©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Der interplanetarische Raum.

Von Univ.-Prof. Dr. Max Toperczer, Wien.

Vortrag, gehalten am 8. März 1967.

Das Ziel der Raumforschung besteht in der unmittelbaren Untersuchung des Raumes außerhalb unseres Heimatplaneten, der Erde, durch geeignete Meßsonden. Sie haben die Aufgabe die physikalische Struktur der Untersuchungsräume festzustellen; erst dann kann entschieden werden, ob für den Menschen überhaupt ein längerer Aufenthalt in diesen Bereichen mit den heutigen technischen Hilfsmitteln möglich ist.

Das erste und auch heute noch weitaus am meisten erforschte Objekt war die Geosphäre, die durch die Kraftfelder der Erde beherrschte Nachbarschaft der Erde. Die beiden wichtigen Kraftfelder, die die Geosphäre beherrschen, sind das Schwerefeld und das Magnetfeld der Erde. Weil das letztgenannte Feld trotz seiner „relativen" Schwäche von größter Bedeutung für die Ausbildung der Geosphäre ist, wird diese auch als Magnetosphäre bezeichnet. Sie kann auch als das

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

oberste und letzte Stockwerk der Erdatmosphäre angesehen werden.

Grundsätzlich können wir jedem Planeten eine ihm eigentümliche und durch seine Kraftfelder beherrschte Planetosphäre zuschreiben. Den Raum außerhalb dieser Planetosphären, der sich zwischen den Planeten erstreckt, bezeichnen wir als den interplanetarischen Raum; in ihm sind die Planetosphären eingebettet, deren Größe von der Mächtigkeit und Art der den Planeten eigenen Kraftfeldern bestimmt wird.

Ein jedes Kraftfeld prägt dem es umgebenden Raum eine bestimmte Struktur auf. Innerhalb eines Schwerefeldes können Körper nur bestimmte Bewegungen beschreiben, ein Magnetfeld zwingt vor allem alle elektrisch geladenen Teilchen, also Ionen und Elektronen, bestimmte Bahnen einzuschlagen. Die Kraftfelder bewirken Ordnung bestimmter Art in den von ihnen beherrschten Gebieten.

Der interplanetarische Raum wird in erster Linie durch das Schwerefeld der Sonne beherrscht, die auf das kleinste Materieteilchen ebenso einwirkt, wie es auch die Bewegungen der Planeten vorschreibt. Die Sonne erfüllt den interplanetarischen (ipl.) Raum auch mit Energie- und Korpuskelströmen. Der ipl. Raum ist daher auch erfüllt von materiellen Teilchen und von Strahlungsströmen durchflutet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Sonne erzeugt ihre Energie durch Verschmelzung leichter Atomkerne, also als Fusionsreaktor. Sie gibt Energie sowohl in Form von Wellenstrahlung als auch durch Korpuskelemission ab.

In der Zeiteinheit (1 sec) gibt die Sonne 4.10^{33}erg durch Wellenstrahlung ab, oder im Durchschnitt 2 erg je Gramm Sonnenmasse (2.10^{33} g). Man kann nun nach dem Einsteinschen Äquivalenzsatz den sekundlichen Massenverlust der Sonne durch ihre Strahlungsleistung berechnen und findet dafür $4.2 . 10^6$ T/sec. Diese Masse wird sozusagen durch die Fusionsprozesse „verheizt" und in Strahlung umgewandelt. Doch ist diese Massenabnahme unbedeutend im Verhältnis zur Gesamtmasse der Sonne; selbst in einer Milliarde von Jahren wären bei gleichbleibender Strahlungsleistung erst zwei Billionstel der Sonnenmasse verbraucht. Den Strahlungsstrom der Sonne können wir leicht berechnen, wenn wir in der Erdentfernung (1 AE = $149.6 . 10^6$ km) die Intensität dieses Strahlungsstromes messen. Als Solarkonstante So bezeichnen wir die pro Sekunde einem Quadratzentimeter an der Grenze der Erdatmosphäre durch die Sonnenstrahlung zugeführte Energiemenge

$$So = 1.374 . 10^6 \text{ erg/cm}^2 \text{ sec.}$$

Anders ausgedrückt: ein jeder Quadratmeter an der Grenze der Erdatmosphäre erhält durch die Sonne 1.34 Kilowatt zugestrahlt. Diese Strahlungsmenge wird in den Sonnenzellen der Satelliten

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

teilweise zur Energiespeicherung (Aufladung von Akku-Batterien) ausgenützt.

Der ipl. Raum ist aber auch keineswegs so masseleer, wie man früher angenommen hat. Die Sonne ist auch die Quelle einer sehr ergiebigen Korpuskularstrahlung. Aus der die Sonne umgebenden Corona werden dauernd und stetig vorwiegend Protonen (positiv geladene Wasserstoffkerne) und Elektronen ausgesandt. Daneben sind aber auch die Sonnenprotuberanzen, deren Auftreten und Intensität mit dem Sonnenfleckenzyklus schwankt, Quellen einer unstetigen Korpuskularstrahlung, bei der vorwiegend ionisierte Heliumkerne (-Strahlung) und auch ionisierte Kerne schwererer Elemente emittiert werden.

Die Gesamtheit der von der Sonne emittierten Korpuskel bilden das „Sonnengas", das sich in seinen physikalischen Eigenschaften von einem gewöhnlichen Gas, wie wir es unter normalen Bedingungen etwa in der Erdatmosphäre antreffen, stark unterscheidet. Das Sonnengas ist ein Plasma, d. h. alle seine Teilchen sind ionisiert, also elektrisch geladen. Ein Plasma ist daher auch sehr guter Elektrizitätsleiter, bewegtes Plasma hat die Eigenschaften eines elektrischen Stromes, ist daher immer von einem Magnetfeld begleitet. Das Sonnenplasma ist zudem rasch bewegte Materie, deren Bewegungen aber durch die begleitenden Magnetfelder geordnet und in bestimmte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bahnen gezwungen werden. Es entstehen so im ipl. Raum Plasmaströme, die von der Sonne als ihrer Quelle weg gerichtet sind. Da die Sonne außerdem um ihre Achse rotiert, bewegt sich das Plasma auf Spiralbahnen von der Sonne weg nach außen, etwa so, wie die Wassertropfen eines rotierenden Wasserspeiers zur Rasenbesprengung.

Die Korpuskelteilchen haben beim Verlassen der Sonne Geschwindigkeiten von 1000—2000 km/sec, in Erdentfernung (1 AE) von 400—700 km/sec. Die ersten Zahlen entsprechen ungefähr dem normalen stetigen Korpuskelfluß aus der Sonnencorona, die größeren Grenzwerte etwa den Verhältnissen bei einem starken Ausbruch der Sonnenmaterie aus einer aktiven Protuberenz.

Das Plasma ist ein sehr stark verdünntes Gas, in dem die Teilchen eine große freie Weglänge haben. Als charakteristische Größen seien hier T die Temperatur, N die Anzahl der Teilchen in Kubikzentimeter und L die freie Weglänge für die Sonnenumgebung und die Erdumgebung angeführt.

Sonnencorona:

$T = 2.10^6\ ^\circ K$, $N = 1.10^8\ /cm^3$, $L = 1000$ km.

Erdnähe:

$= 1.10^3$ $= 10/cm^3$ $= 1.10^5$ km.

Wegen der großen freien Weglängen kommen in einem Plasma praktisch keine Zusammenstöße

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zwischen den einzelnen Plasmateilchen vor, sie bewegen sich unbeeinflußt durch Nachbarteilchen. Das Plasma verhält sich daher wie eine ideale Flüssigkeit, denn eine gemeinsame Strömungsrichtung wird durch die Magnetfelder vorgeschrieben. Der ipl. Raum ist also einmal erfüllt durch Kraftfelder, dann durch das Strahlungsfeld der Sonne und schließlich durch das Plasma. Alle diese „Bestandteile" stehen aber noch in Wechselwirkung zueinander. Auch der Plasmastrom bedeutet für die Sonne einen dauernden Massenverlust. Er läßt sich weniger genau berechnen, als derjenige durch reine Wellenstrahlung, doch liegt seine Größenordnung bei rund einer Million Tonnen pro Sekunde.

Die Plasmabewegung ist von Erscheinungen begleitet, durch die es uns möglich war, auf die Intensität und auch auf die Zusammensetzung des Plasmas Schlüsse zu ziehen.

Bewegte elektrische Ladungen sind die Ursache von elektromagnetischer Wellenstrahlung, die bei der Plasmaemission durch die Sonne im Bereich kurzwelliger Radiostrahlung liegt; sie kann mit Hilfe geeigneter Antennen, den Radioteleskopen vieler Sternwarten, direkt beobachtet und gemessen werden. Diese Radiostrahlung ist sehr starken Schwankungen unterworfen entsprechend den Schwankungen des Emissionsvorganges; in wenigen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

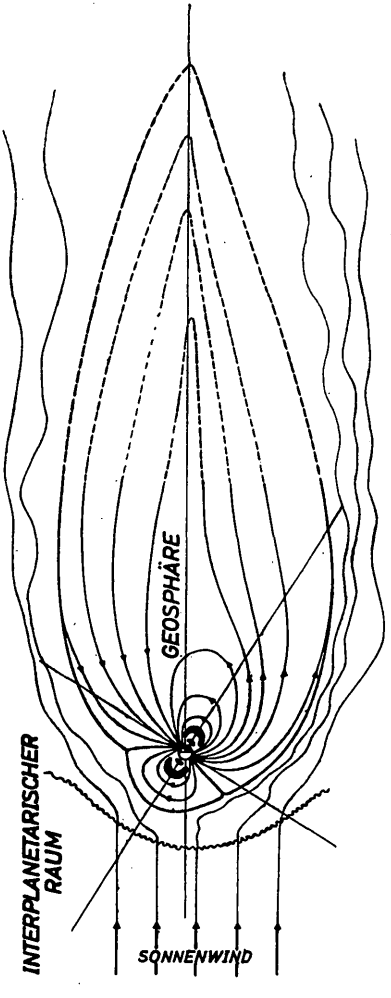
Sekunden kann sie bis zum Zehntausendfachen des Normalwertes anwachsen.

Werden umgekehrt rasch bewegte Elektronen abgebremst, so entsteht dabei auch eine, im allgemeinen kurzwellige Röntgenstrahlung, die Bremsstrahlung. Sie entsteht vorwiegend im Bereich der Sonnencorona in dem dort sehr heißen Sonnenplasma. Diese Bremsstrahlung ist gleichfalls stärkeren Schwankungen unterworfen ebenso wie das kurzwellige Ultraviolett. Die beiden letztgenannten Strahlungen können von irdischen Beobachtungsstellen nicht gemessen werden, weil sie durch die Erdatmosphäre vollständig abgeschirmt werden. Ihr Vorhandensein ist aber durch Raketen- und Satellitenbeobachtungen bestätigt worden.

Der ipl. Raum wird erfüllt durch das Sonnenplasma, dieses wird gegen die Erde durch die Magnetopause begrenzt, innerhalb der die Geosphäre liegt. In der folgenden Abbildung ist diese Raumeinteilung schematisch dargestellt. Freilich ist sie nicht maßstabgetreu.

Im Magnetfeld der Erde müssen alle elektrisch geladenen Teilchen, also die Protonen und Elektronen, bestimmte Bahnen beschreiben. Zunächst beschreibt ein jedes Teilchen eine Art Spiralbahn um eine magnetische Kraftlinie, die von Pol zu Pol verläuft. Dabei wird das Teilchen an zwei Spiegelpunkten reflektiert und oszilliert so dauernd mit sehr großer Geschwindigkeit zwischen den beiden

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

polnahen Spiegelpunkten auf seiner Spiralbahn hin und her. Diese Bewegungen werden durch die Eigenenergie des Teilchens und die jeweilige Feldstärke bestimmt. Das ganze System dieser hin- und herschwingenden Teilchen umkreist dabei auch noch parallel zum Äquator die Erde. Gäbe es keinen Sonnenwind, dann hätte die Oberfläche dieses Systems von Korpuskelbahnen etwa die Form der Oberfläche eines Autoreifens, in dessen Mittelpunkt sich die Erde befindet. Der van Allen-Gürtel besteht in Verdichtungsstellen solcher Partikelbahnen innerhalb dieses Ringstromsystems.

Da aber die Erde dauernd dem Anprall des Sonnenwindes ausgesetzt ist, wird das ganze System deformiert. An der der Sonne zugewandten Seite wird es zusammengedrückt, an der der Sonne abgewandten Seite hingegen in die Länge gezogen. Auf der Sonnenseite schrumpft der Abstand der Ringoberfläche auf das Zwanzig- bis Fünfundzwanzigfache des Erdradius zusammen, auf der abgewandten Seite hingegen beträgt der Abstand der Ringoberfläche das 600- bis 1000-fache des Erdradius. Diesen Ausläufer des Ringstromsystems bezeichnet man daher wegen seiner großen Längserstreckung, die an Kometenschweife erinnert, auch als „Geotail". In der Abbildung konnte die große Ausdehnung nach der Rückseite nur durch Strichlierung der Konturen angedeutet werden.

Die Geosphäre ist nun gleichfalls von einem

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Plasma erfüllt, wenigstens in ihren äußeren Teilen. Dieses Plasma ist zwischen den magnetischen Kraftlinien eingeschlossen wie eine Flüssigkeit in einer Flasche, die Kraftlinien bilden dabei die Flaschenwandung. Nur bei einer stärkeren Änderung des Magnetfeldes können Teilchen teilweise aus ihren zugehörigen Flaschen austreten und z. B. in die hohen Schichten der eigentlichen Atmosphäre (in Höhen zwischen 80 und 250 km) eintreten; dabei kommt es durch Stoßionisation der Gasatome und Moleküle zu den Leuchterscheinungen des Polarlichtes.

Die äußere Begrenzung der Geosphäre, die Magnetopause, hat an der Stirnseite noch eine Stoßfront vorgelagert, in der das Sonnenwindplasma versucht in die Geosphäre einzudringen und diese diese Versuche abwehrt. Die Magnetopause bildet einen äußeren Schutzschirm um die Erde und verhindert das Eindringen der Korpuskelströme des ipl. Raumes in die Erdatmosphäre. Dieser Schutzschirm ist für den Bestand des Lebens auf der Erde von größter Bedeutung. Ein Zusammenbrechen des irdischen Magnetfeldes würde uns dem Bombardement des Sonnenwindes aussetzen und damit zweifellos schon nach kurzer Zeit zum Auslöschen aller höheren Lebensformen führen.

Die charakteristischen Verformungen der Geosphäre und vor allem die Schwankungen des Sonnenwindes bewirken Veränderungen im Magnet-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

feld der Erde, die durch die magnetischen Observatorien verfolgt und gemessen werden können. Auf das Bestehen eines Ringstromsystems wurde schon bei Analysen des geomagnetischen Feldes im Jahre 1885 erstmals geschlossen. Durch Häufung und Verfeinerung der Beobachtungen konnten verschiedene Eigenschaften des Ringstromsystems und auch der Zusammenhang mit den Polarlichtern erschlossen werden.

Erst durch den Einsatz von Forschungssatelliten konnte die Struktur und die Zusammensetzung der Geosphäre genauer erforscht werden. Mehr als 95% aller Satelliten bewegten oder bewegen sich innerhalb der Geosphäre, meist sogar in ihren erdnäheren Schichten.

Zur Erforschung des ipl. Raumes wurden bis jetzt wenige Meßsonden eingesetzt und selbst von jenen Satelliten, die sich über die Grenzen der Geosphäre hinaus von der Erde entfernten, hatten viele andere Aufgaben als die Erforschung des ipl. Raumes; es waren Mars- oder Venussonden. Erst in jüngster Zeit wurden eigene Raumsonden zur Erforschung des ipl. in der Umgebung der Magnetopause eingesetzt, deren Hauptaufgabe in der Messung des Korpuskelstromes (Sonnenwindes), des Magnetfeldes und verschiedener Strahlungskomponenten bestand. Der erfolgreichste Satellit dieser Art war der IMP — 1 (IMP = Interplanetary Monitoring Platform). Er hatte eine stark exzentrische

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bahn, deren weitester Punkt bei 197.616 km, deren erdnächster Punkt hingegen nur 192 km von der Erdoberfläche entfernt war. Er war über drei Monate lang tätig und brachte Messungen hauptsächlich aus dem Bereich der sonnenseitigen Magnetopause und des anschließenden ipl. Raumes. Von großer Bedeutung war die Messung der hier auftretenden Magnetfelder. Innerhalb des normalen Sonnenwindes betrugen die Feldstärken 3—6, bei starken Sonneneruptionen und der damit verbundenen Steigerung des Korpuskelstroms stiegen sie auf 40—50 γ an. Zum Vergleich sei bemerkt, daß an der Erdoberfläche die Feldstärke etwa 50.000 γ beträgt. Diese Magnetfelder des Sonnenwindes werden durch ihn selbst erzeugt; sie befähigen die Partikel des Sonnenwindes die Magnetosphäre entsprechend zu deformieren, da in dieser Höhe das Magnetfeld der Erde etwa von der gleichen Größenordnung ist. Bei Zunahme des Sonnenwindes wird die Magnetopause stärker eingedrückt, damit aber wird dann auch die magnetische Feldstärke des Erdfeldes soweit vergrößert, daß nun wieder ein Gleichgewichtszustand erreicht ist. Bei Abnahme des Sonnenwindes dehnt sich aus gleicher Ursache die Magnetosphäre wieder aus.

Über die im ipl. Raum vorkommende Materie beruhen unsere Kenntnisse derzeit weniger auf direkter Messung durch Satelliten als vielmehr auf der Beobachtung von Kometen und Meteoriten.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ein Komet besteht aus dem eigentlichen Kern, der aber immer durch eine Gashülle, den Kopf des Kometen, der direkten Beobachtung entzogen bleibt. Bei Annäherung an die Sonne nimmt die Ausdehnung und Leuchtkraft des Kopfes zu und aus ihm entwickelt sich der bekannte Kometenschweif, der aber auch sehr schwach ausgebildet sein oder fehlen kann.

Da es sich bei Kopf und Schweif um Gase handelt kann man durch spektralanalytische Untersuchung die stoffliche Zusammensetzung bestimmen. Der Kopf des Kometen besteht aus einer Mischung von gasförmigen Bestandteilen mit festen Partikeln und enthält vorwiegend Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff; in den festen Partikeln kommt Natrium, Eisen und Nickel vor.

Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung werden die Gase des Kopfes teilweise ionisiert und aus diesen ionisierten Gasen, also einem Plasma, besteht der Kometenschweif. Auch hier zeigt die Spektralanalyse das Vorhandensein von ionisiertem Kohlenoxyd und Kohlendioxyd, der Hydroxylgruppe, ungesättigter Kohlenwasserstoffe und Stickstoff an.

Der Kern eines Kometen besteht schließlich zu etwa 75% aus gefrorenen Gasen, die bei der Annäherung an die Sonne und zunehmender Heizung durch die Sonnenstrahlung allmächlich verdamp-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

fen, und zu etwa 25% aus festen Partikeln, vorwiegend aus Silikaten und Metallverbindungen. Der Durchmesser des Kerns beträgt 1—10 km.

Ebenso wie die Erde besteht also auch der Komet aus einem annähernd festen Kern; der Kopf entspricht ungefähr der Atmosphäre und er Schweif der Plasmahülle der Erde, der Geosphäre. Wegen seines schwachen Schwerefeldes ist aber im Komet ein viel instabileres Gebilde als ein Planet, dessen Bahn um die Sonne fast kreisförmig ist, und der daher immer annähernd gleichen Einwirkungen durch die Sonne ausgesetzt ist, während sein viel stärkeres Schwerefeld die Zerstreuung der in ihm vereinigten Materie verhindern kann.

Infolge ihrer stark exzentrischen Bahn sammeln die Kometen auf den sonnenfernen Teilen ihrer Bahn Gas- und Staubteilchen mit Hilfe ihres Schwerefeldes ein; in Sonnennähe verlieren sie wieder durch Verdampfung einen Teil ihrer Materie, ja sie können sich, falls ihre Bahn nur wenig exzentrisch ist, sie also der Einwirkung der Sonnenstrahlung dauernd ausgesetzt bleiben, ganz auflösen. Sie sind so wichtige Zeugen, die uns durch ihre materielle Zusammensetzung Kunde über die den ipl. Raum erfüllende Materie geben.

In Sonnennähe werden die Kometenschweife von der Sonne weg abgelenkt, sie liegen also nicht in der Bahntangente, sondern sind bahnauswärts gekrümmt. Dies wurde früher auf die Wirkung des

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Strahlungsdrucks der Sonnenstrahlung zurückgeführt. Doch zeigten genaue Rechnungen, daß dieser für die Ablenkung der Kometenschweife nicht ausreicht. Nur bei sehr kleinen Teilchen erreicht der Strahlungsdruck die Größe der Anziehung durch die Sonnenmasse. Der Durchmesser der Teilchen wird aber dann so klein, daß er gleich oder kleiner als die Wellenlänge der den Strahlungsdruck erzeugenden Strahlung wird. Der Strahlungsdruck kann dann eine Vergrößerung des Abstandes von der Sonne, also die erforderliche Ablenkung des Kometenschweifes nach außen, nichtmehr bewirken; er kann nur den Fall der einzelnen Teilchen auf die Sonne verlangsamen. Durch den Strahlungsdruck kann man wohl die Ausbildung des Zodiakallichtes erklären, die Ablenkung der Kometenschweife ist aber eine Wirkung des Sonnenwindes, der auf das Plasma des Kometenschweifes einwirkt.

Durch Raketen und Satelliten wurden auch Staubproben durch Einfang von Mikrometeoriten gesammelt. Diese stammen aber bisher aus dem Bereich der Geosphäre, nicht aus dem ipl. Raum. Die Untersuchung dieser Teilchen ergab das Vorhandensein von Silikaten, von Kupferverbindungen, Eisen-Nickelsulfiden, Aluminium, Magnesium und Calzium. Im Bereich der Geosphäre besteht allerdings die Möglichkeit, daß ein Teil dieser Mikrometeorite auch terrestrischen Ursprungs sein

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

könnte. Bei Vulkanausbrüchen können Staubteilchen in den Bereich der Ionosphäre gelangen (70 bis 80 km Höhe) und von dort dann infolge der Ionisation in das darüber liegende Plasma wandern. Ihre Ausbreitung wird dann durch das Magnetfeld der Erde gesteuert.

Unsere Kenntnisse vom ipl. Raum sind heute noch wegen der geringen Zahl von Satellitenbeobachtungen keineswegs vollständig. Sie zeigen aber, daß der ipl. Raum ein wichtiges Verbindungsglied für einen, wenn auch heute geringen Materieaustausch zwischen der Sonnen- und den Planetosphären ist. Zur Zeit der Entstehung des Sonnensystems war er von einer kosmischen Gas- und Staubwolke erfüllt, die dann in die einzelnen Massenzentren, die Sonne und die Planeten und ihre Monde, sich gliederte. Reste dieser „Urmaterie" sind aber auch heute noch vorhanden. Sie reichen aber nurmehr zur Bildung und Erhaltung von kleinen Himmelskörpern, z. B. der Kometen aus. Andrerseits aber gibt die Sonne einen stetigen Materiefluß im Sonnenwind an den ipl. Raum ab.

Im Gegensatz dazu sind die Planetosphären Schutzschirme der einzelnen Planeten, um sie vor Massenverlusten an den ipl. Raum zu bewahren. Wir können allerdings bisher nur die Rolle der Geosphäre in dieser Beziehung genauer erfassen und beschreiben. Es soll hier nur auf eine sehr wichtige Schutzfunktion hingewiesen werden. Das

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Schwerefeld der Erde ist nicht ausreichend, das Entweichen energiereicher Wasserstoffatome zu verhindern. Im Bereich der Magnetosphäre tritt aber der Wasserstoff stets ionisiert, als Proton, auf und nur unter außergewöhnlichen Umständen kann das Proton das Magnetfeld der Erde verlassen, die Magnetopause durchbrechen. Solche Verluste werden aber wahrscheinlich durch den Protoneneinfang aus dem Sonnenwind kompensiert. Wir sind allerdings heute noch nicht so weit, exakte Bilanzen aufstellen zu können. Jedenfalls aber ist die Magnetosphäre ein wichtiger Schutz gegen das Austrocknen der Erde. Der ipl. Raum hat eine Erstreckung, die wir derzeit auf etwa 100 AE schätzen können, er reicht also weit über die Plutobahn hinaus (etwa 40 AE). Dort geht er dann über in jenen Raum, der zwischen den einzelnen Sonnensystemen des galaktischen Bereiches sich erstreckt und den man als den galaktischen Raum bezeichnen könnte. Er ist sicher in seinen physikalischen Eigenschaften wieder vom ipl. Raum verschieden und schließlich wäre der eigentliche Weltraum wohl der Raum, der sich zwischen den einzelnen galaktischen Systemen erstreckt, der intergalaktische Raum. Von einer genaueren Erfassung der Konstitution dieser Räume sind wir noch weit entfernt. Wir beginnen erst den ipl. Raum genauer kennen zu lernen und sind sogar mit der Erforschung der Geosphäre noch keineswegs am Ende.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: 107

Autor(en)/Author(s): Toperczer Max

Artikel/Article: Der interplanetarische Raum. 79-95