätszyklusses zunehmend näher zum Äquator von unterschiedlichen vielen, in Zeiträumen von Tagen oder Wochen immer wieder neu entstehenden und sich auflösenden Sonnenflecken bedeckt ist. Wie ist es möglich, dass riesige solare

Gaswolken relativ stabil und wohlstrukturiert unter Umständen monatelang bis weit in die Sonnenatmosphäre hinauftragen, obwohl sie doch unter einem im Vergleich zur Erde fast 28-fach so starken Einfluss der Gravitationskraft der Sonne stehen? Und wieso setzen in der Sonnenatmosphäre dann immer wieder auch plötzliche Instabilitäten ein, werden dabei blitzartig gewaltige Energiemengen freigesetzt? Gigantische Plasmawolken steigen im Verlauf heftiger solarer Eruptionen auf, verlassen die Sonnenatmosphäre häufiger als Koronale Masseauswürfe. Wie lässt es sich erklären, dass die weit über der nur 5500 °C warmen Sonnenoberfläche gelegene Sonnenkorona mit Temperaturen von mehr als einer Millionen Grad bis zu 200-mal so heiß ist wie die darunterliegende Photosphäre? Und wodurch werden die aus der Sonnenkorona kontinuierlich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten in den interplanetaren Raum abströmenden Teilchen des Sonnenwindes eigentlich in der inneren Heliosphäre auf so hohe Geschwindigkeiten beschleunigt?

Kaum denkbar, dass sich all diese faszinierenden Prozesse durch den Einfluss der doch eher anziehend wirkenden Gravitationskraft erklären lassen. Unter dem Einfluss welcher Kräfte bilden sich die teilweise extrem langgestreckten, schmalen, wohlstrukturierten Schweife der Kometen in großer Sonnennähe aus? Und wie kommt es dazu, dass solche Kometenschweife manchmal plötzlich abreißen? Wieso bilden sich in den äußeren planetaren Atmosphärenschichten starke elektrische Felder aus? Und wodurch entstehen derart faszinierende und strukturierte Polarlichterscheinungen nicht nur in den höheren Atmosphärenschichten der Erde, sondern auch in denen anderer Planeten unseres Sonnensystems? Die Entwicklung dieser Phänomene lässt sich durch die Einwirkung des Sonnenwindes erklären, der das sogenannte Weltraumwetter bestimmt. Die Beantwortung auch all der bereits vorher gestellten Fragen erfordert dabei vor allem aber die Berücksichtigung des oftmals entscheidenden Einflusses magnetischer Felder. Viele Menschen sind inzwischen darüber informiert, dass unser Heimatstern eine „magnetische Sonne“ ist, dass nicht nur im Innern der Erde ein Magnetfeld durch Dynamoprozesse regeneriert wird, sondern dass auch andere Planeten wie beispielsweise der Jupiter oder Saturn durch die sie umgebenden Magnetosphären vor dem Eindringen des magnetisierten Sonnenwindes geschützt sind. Anders als beim wesentlich masseärmeren Planeten Mars, der nicht von einem großräumigen magnetischen Schutzkäfig umgeben ist, schützt uns das Magnetfeld der Erde nicht nur vor der gefährlichen Einstrahlung hochenergetischer kosmischer Strahlung. Darüber hinaus verhindert es vor allem aber auch den möglichen Abtrag vom Atmosphärenschichten beim Einströmen besonders heftiger Sonnenwindkomponenten und dem damit einhergehenden Einsetzen starker erdmagnetischer Stürme.

In diesem durch umfangreiches Bild- und Videomaterial besonders anschaulich gestalteten Vortrag wird die große Bedeutung des Einflusses kosmischer Magnetfelder insbesondere auch auf die besonders dynamisch ablaufenden Prozesse in unserem Sonnensystem veranschaulicht und detaillierter erläutert. Es wird versucht, verlässliche Antworten auf die folgenden, in diesem Zusammenhang zentralen Fragestellungen zu geben. Warum sind die Wissenschaftler eigentlich an der Erforschung des Magnetfeldeinflusses auf Prozesse in unserem Sonnensystem so sehr interessiert? Welche besondere Rolle spielen die so unterschiedlich starken und topologisch verschiedenartig organisierten magnetischen Kraftfelder im elektrisch sehr gut leitfähigen, dichten oder aber nahezu kollisionsfreien, häufiger turbulent durchmischten Plasma unseres kosmischen Umfeldes eigentlich? Welche Bedeutung könnten magnetische Prozesse bei der Entstehung unseres Sonnensystems gehabt haben? Wie und wo werden diese Felder in Dynamoprozessen in der Vergangenheit, heute und hoffentlich auch in Zukunft generiert? Und wodurch erfolgt immer wieder aber auch deren Dissipation, ihr Um- oder Abbau? Welche Aufgaben übernehmen die heliophysikalischen Magnetfelder dabei im Rahmen von Strukturbildungs-, Heizungs-, Strahlungs- und Beschleunigungsprozessen? Und welche besondere Rolle können sie insbesondere auch für die Entwicklung der Lebensbedingungen auf unserem Planeten spielen?

Es wird erläutert, mit Hilfe welcher modernen Untersuchungsmethoden die Sonnenforscher und Plasmaphysiker, Planetenforscher und Geophysiker ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse über den magnetischen Einfluss in unserem Sonnensystem in ihren besonders geeigneten „Forschungslaboren vor Ort“ heute gewinnen können. Abschließend soll auf die große Bedeutung der hierbei gewonnenen Erkenntnisse, ergänzend auch für ein tieferes Verständnis sowohl der im Rahmen der Fusionsforschung notwendig zu klärenden als auch der im extrem weit entfernten Kosmos ablaufenden physikalischen

Prozesse, hingewiesen werden. Letztere laufen häufiger ebenfalls unter starkem magnetischem Einfluss ab, werden aber aufgrund der allzu großen Entfernung der zu untersuchenden Himmelsobjekte von uns Menschen niemals „in situ“, also direkt vor Ort erforscht werden können.

Themenschwerpunkte

1. Magnetfeldeinfluss auf **Entstehung** und **Entwicklung** unseres **Sonnensystems**
2. (Re-) **Generierung** solarer und planetarer **Magnetfelder** in **Dynamoprozessen**
3. Solare **Eruptionen** und **Sonnenwindströme**, **heliosphärische-** sowie **magnetosphärische Wechselwirkungsprozesse**
4. **Phänomene des Weltraumwetters** und die **Einflussnahme** kosmischer Magnetfelder **auf unser Leben**
5. **Astrophysikalische Bedeutung** der Erforschung **heliophysikalischer Magnetfelder**

Nähere **Informationen über diesen Vortrag** können Sie erhalten bei

Ulrich v. Kusserow
Besselstraße 32-34
28203 Bremen

E-mail: uvkusserow@t-online.de

Internet: <https://ulrich-von-kusserow.de>