

Die Vermessung im All

Franziska Konitzer

■ **Jenseits der Erde gibt es noch ein ganzes Sonnensystem zu vermessen. Einige Flecken davon kennen wir bereits jetzt besser als die Erde selbst.**

Man mag vor dem Fernseher sitzen und eine Naturdokumentation ansehen. Dabei mag man sich nicht nur der spektakulären Tieraufnahmen erfreuen, sondern auch des anfänglichen Blickes auf unsere Erde vom Mond aus sowie der Satellitenbilder der Erdoberfläche. Man mag zum Schluss kommen, dass die Menschheit die Erde gut im Blick hat. Zumindest, bis dieser eine Satz fällt, der in etwa so geht: »Wir kennen den Mars besser als die Oberfläche unserer Erde.«

Wie bitte? Jahrhundertelange geodätische Anstrengungen, weiße Flecken auf der Landkarte auszumerzen, moderne Satellitenmissionen wie GRACE, die immerhin das Schwerefeld unserer Erde als Potsdamer Kartoffel ausgespuckt hat, oder die Fernerkundungsmission TerraSAR-X, die topographische Kartierungen liefert und die Bewegungen der Erdoberfläche noch gleich mit – und dann wird der Erde der Rang als der am besten vermessene Planet des Sonnensystems abgelassen? Ausgerechnet vom Mars, einem Planeten, auf dem überhaupt noch nie jemand, geschweige denn ein Geodät, gewesen ist?

»In mancher Hinsicht kennen wir den Mars tatsächlich besser als die Erde«, sagt David Smith vom MIT. »Das ist schon eine seltsame Situation.«

Wo können wir landen?

»Die Interessen eines Geodäten im All unterscheiden sich nicht von denen auf der Erde«, sagt Jürgen Oberst, der am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt die Abteilung für Planetengeodäsie leitet. »Wir beschäftigen uns mit der globalen Form und der Rotation der Planeten. Wir wollen diese Größen bestimmen und kartografieren. Aber natürlich ist die Datenlage eine ganz andere als auf der Erde.«

Das konkrete Interesse, außerirdische Körper zu erfassen, begann laut David Smith zu dem Zeitpunkt, als die Menschheit besagte andere Körper überhaupt erkunden wollte und konnte. Die Weltraumgeodäsie ist daher eng mit der Geschichte der Raumfahrt verknüpft. »Ich würde sagen, dass das Ganze in den 1970er Jahren Fahrt aufgenommen hat«, sagt Smith. »Ich muss da vor allem an die Viking-Missionen der NASA denken.« Im Rahmen dieser Missionen schickte die US-amerikanische Welt- raumbehörde NASA zwei Sonden gen Roten Planeten, die schließlich auch auf diesem landeten. »Da begannen wird, zu verstehen, dass wir nicht nur wissen müssen, wo genau die Planeten sind, sondern auch, wo unsere Raumschiffe sind.«



Bild: NASA/USGS

Der Mars: Auch für Geodäten ist er ein interessantes Ziel. Zumindest ihre Satelliten waren schon da und vermessen seine Oberfläche.

Da haben sich die Zeiten und die Kenntnisse innerhalb weniger Jahrzehnte deutlich geändert. Zu verdanken ist das natürlich dem technologischen Fortschritt. Auch unser Wissen über die Erde ist rapide gewachsen, seitdem wir Satelliten in ihre Umlaufbahnen bringen können. Und Satelliten umkreisen inzwischen nicht nur die Erde, sondern auch Mars sowie den Erdmond. Auch ihn haben Satelliten in manchen Aspekten inzwischen besser erfasst als die Erde.

Die Erdatmosphäre als Störfaktor

»Das liegt daran, dass die Erde ein komplexer Körper ist«, erklärt David Smith. »Auf ihr bewegen sich Ozeane. Es gibt Wetter. Und die Erde hat eine Atmosphäre.« Tatsächlich macht die Atmosphäre den Unterschied, denn: Sie stört. Zumindest aus geodätischer Sicht.

»Mithilfe von Satelliten kommen wir der Oberfläche des Mondes bis auf fünfzig Kilometer nahe«, sagt Jürgen Oberst. »Auf der Erde würde so ein Satellit abstürzen. Deshalb haben wir vom Mond sehr gute Daten über sein Schwerefeld, die tatsächlich besser sind als die vergleichbaren Daten der Erde.«

Das ist die Erklärung dafür, dass zumindest in mancher Hinsicht die anfängliche Aussage, dass die Oberfläche des Mars besser bekannt ist als die der Erde, zutrifft. Denn einige globale Aspekte sind aus dem All, egal ob von einem Planeten, einem Mond oder einem Asteroiden, nun einmal einfacher zu ergattern, wenn das zu unter-

suchende Objekt von einer weniger dichten Atmosphäre umgeben ist.

Der Mond: eine geodätische Erfolgsgeschichte

»Aber eigentlich hat die Geschichte der Weltraumgeodäsie schon ein wenig früher begonnen als die Viking-Missionen, nämlich als die Astronauten der Apollo-Missionen Reflektoren auf der Mondoberfläche hinterlassen haben«, erzählt David Smith weiter. Mithilfe dieser Reflektoren und einem erdbasierten Lasersystem lässt sich nämlich die Distanz zwischen Erde und ihrem Trabanten hochgenau vermessen. Somit haben Geodäten nicht nur herausgefunden, dass sich der Mond von der Erde um 3,8 Zentimeter pro Jahr entfernt.

Das Lunar Laser Ranging Experiment funktioniert so genau, dass Geodäten mit ihm überprüfen können, ob sich die Gravitationskonstante als eine der fundamentalen Naturkonstanten mit der Zeit ändert. So ist die Gravitationskonstante innerhalb der Messgenauigkeit derzeit allem Anschein und Messungen nach tatsächlich zeitlich konstant. Die Stärke der Gravitationskraft nimmt also weder zu noch ab.

Auch so hat der Mond für Geodäten weiterhin einiges zu bieten – jahrzehntelang verschollene Rover zum Beispiel. Der sowjetische Lunokhod-1 Rover war seit den frühen 1970er Jahren irgendwo im Mare Imbrium verloren. Der Lunar Reconnaissance Orbiter ist ein Satellit, der dem Mond bei seinen Überflügen bis auf fünfzig Kilometer nahe kommen kann. Mit seiner Hilfe konnten Wissenschaftler diesen Rover nicht nur wieder aufreiben. 2013 konnten Jürgen Oberst und seine Kollegen mithilfe von hochauflösenden Bildern und stereo-topografischen Daten auch den genauen Weg rekonstruieren, den der Rover 1970 gewählt hatte. Dabei stellten sie unter anderem fest, dass Lunokhod-1 nur 9,93 Kilometer weit gekommen war, nicht 10,54 Kilometer, wie bis dato angenommen wurde.

Die Untersuchung war nicht nur in dieser Hinsicht erfolgreich. Denn inzwischen wurden die Reflektoren des wieder gefundenen Lunokhod-1 Rovers in das Lunar Laser Ranging Experiment integriert. Somit leistet er nach fast einem halben Jahrhundert immer noch wertvolle Dienste.

Das Sonnensystem expandiert – aber um wieviel?

Inzwischen blicken Weltraumgeodäten wie Jürgen Oberst immer weiter in das Sonnensystem hinaus. Oberst und seine Arbeitsgruppe am DLR bauen beispielsweise derzeit das Laser-Altimeter, das bei der JUICE-Mission zum Einsatz kommen soll. JUICE, der Jupiter-Eismond-Erkunder, soll als Mission der europäischen Weltraumorganisation ESA voraussichtlich 2022 starten und die Monde des Jupiters erforschen. »Die Monde der Gasriesen wie beispielsweise der Jupitermond Ganymed bieten interessante Aufgaben für Geodäten«, sagt Oberst. So könnte gerade Ganymed unter seiner eisigen Oberfläche möglicherweise globale Wasserozeane beherbergen.

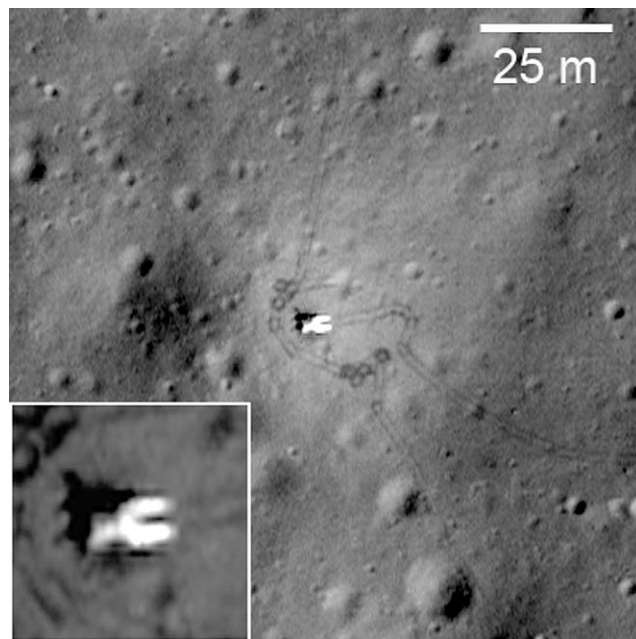


Bild: NASA/GSFC/Arizona State University

Der sowjetische Lunokhod-1 Rover wurde mithilfe des Lunar Reconnaissance Orbiters nach Jahrzehnten auf dem Mond wieder aufgespürt. Hier sind seine Fahrspuren zu sehen sowie Luna 17, der Lander, der Lunokhod-1 auf die Mondoberfläche brachte.

cherweise globale Wasserozeane beherbergen. »Und aufgrund der Nähe und der gewaltigen Masse des Mutterplaneten Jupiter gibt es dort Gezeiteneffekte ganz anderer Größenordnungen.«

Man kann aber auch noch einen Schritt weitergehen und vermessungstechnisch gleich das Sonnensystem als Ganzes in Angriff nehmen. Eigentlich sollte es nämlich expandieren. Denn die Sonne strahlt Energie in Form von Licht und anderer elektromagnetischer Strahlung ab und verliert deshalb, $E = mc^2$ lässt grüßen, an Masse. Auch der Sonnenwind, der aus geladenen Teilchen besteht, trägt zum Massenverlust bei. Das aber wiederum bedeutet, dass die Anziehungskraft der Sonne auf ihre Planeten nachlässt. Die Größe dieses Effekts auf die Umlaufbahnen und den durchschnittlichen Abstand eines Planeten von der Sonne lässt sich leicht berechnen. Für die Erde sollte er bereits im Zentimeterbereich pro Jahr liegen.

Richtig überprüft wurde das bislang allerdings noch nicht, aber Ideen, wie man dies bewerkstelligen könnte, gibt es. So hat David Smith zum Beispiel ein Konzept erarbeitet, demnach drei Sonden in Umlaufbahnen um Mond, Mars und Venus Laser Ranging betreiben könnten. Das Prinzip ist ähnlich wie beim Lunar Laser Ranging – nur auf sehr viel größeren Maßstäben, um einen kleineren Effekt zu messen. Smith schätzt aber, dass die derzeitigen technischen Möglichkeiten gegeben wären.

Ob das tatsächlich funktionieren würde, steht buchstäblich in den Sternen beziehungsweise in den Planeten. Aber klar ist: Im Sonnensystem gibt es für Geodäten noch einiges zu tun, bis irgendjemand behaupten kann, dass wir es besser kennen als unsere Erde.

Kontakt: f.konitzer@gmail.com