

Ausguck im Orbit: Der Corot-Satellit späht nach fernen Planeten.

Per Anhalter in die Galaxis

Fast 900 Satelliten kreisen über unseren Köpfen. Bald schaut uns auch die Universität Stuttgart von oben zu / Von Michael Brendler

Kaum zu glauben, dass diese runde Metallkugel einer ganzen Nation einen Schrecken eingejagt haben soll. Ein Ball von gerade mal 58 Zentimetern Durchmesser, knappe 84 Kilogramm schwer, in frisch für den Ruhm der Revolution poliertem Alu und bestückt mit vier Antennen. Ähnlich spartanisch wie das Äußere war auch das Innenleben des Satelliten Sputnik I gehalten, den die Sowjetunion am 4. Oktober 1957 ins All hochschoss: Es be-

noch schwarz. Nur auf einem zieht gerade die Raumstation ISS ihre Bahnen, ein anderer blinkt rätselhaft vor sich hin. Aber wenn der Vierjahresplan des Instituts erfüllt ist, soll von hier aus sogar ein eigener Mondflug dirigiert werden.

„Andere träumen, wir bauen“, sind die Plakate an den kahlen Betonwänden überschrieben, die für die unbemannte „Lunar Mission BW1“ das Datum 2009+ anvisieren. Optimistische Töne, dabei ist selbst von dem ersten Projekt, dem „Flying Laptop“, bisher noch nicht mehr zu sehen als ein Metallrahmen, aus dem ein Gestrüpp von bunten Kabeln und ein paar zu testende Sensoren ragen – aber zumindest die Simulationen am Computer sind abgeschlossen.

Auch Projekt zwei und drei des Vierstufenplans – die per selbst entwickeltem Elektroantrieb durchs All bewegte Perseus-Mission und die Sonde Cermit, mit der der Wiedereintritt in die Atmosphäre geübt werden soll, existieren bisher nur im Computer. Aber immerhin steht in dem zum staub- und keimfreien Reinraum umgerüsteten Seminarraum ein zwei Meter hoher Alurahmen zur Satellitenmontage.

60 mal 70 mal 80 Zentimeter soll der fliegende Kleinstrechner einmal werden und 120 Kilogramm schwer. Platz zum Zusammenschrauben wäre zwar auch für größere Objekte, „aber bei denen könnten wir uns noch nicht einmal den Start leisten“, erklärt Sebastian Walz, der als Ingenieur am Institut arbeitet. 10 000 Euro pro Kilogramm, die kommerzielle Betreiber für eine Fahrkarte ins All hinlegen, sind kein Pappenstiel. Universitäten sind deshalb auf günstige Mitflugmöglichkeiten, den so genannten Piggy Back Launch, den Huckepack-Start, angewiesen. Zu gute kommt ihnen dabei, dass die

Europäer beispielsweise bei ihrer Ariane-V-Rakete darauf angewiesen sind, die vorgesehene Nutzlast von 20 Tonnen durchs Dummies aufzufüllen, wenn sie nicht vollständig ausgebucht sind. Dann wird auch mal ein Kleinstsatellit aus einem Unilabor für wenig Geld unter den Fahrgast geschraubt. Aber Trampen ist eben mit Abstrichen verbunden: „Leider können wir die Umlaufbahnen nicht frei wählen, sondern werden zusammen mit den Hauptlasten ausgesetzt“, sagt Walz.

Rund um den Globus treiben sich dort schon 860 Satelliten aus 40 verschiedenen Ländern herum –

wünschte Richtung dreht. Und weil man im All alles doppelt dabei haben sollte, erfüllen drei Holzstäbe, wenn sie sich einmal als Elektromagneten vom Erdmagnetfeld wegstemmen, denselben Zweck. Um auch zu wissen, wohin man steuert, werden nächstes Jahr fünf verschiedene Sensorsysteme an Bord sein. Magnetometer kalkulieren die Lage anhand des Erdmagnetfelds, Drehsensoren messen das Trudeln des künstlichen Trabanten, Sonnensensoren die Stellung zur Sonne und selbst ein GPS ist an Bord. Das genaueste System ist aber die Kamera, die die Position der Sterne mit den

14 000 im Bordcomputer abgespeicherten Sternbildern vergleicht. Etwa 25 Jahre könnte so ein technisches Wunderwerk vor sich hinkreisen, bevor es in die Atmosphäre stürzen würde. Wenn der Weltraum nicht so eine unwirtliche Gegend wäre. Die Temperaturen springen blitzschnell zwischen brüllend heiß und eiskalt hin und her. Gleichzeitig prasseln kosmische Strahlen auf den Satelliten ein, und es droht jederzeit ein Bombardement durch Weltraumschrott. Wahrscheinlich zwei, höchstens zehn Jahren geben die Stuttgarter ihrem Laptop zu leben – da nützt auch die Goldfolie nichts, in den sie ihn wickeln. Ein warnendes Beispiel haben sie gleich vor Augen. Vor zwei Jahren hatten schon einmal Studenten der Fakultät einen Satelliten ins All geschossen. Sechs Stunden währte der Ausflug von SSeti, dann versagten wegen eines Konstruktionsfehlers die Batterien. Sie waren leider nur einmal an Bord.



mit teils beeindruckenden Fähigkeiten. Es gibt Erdbeobachtungssatelliten, die allein anhand der millimetergroßen Formveränderungen eines Vulkans auf ihren Radarbildern errahnen, ob der Berg kurz vorm Ausbruch steht. Militärsatelliten sollen sogar in der Lage sein, 20 Zentimeter große Objekte aus einer Höhe von 400 bis 500 Kilometern auszumachen – Menschen könnten sie allerdings noch nicht identifizieren.

Auch die Aufgaben des Flying Laptops sind klar definiert. Seine Infrarot- und Multispektralkamera werden die Erdoberfläche nicht aus den Augen lassen, während der Satellit mit sechs Kilometern pro Sekunde über die Erdoberfläche rast. Der Grund: Je nach dem Winkel von Sonneneinstrahlung und Beobachtung verändert sich auch die Reflektion des Lichts, und damit für Beobachter aus dem All die Farbe des Erdbodens. Diesen Effekt wollen die Stuttgarter berechenbarer machen und damit die Genauigkeit anderer Beobachtungssatelliten heben.

Zweites Missionsziel ist es, neue Technologien zu testen. „Die Raumfahrtbranche ist sehr konservativ“, sagt Walz. „Was sich nicht schon oben bewährt hat, hat bei einem kommerziellen Flug keine Chance.“ Also bleiben die Innovationen den Kleinstsatelliten überlassen. Während Astra und Eutelsat die C64-Ära gerade erst verlassen haben, wird der Stuttgarter Rechner gar keinen Prozessor mehr benötigen. Auch im Bereich der Kommunikations- und Kontrollsysteme will der Flying Laptop der Konkurrenz voraus sein.

All das ist schwer vorzustellen, wenn man vor dem Modell steht, das die Studenten in Originalgröße aus Sperrholz gebastelt haben. Eine Ahnung, wie komplex so ein Satellit ist, bekommt man dennoch. Allein die Steuerung: Vier Rollen sollen bei ihrer Beschleunigung einen Gegenimpuls auslösen, der den Laptop in die ge-

FRAGEN SIE NUR!

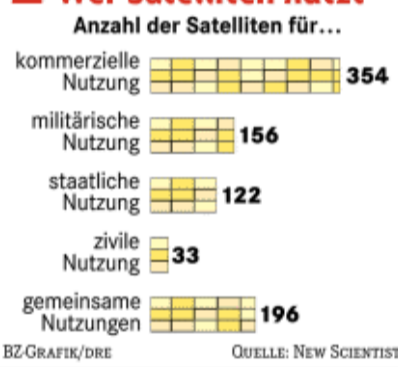
Ohnmächtig geputzt

Wieso muss man husten, wenn man sich die Ohren putzt?

Verantwortlich dafür ist der Nervus vagus – ein Nervenbündel, das sich vom Hirnstamm aus am Hals entlang über Luft- und Speiseröhre bis zum Magen erstreckt. „Im Gehörgang gibt es ein höchstens fingernagelgroßes Areal, an dem einige Zellen des Bündels enden“, erklärt Dr. Christof Steigerwald, Oberarzt an der Uniklinik Freiburg. „Trifft man mit dem Wattestäbchen auf diese Stelle, kann das einen Reflexbogen auslösen. Da der Nervus vagus auch die Luftröhrenschleimhaut mit Nervenimpulsen versorgt, müssen manche Patienten dann krampfhaft husten.“ Der Hustenreiz ist aber noch das Harmloseste: Als Teil des parasympathischen Nervensystems steuert der Nervus vagus auch die Herzfrequenz. Seine Reizung kann also im schlimmsten Fall mit einem Kreislaufkollaps enden. Steigerwald kennt viele Patienten, denen bei der Ohrreinigung leicht schummrig wurde – von Ohrstöpschen rät er, die Finger zu lassen. *jom*

Noch Fragen? Fragen Sie nur! Per Postkarte an die Badische Zeitung, Basler Straße 88, 79115 Freiburg oder per E-Mail an fragen@badische-zeitung.de.

Wer Satelliten nutzt



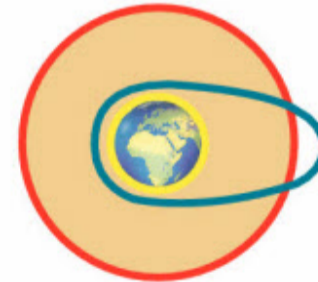
stand aus einem robusten Langwellensender, dem fortan Funker in der ganzen Welt lauschten. Um zu erleben, welchen technologischen Quantensprung die Raumfahrt seitdem gemacht hat, muss man nicht erst über den Atlantik reisen. Es reicht eine Fahrt in die Landeshauptstadt. Dort im Stuttgarter Institut für Raumfahrtssysteme bastelt das Team von Hans-Peter Röser nicht nur an eigenen Satelliten. Es richtet sogar ein Kontrollzentrum ein. Nicht Houston oder Darmstadt, sie selbst wollen den Flugkörpern diktieren, wohin sie ihre Kameras zu richten haben.

Momentan sind die meisten der PC-Bildschirme in dem Glasraum allerdings



Rush Hour im All: Satelliten, Raketenbauteile und Schrott, insgesamt 6000 Tonnen umschwirren die Erde. Am dichtesten auf dem hier gezeigten erdnahen Orbit. Oben: der Flying Laptop FOTOS: ESA/UNI STUTTGART

Satelliten im Orbit



Elliptischer Orbit
• 46 Satelliten
Kommunikationssatelliten, die auch die Polarregionen abdecken.

Low earth Orbit (200 bis 2000 km)
• 417 Satelliten
Kommunikationssatelliten, Erdkundungs-, Wetter- und Spionagesatelliten. (Erdumrundungszeit ca. 100 Minuten)

Medium earth Orbit (2000 bis 35 800 km)
• 47 Satelliten
Navigationsatelliten (GPS, Galileo) (Erdumrundungszeit in 10 000 km Höhe ca. sechs Stunden)

Geostationärer Orbit (35 800 km)
• 351 Satelliten
Kommunikations-, Wetter- und militärische Frühwarnsatelliten. (Erdumrundungszeit: 24 Stunden)

BZ-GRAFIK/NEW SCIENTIST

GEISTESBLITZE

Strahlendes Wetter

Kurz nach vier klirren die Fensterscheiben in den Dörfern am Ende der Welt hinter dem Ural. Dann kehrt eine tödliche Stille ein. Niemand reagiert auf den ungewöhnlichen Knall. Heute vor 50 Jahren kommt es in Kyschtym zu einem der größten Atomunfälle der Geschichte. Doch die Menschen in den Dörfern ahnen nichts. Sie wissen gar nicht, wie ein Atomunfall aussähe. Die Strahlen lassen sich weder schmecken noch riechen. Dabei hat die Explosion von Kyschtym wahrscheinlich mehr Radioaktivität freigesetzt als Tschernobyl. Kurz nach dem Weltkrieg hatte Stalin den Bau eigener Atombomben befohlen. Häftlinge aus den sowjetischen Gulags errichteten im Ural in wenigen Monaten dafür zahlreiche Fabriken. Die wichtigste ist die Plutoniumfabrik Majak, auf Deutsch „Leuchtturm“. Die 20 000 Arbeiter leben in einer Kleinstadt, die es offiziell gar nicht gibt. Das Wasser aus den Seen in der Umgebung dient als Kühlwasser. In der Anfangszeit fließen die radioaktiven Abwässer auch wieder dorthin zurück. Doch als sich die Fehlgeburten häufen und Bauern auf rätselhafte Weise sterben, wird das Abwasser in unterirdische Tanks geleitet. Es brodeln, radioaktives Strontium-90 und Cäsium-137 zerfallen und setzen Wärme frei. In einem Tank fällt das Kühlsystem aus. Am 29. September 1957 genügt ein Funke aus einem defekten Kontrollgerät, um das explosive Gemisch zu entzünden. Der Tank unter dem Dorf Kyschtym explodiert, die zweieinhalb Meter dicken Betonwände bersten. Achtzig Tonnen Atom Müll steigen als radioaktive, dunkelrote Wolke in den Himmel. Eine 110 Kilometer lange Schneise wird verstrahlt. Zehntausende werden umgesiedelt. Die Zahl der Todesopfer ist bis heute nicht bekannt, weil das Unglück 32 Jahre geheim gehalten wird. Noch heute ist Majak aktiv und radioaktive Stoffe werden weiter in die Tanks gefüllt. *jjev*