

Der Einfluß der Planeten auf die Menschen

Ozon ist ein zwiespältiges Gas. Zum einen ist es schon in geringen Mengen gesundheitsschädlich. Zum anderen ist es das effektivste Gas, um uns vor schädlicher ultravioletter Strahlung der Sonne zu schützen. Zu diesem Schutz ist allerdings viel mehr Ozon nötig, als Grenzwerte für unsere Gesundheit es zulassen. Die Natur hat einen lebensfreundlichen Ausweg gefunden. Sie hat Ozon hauptsächlich in der Stratosphäre angereichert, aber nicht in bodennahen Schichten. Die Menschheit scheint mit dieser lebensfreundlichen Verteilung nicht zufrieden zu sein. In bodennahen Schichten erhöhen wir durch Abgabe den Ozongehalt. Andererseits reichern wir die Atmosphäre mit Gasen an, die in der Stratosphäre äußerst effektiv Ozon zerstören. Über der Antarktis haben wir den Ozongehalt zeitweise auf ein Drittel des normalen Wertes heruntergebracht. Würde dies in unseren Breiten passieren, so wäre es recht unangenehm. An einem Sommertag könnte ein einminütiger Aufenthalt im Freien ohne Sonnenschutz einen Sonnenbrand hervorrufen. Ein fünfminütiger Aufenthalt würde zu schweren Hautverbrennungen führen. Die Chemie des Ozons ist kompliziert. Durch örtliche und zeitlich begrenzte Ozonversuche können wir unser Verständnis verbessern.

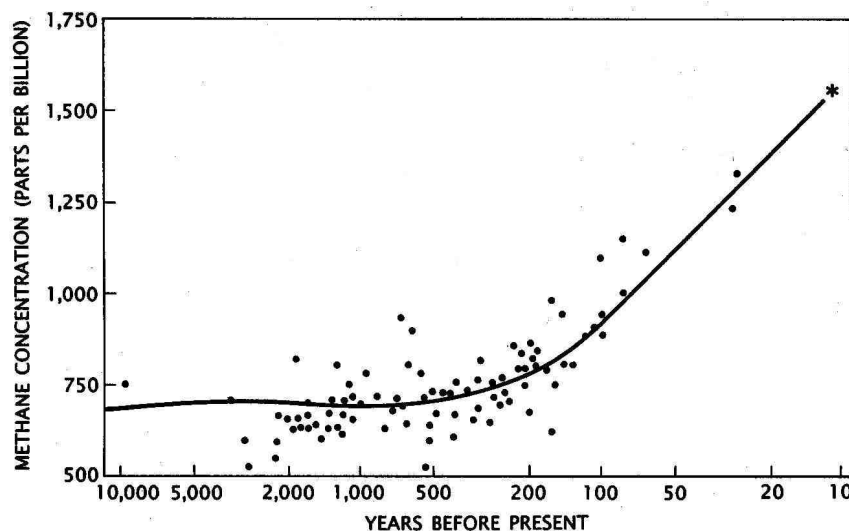
Einen anderen Versuch führen wir durch, indem wir Erdöl und Kohle aus dem Erdinneren fördern und durch Verbrennung als Kohlendioxyd in den atmosphärischen Kreislauf einführen, zum Beispiel durch Heizen oder Autofahren. Auch dieser Versuch ist örtlich und zeitlich begrenzt. Kohlendioxyd mischt sich gut in der gesamten Erdatmosphäre, aber nicht mit den Atmosphären anderer Planeten. Der Versuch ist also auf die Erde begrenzt. Die zeitliche Begrenzung liegt bei etwa 100 000 Jahren. Nach dieser Zeit gelangt nämlich das Kohlendioxyd wie-

der in die Erdkruste. Bis es wieder als Erdöl gewonnen werden kann, braucht es allerdings viele Millionen Jahre.

Kohlendioxyd und Kohlenstoff ist über der Erdkruste in drei Formen vorhanden; in der Luft, in den Ozeanen und in organischem Material (hauptsächlich Wälder). Die Summe von Kohlenstoff/Kohlendioxyd in diesen drei Bereichen war in den letzten zehn Millionen Jahren einigermaßen konstant. Genauergesagt nur in den ersten 99,999 % dieser Zeit, denn in diesem Jahrhundert hat sich die Konzentration durch die Verbrennung von Erdöl deutlich gesteigert.

In den letzten 10 Millionen Jahren gab es eine Vielzahl von Kalt- und Warmzeiten. Während der Eiszeiten war ein größerer Anteil des Kohlendioxyds in den Ozeanen und dafür weniger in der Atmosphäre. Dadurch gab es weniger Treibhauseffekt, die Erde kühlte etwa 8 Grad ab, und Mitteleuropa war vergletschert. Nach neuen Forschungen waren wahrscheinlich große Umverteilungen von Ozeanströmungen verantwortlich, die die Verteilung von Kohlendioxyd zwischen Luft und Wasser veränderten. Unsere gegenwärtige Anreicherung mit Kohlendioxyd führt zur Erwärmung der Erdoberfläche. Wie die Ozeanströmungen auf diese Erwärmung reagieren werden, wissen wir noch nicht. In diesem Jahrhundert hat sich der Kohlendioxydgehalt der Atmosphäre um so viel geändert wie zwischen Eiszeiten und Warmzeiten, also ganz beachtlich.

Im Prinzip könnten wir die Anreicherung von Kohlendioxyd in der Atmosphäre ausgleichen, indem wir die Erde mit entsprechend mehr Wäldern aufforsten würden. Allerdings machen wir gerade das Gegenteil. Wenn für unsere Nachkommen die Änderung



Die Methan-Konzentration (in Milliardstel) in der Erdatmosphäre während der letzten 10000 Jahre. Während der ersten 9800 Jahre dieses Zeitintervalls war die Konzentration nahezu konstant. Im 19. Jahrhundert stieg sie leicht an. In unserem Jahrhundert hat sie sich verdoppelt. Der größte Teil des Anstiegs fand während der letzten Jahrzehnte statt.

Graphik von T:E: Graedel und P.J. Crutzen in Scientific American, September 1989.

des Erdklimas unangenehme Folgen hat, so könnten wir uns ja entschuldigen, daß wir uns dessen nicht sicher waren. Wir könnten sie auch trösten, daß nach ein paar tausend Generationen das Problem vorüber ist.

Der weitaus größte Teil von Erdöl wird in den westlichen Industrienationen verbraucht. Entwicklungsländer sind uns weit hinterher. Würden alle Menschen so wie wir leben, wäre die Erdatmosphäre im Nu ruiniert.

Da unser Versuch auf die Erde begrenzt ist, können wir Meßergebnisse mit anderen Planeten vergleichen. Die Venus-atmosphäre besteht fast nur aus Kohlendioxyd. Obwohl an ihrer Wolkenobergrenze eine etwas geringere Temperatur herrscht als in den obersten Wolkenschichten der Erdatmosphäre, so sorgt der Treibhaus-effekt dort für eine konstante Oberflächentemperatur von 473 °C.

Die Marsatmosphäre besteht auch zum großen Teil aus Kohlendioxyd. Da sie aber extrem dünn ist, kann sie nur einen geringen Treibhauseffekt veranlassen. Im Fernrohr läßt sich gut das jährliche Abschmelzen einer Polkappe auf dem Mars verfolgen. Im Frühjahr verdunstet am Pol der Kohlendioxydreif oder Trockenschnee, reichert die Atmosphäre damit an, so daß sich am gegenüberliegenden Pol, wo Herbst herrscht, eine Schicht aus Reif bildet. Dieses Wechselspiel ist inzwischen genau erforscht, teils durch Messungen von Viking-Sonden auf dem Mars, teils durch Beobachtungen von der Erde. Diese Forschungen haben auch zum besseren Verständnis des jahreszeitlichen Wechselspiels von Gasen in unserer Atmosphäre beigetragen.

Titan, der größte Saturnmond, besitzt Methan in seiner Atmosphäre, das auch zum Treibhauseffekt führt. Ohne Methan wäre es auf seiner Oberfläche noch kälter als - 178 °C. Beobachtungen von der Erde und von den Voyager-Sonden, die 1980 und 1981 an Titan vorbeiflogen, haben uns schon einen Eindruck seiner Atmosphäre gegeben. Ein besseres Verständnis können wir im nächsten Jahrzehnt bei der Ankunft der Cassini-Sonde erwarten. Das Verständ-

nis von Methan ist auch für uns wichtig. Methan war in der Erdatmosphäre kaum vorhanden, aber in diesem Jahrhundert hat sich seine Konzentration stark erhöht. Heute trägt es zum Treibhauseffekt bei.

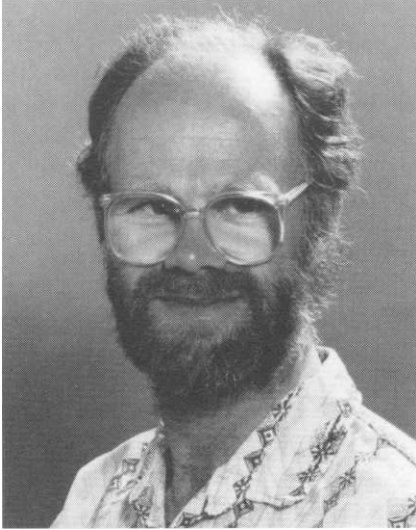
Die Atmosphären der Planeten Jupiter und Saturn sind komplizierter, da sie nicht nur durch die Sonne, sondern auch durch innere Wärme aufgeheizt werden. Die unterschiedlichen Bedingungen haben uns nützliche Meßwerte geliefert. So können wir jetzt besser vorhersagen, wie die Erdatmosphäre auf die von uns vorgenommenen Eingriffe reagieren wird.

Die anderen Planeten sind ganz entschieden an unserem Schicksal beteiligt. Dies ist keine Neuigkeit für Astrologen. Allerdings ist die Wirkung ganz anders als vermutet. Ohne die Erforschung der Planeten wüßten wir längst nicht so viel über unsere Atmosphäre. Wir könnten keine so genauen Zukunftsberechnungen unserer Atmosphäre durchführen. Wir wüßten nicht so gut, wie wir im Interesse unserer Nachkommen handeln sollten. Auch Planetenkonstellationen haben auf die Menschheit einen Einfluß. Die seltene Stellung der Riesenplaneten in einem Himmelsquadranten im Jahre 1981 hatte den Besuch der Voyager-2-Sonde bei allen Riesenplaneten ermöglicht. Diese Vorbeiflüge haben unser Verständnis der Atmosphären entschieden verbessert.

Als unsere Sternwarte vor 75 Jahren gegründet wurde, waren andere Planeten schlicht Himmelskörper, fernab unserer täglichen Umwelt. In den folgenden 25 Jahren hat sich nichts geändert.

Im Juli 1965 sendete Mariner 4 die ersten Nahaufnahmen von unseren Nachbarplaneten Mars. Die Planetenforschung kam in Schwung. Heute ist Planetenforschung Routine und hat sich in ein für die Zukunft der Menschheit wichtiges Arbeitsgebiet entwickelt. Die Planeten sind inzwischen zu einem wichtigen Bestandteil unserer Umwelt geworden. Eine Volkssternwarte ist der geeignete Platz, um die Beziehung zwischen Planeten zu diskutieren. Bei einem Blick durch ein Fernrohr ist dies am besten möglich.

Erich Karkoschka



Erich Karkoschka
Lunar and
Planetary Lab
University
of Arizona
Tucson,
USA

Ich trat der Sternwarte zu Beginn der 70er Jahre bei. Die damalige Beobachtergruppe ermutigte mich, Planeten systematisch zu beobachten. Mit 300 Jupiter-Zeichnungen und deren Auswertung gewann ich 1973 einen 2. Preis im Europäischen Phillips Wettbewerb für junge Wissenschaftler und Erfinder. In den folgenden Jahren war ich in der Mitarbeitergruppe aktiv, nach der Eröffnung des Planetariums im Jahre 1977 auch dort.

1983 begann ich das Studium der Planetenwissenschaften in Tucson, Arizona, das ich mit einer Dok

torarbeit über die Saturnatmosphäre abschloß. Seit 1992 habe ich in Tucson eine befristete Stelle. Neben Beobachtungen auf Sternwarten in Arizona und Chile nutze ich das Hubble Weltraum Teleskop, um Jupiter, Saturn und Uranus zu erforschen. So war ich auch beteiligt, die dunklen Flecken auf Jupiter nach dem Kometeneinschlag zu charakterisieren: Höhe, Dichte, Teilchengröße und Volumen waren anhand von Beobachtungen und Modellrechnungen zu bestimmen.

Meist einmal pro Monat beobachte ich mit meinem 33 cm Dobsonian Teleskop in der Wüste. An anderen, bekanntgemachten Abenden bin ich dabei, oft mehr als 100 Besuchern das Weltall von einem dunklen Ort in der Umgebung von Tucson oder am Grand Canyon zu zeigen. Wenn bei solchen "Starparkies" transportable Fernrohre von 70-90 cm Öffnung dabei sind, dann stehe auch ich Schlange, um mich beeindrucken zu lassen.

Ich unternahm Reisen zu 13 zentralen Sonnenfinsternissen (8 totale, 4 ringförmige, und ein Grenzfall zwischen beiden Typen), 11 davon mit gutem Wetter. Bei 12 Reisen zur Südhalbkugel hatte ich ein kleines Fernrohr dabei, so auch beim Zelten auf 5000 m Höhe in den Anden Perus, fernab der nächsten Siedlung, Straße und Menschenseele.

Erich Karkoschka