

## Günstiger forschen dank Mitflugzentrale; Minisatelliten, kaum größer als ein Blumentopf, fliegen für wenig Geld ins All. Dort können sie große Erdbeobachter unterstützen

Gemessen an ihrer Größe sind sie nur Kleinkram, Lückenfüller. Und doch waren sie die heimlichen Stars beim jüngsten Raketenstart der indischen Raumfahrtorganisation Isro. Am gestrigen Mittwoch um 8.21 Uhr MESZ hob das Geschoss namens PSLV-C14 ab, um einen Erdbeobachtungssatelliten ins All zu bringen. Neben dem knapp eine Tonne schweren Koloss befanden sich auch sechs Kleinstsatelliten an Bord, die zusammen gerade 20 Kilogramm wiegen und nun um die Erde kreisen.

Vier von ihnen sind besonders mickrig: Würfel mit je zehn Zentimetern Kantenlänge, nur zwei Pfund schwer. "Picosatelliten" werden die Winzlinge auch genannt. Sie sollen die Arbeit der Forscher wesentlich erleichtern, weil sie verhältnismäßig billig sind. "Als Zuladung für reguläre Raketenflüge betragen die Startkosten nur 40 000 Euro pro Kilo", sagt Hakan Kayal von der **Universität Würzburg**. "Bei großen Satelliten muss man je nach Trägerrakete mit 50 bis 150 Millionen rechnen." Zwar werden die kleinen Flieger niemals so präzise und umfangreich messen können wie ihre großen Brüder. "Aber besser eine Flotte von Kleinstsatelliten als gar keine Daten", lautet das Motto der Wissenschaftler.

So weit ist es aber noch nicht. "Für derart kleine Satelliten gibt es kaum Steuertechnik", sagt Klaus Briß von der Technischen **Universität** Berlin (TU), deren "Beesat" (Berlin Experimental and Educational Satellite) gestern Mittag gegen zwölf das erste Funksignal geschickt hat. Die TU-Forscher haben ein Lageregelungssystem entwickelt, das den Satelliten so ausrichtet, dass er stets auf die Erde blickt. "Wir nutzen dafür kleine Schwungräder, etwa so groß wie 1-Euro-Münzen", berichtet Briß. Diese sind in verschiedenen Richtungen montiert und rotieren dank Solarzellen und Batterien mit rund 2000 Umdrehungen pro Minute. Wird via Funksignal die Drehzahl einzelner Schwungräder verändert, sollte der Satellit gemäß den Gesetzen der Physik seine Lage ändern.

Während der geplanten Missionsdauer von zwölf Monaten wollen die Wissenschaftler ihre Entwicklung testen und weiter voranbringen. Beesat ist der mittlerweile achte Picosatellit der TU.

Neben dem Berliner Modell hoben gestern auch Picosatelliten aus **Würzburg**, Istanbul und Lausanne zu einer 720 Kilometer hohen Umlaufbahn ab. "Ersetzen werden sie die großen Satelliten niemals, aber hoffentlich sinnvoll ergänzen", sagt Briß. Etwa in der Hochatmosphäre in 200 Kilometer Höhe. Diese Sphäre ist für Forschungsballone zu hoch, für zentnerschwere Satelliten aber zu niedrig - sie würden sich nur Tage oder Wochen dort halten und bald an Höhe verlieren und verglühen. Nicht zuletzt benötigen die Picosatelliten ihre großen Brüder auch, um überhaupt ins All zu kommen. Denn der Transport ist gerade deshalb so billig, weil die kleinen Würfel als Lückenfüller in die Rakete gepackt werden können.

Das Prinzip kann sich selbst bei größeren Mitfliegern lohnen, wie eine aktuelle Machbarkeitsstudie der TU Berlin und des Geoforschungszentrums Potsdam (GFZ) ergeben hat. Dem Programm "Micro-GEM" zufolge könnten mehrere etwa 100 Kilogramm schwere Kleinstsatelliten die Erde umkreisen und so flächendeckend und in kurzer Zeit Daten gewinnen. Die Geräte würden beispielsweise den Meeresspiegel vermessen, um potenzielle Tsunamis zu erkennen, berichtet Jens Wickert vom GFZ. Statt auf herkömmliche Radartechnik setzen die Wissenschaftler dabei auf Messwerte zur Positionsbestimmung, gemeinhin als GPS-Signale bezeichnet. "Wir wollen aber auch das System 'Galileo' einbeziehen, weil damit eine noch größere Genauigkeit erreicht wird", sagt Wickert.

14 Millionen Euro würde ein einzelner Kleinstsatellit kosten, einschließlich zwei Jahren Betriebszeit - rund ein Zwanzigstel dessen, was ein großer Erdbeobachter kostet. Aber eben doch 14 Millionen Euro. Ralf Nestler