

Space-Trabbi mißt Schwerefeld

*Von Rolf König, Franz-Heinrich Massmann
und Christoph Reigber*

Seit anderthalb Jahren kreist der erste geowissenschaftliche Satellit des GeoForschungsZentrums Potsdam (GFZ) jetzt auf seiner Erdumlaufbahn. GFZ-1, so sein Name, soll das Schwerefeld der Erde sondieren. Erste Auswertungen der mit ihm vorgenommenen Messungen belegen den wissenschaftlichen Nutzen.

Der Satellit GFZ-1 wurde vom Moskauer Institut für Weltraumgerätebau konstruiert und gebaut. Aufgrund seines Aussehens, seines Zweckes und seiner Herkunft erhielt er von den Medien eine Vielzahl von Kosenamen wie „Space-Trabbi“, „Fliegender Vermesser“, „Potsdamer Bonsai“, „Potsdam-Sputnik“. Am häufigsten wird GFZ-1 jedoch mit einem Fußball in Verbindung gebracht, was bei Aussehen und Größe des Satelliten naheliegt.

GFZ-1 ist ein passiver, kugelförmiger Satellit, der ohne teure Bauteile für Stromversorgung, Telemetrie oder Antrieb auskommt. Er ist ganz aus Bronze gefertigt (Masse 20,6 Kilogramm) und mit 60 Laser-Retroreflektoren bestückt. Sie dienen zur Reflexion der Lasersignale, die von weltweit verteilten Laserstationen zum Satelliten gesendet werden. Dadurch sind Entfernungsmessungen mit hoher Genauigkeit bis in den Sub-Zentimeterbereich möglich. Die Satellitengröße – Durchmesser 21,5 Zentimeter – wurde maßgeblich durch die Größe der MIR-Auswurfsluke vorgegeben.

Deutsch-russische Kooperation

Als Startplattform für GFZ-1 wurde die russische Raumstation MIR gewählt. Mit der Entscheidung für MIR waren die Anfangsbahnhöhe von 400 Kilometern und die Bahnneigung festgelegt: Der Satellit deckt die Erde nur zwischen 51,6 Grad nördlicher und südlicher Breite ab. Die Flughöhe ist einmalig niedrig für einen geodätischen Satelliten.

GFZ-1 war am 23. Februar 1995 offiziell an das GFZ übergeben worden. Mit dem Versorgungsraumtransporter PROGRESS M-27, der am 9. April startete und am 11.



GFZ-1 ist ein passiver, kugelförmiger Satellit, der ohne teure Bauteile für Stromversorgung, Telemetrie oder Antrieb auskommt.

April andockte, wurde er zu MIR transportiert. Am selben Tag wurde GFZ-1 zur Zwischenlagerung in die Raumstation gebracht. Das Aussetzen erfolgte dann nach Freigabe durch das GeoForschungsZentrum am 19. April 1995, 19:12 Weltzeit. Dazu wurde GFZ-1 aus der MIR-Luke hinauskatapultiert und kurze Zeit später vom Führungsmechanismus getrennt.

GFZ-1 fliegt ungefähr in derselben Bahn wie die MIR-Raumstation. Es besteht also die – wenn auch geringe – Möglichkeit einer Kollision. Um einem solchen Unfall vorzubeugen, werden vom Meßzentrum bei der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen in regelmäßigen Abständen genaue Daten der Umlaufbahn von GFZ-1 an die für MIR ver-

Dr.-Ing. Rolf König, Dipl.-Ing. Franz-Heinrich Massmann, Prof. Dr.-Ing. Christoph Reigber, Bereich „Kinematik und Dynamik der Erde“, GeoForschungsZentrum Potsdam

antwortliche russische Kontrollstation weitergegeben. Eine etwaige gefährliche Annäherung beider Raumobjekte kann durch ein rechtzeitiges Bahnmanöver der MIR-Station verhindert werden.

Die Lebenszeit des kleinen Satelliten wird ungefähr vier bis fünf Jahre betragen. Der rasche Abfall der Bahnhöhe gegen Ende der Mission läßt sich mit dem Anwachsen des Luftwiderstandes in der Hochatmosphäre erklären. Vor allem die in den kommenden Jahren zunehmende Sonnenaktivität wird zu einer Zunahme der Atmosphärendichte führen. Schon in seinem ersten Jahr sank GFZ-1 um etwa sieben Kilometer, etwas weniger als vorausberechnet.

darauf hin, daß die Pulse wahrscheinlich von MIR und nicht von GFZ-1 reflektiert wurden. Die Station Potsdam mußte wegen schlechten Wetters untätig bleiben. Die definitiv ersten Lasermessungen wurden von der Station der National Aeronautics and Space Administration (NASA) in Greenbelt im amerikanischen Maryland am 20. April, 00:21 Weltzeit, durchgeführt.

Etwa die Hälfte der 45 Stationen des internationalen Netzes haben inzwischen GFZ-1 beobachten können, mit allerdings recht unterschiedlicher Intensität. Der Großteil der Beobachtungen wird in Europa sowie an der amerikanischen Ost- und Westküste gewonnen. Etwas spärlicher fließen die Daten aus anderen Erdteilen. Vor allem die Überdeckung der südlichen Erdhemisphäre läßt zu wünschen übrig. Hier ist eine Verbesserung nur zu erwarten, wenn es trotz schwelender Budgetkrisen in den beteiligten Institutionen des internationalen Lasernetzes gelingt, etablierte Stationen im Südpazifik und in Südafrika wieder zu besetzen.

Die GFZ-1-Mission dient in erster Linie zur genaueren Sondierung des Erdschwerefeldes. Die Bestimmung des Erdschwerefeldes erfolgt durch die möglichst kontinuierliche Vermessung der Umlaufbahnen von Satelliten. Die exakte Kenntnis des Schwerefeldes ermöglicht die Untersuchung der Kontinentaldrift sowie die Erforschung von Erdbeben, Vulkanismus, Meereshöhenänderungen,



Ersttagsbrief aus Anlaß der Aussetzung von GFZ-1

Klimazyklen und anderer Geowissenschaftlicher Bereiche.

GFZ-1 wird ausschließlich von den Stationen des weltweiten Lasernetzes beobachtet, darunter auch von der GFZ-eigenen Station in Potsdam und der GFZ-Partnerstation in Santiago de Cuba.

Beobachtung im Lasernetz

Wegen der niedrigen Flughöhe von GFZ-1 dauert ein Überflug über die Stationen jeweils fünf Minuten. Das macht die Beobachtung schwierig. Zusätzliche Handicaps ergeben sich aus der Wetterabhängigkeit der Lasermessungen.

Die erste Möglichkeit, GFZ-1 zu beobachten, eröffnete sich den europäischen Stationen schon eine halbe Stunde nach dem Aussetzen des Satelliten. Die Station Grasse in Frankreich konnte GFZ-1 in einer Wolkenlücke kurz sichten, dabei aber keine Laser-Entfernungsmessungen durchführen. Die Station Graz in Österreich erhielt tatsächlich einige Aufzeichnungen von Laserpulsen. Ein ungewöhnliches Doppelreflexionsmuster deutet jedoch

Die bisher zur Bestimmung von Schwerefeldmodellen genutzten Satelliten bewegen sich in Bahnhöhen über 750 Kilometern. GFZ-1 dringt mit 400 Kilometern Bahnhöhe in eine Dimension vor, die eine erhebliche Steigerung der Schwerefeldauflösung mit sich bringt. Bereits im Anfangsstadium der GFZ-1-Mission konnte ein erstaunlicher Informationsgewinn konstatiert werden.

Mit neuen Schwerefeldmodellen auf der Basis zusätzlicher GFZ-1-Beobachtungen gelingt eine Verbesserung der Bahnanpassung von ursprünglich zwei Metern auf nunmehr 40 Zentimeter. Eine weitere Steigerung der Genauigkeit wird mit der Hinzunahme weiterer Daten und verbesserter Modellierung erfolgen.

Erst wenn GFZ-1 verschiedene Bahnhöhen durchlaufen hat und die Daten der gesamten Flugzeit ausgewertet worden sind, wird sich der volle Nutzen der Mission zeigen. Besonders die letzte Phase wird dabei wegen der rasch weiter absinkenden Bahnhöhe des Satelliten hohe Anforderungen an alle Beteiligten stellen.