



Dokumentation

Zur Erwärmung von Planeten unseres Sonnensystems

Zur Erwärmung von Planeten unseres Sonnensystems

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 147/19
Abschluss der Arbeit: 15. Januar 2020
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit,
Bildung und Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Zur Erwärmung von Planeten in unserem Sonnensystem	4

1. Einleitung

Der dieser Arbeit zugrundeliegende Auftrag nimmt Bezug auf einen Artikel, der am 13. August unter dem Titel: „Der CO₂-Schwindel (IV): Auch auf dem Mars schmolzen die Polkappen in den letzten 14 Jahren, Pluto erwärmte sich um 2 Grad“ in Epoch Times erschienen ist. Hierbei handelt es sich um einen erneuten Abdruck eines Artikels aus dem Jahr 2007.¹

In der vorliegenden Arbeit wird der wissenschaftliche Stand zur kosmischen Erwärmung beschrieben und schließlich die Bedeutung für die Bewertung des Klimawandels auf der Erde dargestellt. Der letzte Abruf der Internetseiten erfolgte am 2. Januar 2020.

2. Zur Erwärmung von Planeten in unserem Sonnensystem

Die Oberflächentemperatur eines Planeten hängt von zahlreichen unterschiedlichen Faktoren ab. Dabei spielt die auf den Planeten eingestrahlte Energie der Sonne (in Abhängigkeit von seinem Abstand von der Sonne) eine besondere Rolle. Ein anderer Faktor ist der planetare Albedo (das Rückstreuvermögen des Planeten). Dies kann z.B. durch Wolken, aber auch durch die Verteilung von dunklen Meeresoberflächen, hellen Kontinenten und zu fast 100 Prozent das Sonnenlicht reflektierenden Eisflächen, für die verschiedenen Planeten und Monde stark variieren. Hinzu kommen Effekte wie die Erwärmung der Atmosphäre durch den natürlichen Treibhauseffekt. Die wichtigsten Treibhausgase auf den Planeten Venus und Mars sind Kohlendioxid und für den Saturnmond Titan Methan.

Veränderungen des Klimas auf anderen Planeten unseres Sonnensystems sind seit vielen Jahren bekannt. Dies wurde auch vielfach in der Presse aufgegriffen. Bereits im Jahr 2007 berichtete der Deutschlandfunk von einer NASA- Studie, die Veränderungen auf den Mars aufdeckt. Im selben Jahr wird in der Welt berichtet von einer Nature-Arbeit, in der die Temperaturerhöhungen auf dem Mars thematisiert werden.² Diese Arbeit wird auch in einem Artikel in wissenschaft.de aufgegriffen.³ Auch in einem Artikel der ESA⁴ werden verschiedene Klimaveränderungen im Laufe

1 Laut Auskunft von Epoch Times ist der Autor Klaus Müller bereits verstorben. Er hatte als Publizist u.a. für Epoch Times geschrieben. Der Artikel „Der CO₂-Schwindel (IV): Auch auf dem Mars schmolzen die Polkappen in den letzten 14 Jahren, Pluto erwärmte sich um 2 Grad“, der am 13. August 2019 in Epoch Times publiziert wurde, ist ein erneuter Abdruck des Artikels von Klaus Müller vom 19. April 2007. Der Artikel ist im Volltext im Internet abrufbar (<https://www.epochtimes.de/umwelt/der-co2-schwindel-teil-iv-a109369.html#>). Der Artikel war seinerzeit im Rahmen einer fünfteiligen Artikelserie (zwischen 31. März 2007 und 16. Mai 2007) veröffentlicht worden.

2 „Auch auf dem Mars wird es wärmer“; Die Welt vom 09.04.2007; <https://www.welt.de/wissenschaft/article796347/Auch-auf-dem-Mars-wird-es-waermer.html>

3 Ulrich Dewald: „Klimawandel auf dem Mars“, wissenschaft.de vom 5. April 2007; <https://www.wissenschaft.de/astronomie-physik/klimawandel-auf-dem-mars-2/>.

4 European Space Agency; Europäische Weltraumorganisation.

der Planetengeschichte des Mars behandelt und vermutet, dass die „ungewöhnlichen Klimaveränderungen [...] auf starke Schwankungen der Rotationsachse des Mars zurückzuführen“ seien.⁵ Eine pauschale Ableitung oder Übertragung auf die Klimaveränderungen auf der Erde wird in diesen Artikeln jedoch nicht vorgenommen. Von Astrophysikern wird eine derartige Ableitung abgelehnt, da die physikalischen Mechanismen, welche die Temperatur beeinflussen, unterschiedlich sind. Wie bereits oben erwähnt, wurde beispielsweise in der wissenschaftlichen Zeitschrift Nature 2007 in einem Artikel (Sektion „Letter“) mit dem Titel „Global warming and climate forcing by recent albedo changes on Mars“ von Veränderungen auf dem Mars berichtet.⁶ Hierin wird gezeigt, dass Messungen der Helligkeit der Planetenoberfläche zeigten, dass die Temperatur über einen gewissen Zeitraum um 0,65 °C gestiegen sei. Die Autoren betrachteten den Mars-„Albedo“ als ein Maß dafür, wieviel Licht von einer Oberfläche reflektiert wurde. Durch den Vergleich von Daten aus den Jahren 1976-78 mit Daten von 1999-2000 fanden sie "einige ziemlich dramatische Veränderungen“. Zu diesem Artikel wird von Seiten des Max Planck Instituts für Sonnensystemforschung in Göttingen bemerkt, es handele sich um zwei Messpunkte, aus denen sich schwer ein allgemeiner Trend postulieren lasse. Weder ein Trend noch eine Korrelation mit dem Erdklima ließen sich hieraus ableiten.⁷

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. stellt zur Frage der Vergleichbarkeit von Temperaturphänomenen auf verschiedene Planeten folgendes fest:

„In welchem Ausmaß findet man Erwärmungen anderer Planeten unseres Sonnensystems?“

Die Tabelle zeigt Erwärmungen (in °C) der Planetenoberfläche durch den natürlichen atmosphärischen Treibhauseffekt für verschiedene Himmelskörper im Sonnensystem. Die Werte werden durch Anwendung von numerischen Klimamodellen berechnet, stellen allerdings mangels empirischer Überprüfung nur eine (allerdings plausible) Abschätzung dar. Man sieht eine Erwärmung durch Treibhausgasen von ~10°C für die sehr dünne Marsatmosphäre, bis hin zu mehr als 500°C Erwärmung für die dichte Atmosphäre der Venus. Das Ausmaß dieses Effekts hängt von verschiedenen Faktoren wie z.B. atmosphärische Masse und die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre ab, ob Wolken vorhanden sind, usw..

5 ESA: „Klimawandel auch beim Mars“; ohne Datum; https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Klimawandel_auch_beim_Mars

6 Fenton, L., Geissler, P. & Haberle, R. Global warming and climate forcing by recent albedo changes on Mars. Nature 446, 646–649 (2007) doi:10.1038/nature05718.

7 Mitteilung des „Max Planck Institute for Solar System Research“ vom 18. Dezember 2019.

Überblick: Atmosphären und ihre natürlichen Treibhauseffekte im Sonnensystem

Körper	Oberflächen- druck (bar)	Oberflächen- temperatur (°C)	Zusammensetzung (per Volumen)	Treibhaus- Effekt (°C)	Referenzen und Notizen
Erde	~1	15	78% N ₂ , 21% O ₂ , 0,93% Ar, 0,04% CO ₂ , 0,0002% CH ₄ , 0,00003% N ₂ O	+33	Yung und DeMore (1999)* IPCC (1990)**
Venus	~93	477	95% CO ₂ , 3,5% N ₂ , 0,007% Ar, 0,015% SO ₂	+523	
Mars	~6x10 ⁻³	-47	97% CO ₂ , 1,93% Ar, 3% N ₂ , 0,14% O ₂	+10	
Titan	~1.5	-179	98,4% N ₂ , 1-4% CH ₄	+15	*McKay et al. (1991)

Bei den Werten für die Oberflächentemperatur handelt es sich um planetare Durchschnittswerte. Bei der Erde reicht die Spannweite der Temperaturen (abhängig in erster Linie von Tageszeit, Jahreszeit und geographischer Breite) von -89°C bis 56°C, beim Mars von -130°C bis 20°C. Bei der Venus sind die Temperaturen unabhängig vom Breitengrad und Tageszeit nahezu konstant, bei Titan schwanken sie geringfügig mit der Jahreszeit (Umlaufzeit mit Saturn um die Sonne: 29,5 Jahre).

Welche Erwärmungen sind zeitlich oder quantitativ korreliert mit den Erderwärmungen?

Klimaänderungen auf unseren Nachbarplaneten sind Gegenstand der aktuellen Forschung mit dem Ziel, die Entwicklung der Planeten seit ihrer Entstehung besser zu verstehen. Insbesondere die Frage, ob es in der Frühzeit eventuell flüssiges Wasser auf den Oberflächen von Mars, aber auch der Venus gegeben haben könnte ist von besonderem Interesse. Diese Klimastudien werden mittels geologischer Fernerkundungsmethoden, und in jüngster Zeit durch Lander auf dem Mars auch mit mineralogischen Methoden durchgeführt. Hier geht es jeweils um die Rekonstruktion des Klimas auf Zeitskalen von hunderten von Millionen bis Milliarden Jahren.

Ein Verständnis der Prozesse auf den anderen Planeten hilft uns generell die Prozesse von Klimaänderungen besser zu verstehen. Die detaillierte Klimageschichte eines Planeten ist allerdings geprägt von seinen lokalen Gegebenheiten, d.h. solare Einstrahlung, Masse, Anteil und Zusammensetzung flüchtiger Elemente im Planeteninneren, Atmosphärenzusammensetzung, geologische Aktivität, usw.. Diese Prozesse sind für unsere Nachbarplaneten noch nicht ausreichend verstanden um lokale Einflüsse von globalen Einflüssen, die korreliert für alle Planeten auftreten, unterscheiden zu können. Dies betrifft insbesondere Zeitskalen von wenigen hundert Jahren, wie sie für die anthropogene (von Menschen verursachte) Emissionen von Treibhausgasen diskutiert werden (**IPCC Fifth Assessment Report, 2013).

Welche Gründe sprechen dagegen, Daten zu Erwärmungen anderer Planeten (z.B. Venus, Mars, Pluto) auf die Erde zu übertragen?

Eine direkte Übertragung ist nicht möglich wegen einer Reihe von unterschiedlichen Faktoren wie z.B. atmosphärische Massen bzw. Zusammensetzungen; Abstand zur Sonne; Größe der Planeten usw.. Daten zu Erwärmungen anderer Planeten sind jedoch wichtig, um unsere Klimamodelle unter unterschiedlichsten Bedingungen zu testen, was uns letztendlich hilft, Klimaänderung auch auf der Erde besser zu verstehen.

Welche Ursachen gibt es für die Erwärmungen?

Es gibt eine Reihe von physikalischen Prozessen, die das natürliche Klima auf den anderen Planeten im Sonnensystem beeinflussen können, wie z.B. Treibhauserwärmung, Schwankungen der Sonnenaktivität, Vulkanismus, Veränderungen der orbitalen Parameter, und in Folge davon Veränderungen der Rückstrahleigenschaften (Albedo) des jeweiligen Planeten (Abnahme der Bedeckung durch Eisflächen beispielsweise) usw. Wichtig dabei ist, die Zeitskala zu spezifizieren. Um eine Korrelation von Erwärmungen mit solchen Prozessen auszuarbeiten werden die Zeitskalen der Änderungen von z.B. Oberflächentemperatur mit den zeitlichen Änderungen des Prozesses, dem sogenannten Forcing, verglichen. Stellt man eine temporale und quantitative Korrelation fest, ist dies ein Hinweis auf einen kausalen Zusammenhang, der mit Modellstudien weiter untersucht werden kann.

Referenzen

**Photochemistry of Planetary Atmospheres, Kapitel 9, Tabelle 9.1, Yung, Yuk, Y., and DeMore, William, B., Oxford University Press (1999)*

***Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 1990, Report presented by the World Meteorological Organization / United Nations Environment Programme, ISBN: 0-662-19821-2, Cambridge University Press (1990)*

**** Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2013. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, ISBN: 9781107057991, Cambridge Univ. Press (2013)*

#McKay, C. P., et al., Science, 253, 1118 (1991)⁴⁸
