



Der Global-Precipitation-Measurement-Satellit misst Niederschläge – egal ob Schnee, Regen oder Hagel.
© NASA

Blick durch die Wolken

Automatisierter Software-Test schützt NASA-Satelliten vor Fehlern.

Text: Monika Weiner

Tanegashima Space Center, 28. Februar 2014. Der Countdown läuft, in wenigen Sekunden wird die japanische H-IIA-Rakete starten, die einen neuen Satelliten ins All katapultiert. Gespannt verfolgen die Ingenieure bei der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA im mehr als 10 000 Kilometer entfernten Washington das Geschehen auf dem Monitor. Wenige Stunden später kreist der Global-Precipitation-Measurement (GPM)-Satellit im Orbit: Der erste seiner Art, der Niederschläge – egal ob Schnee, Regen oder Hagel – exakt messen kann. Rund um die Uhr, rund um den Globus und in unterschiedlichen Lufthöhen. Mussten die Meteorologen bisher mühsam Daten von Wettermessstationen am Boden auswerten, um den Einfluss von Niederschlägen auf Wetter und Klima zu erforschen, können sie künftig auf ein umfassendes Datenpaket zugreifen: Der Satellit erfasst Niederschläge überall auf der Erde – und sogar durch Wolken hindurch.

Jahrelang haben die Ingenieure diesem Moment entgegengefeuert, Konzepte erstellt, Systeme geprüft, Checklisten abgearbeitet. Eigens für die Mission wurde eine neue Messtechnik entwickelt: Das Global-Precipitation-Measurement-System besteht aus einem Multi-Kanal-Mikrowellen-Radiometer, das Mikrowellen-Strahlung detektiert, die von der Erdoberfläche und der Atmosphäre emittiert wird. Aus diesen Werten lässt sich errechnen, wie viel Wasser in Form von Regen und Schnee in der Atmosphäre gespeichert ist. Die Analyse gelingt freilich nur, wenn alles funktioniert, wie geplant. Kleine Pannen können das gesamte Projekt gefährden und sind, wenn sich der Satellit einmal im Orbit befindet, 400 Kilometer über der Erde, schwer, möglicherweise auch gar nicht zu beheben. Zuverlässigkeit ist daher oberstes Gebot, auch in der Software-Entwicklung. »Nur wenn alle Programme einwandfrei funktionieren und auch in nicht vorhersehbaren Situationen zuverlässig arbeiten, kann der Satellit seine Mission erfüllen«, erklärt Dr. Mikael Lindvall, Computerwissenschaftler am amerikanischen Fraunhofer Center for Experimental Software Engineering CESE in Maryland, USA.

Im Auftrag des Office for Safety and Mission Assurance der NASA hat sein Team ein neues Software-Testverfahren entwickelt, das den hohen Ansprüchen genügt. Das Projekt wäre nicht möglich gewesen ohne die enge Kooperation mit Dave McComas, der bei der NASA zuständig

ist für die »Core Flight Software«, betont Lindvall. Die Forscher kennen sich schon lange. Seit Jahren arbeiten sie zusammen. Da ist es praktisch, dass das Fraunhofer-Center auf dem Campus der University of Maryland nur sechs Meilen vom Goddard Space Flight Center entfernt liegt. Für amerikanische Verhältnisse ein Katzensprung.

Lindvall weiß sehr genau, welche Probleme die NASA-Ingenieure haben: »Um Fehlfunktionen auszuschließen, muss jedes Programmpaket getestet werden – bisher meist in Handarbeit.« Eigens ausgebildete Prüfer arbeiten exakt vorgegebene Protokolle ab, die beispielsweise vorschreiben, wie die Software auf bestimmte Situationen und Befehle reagieren muss. Während des Testlaufs werden alle verdächtigen Reaktionen des Systems festgehalten. Diese Ergebnisse gehen zurück an die Entwickler, die dann nach möglichen Fehlern – »Bugs« – suchen und diese auszumerzen versuchen. Alles in allem ein enorm zeitraubendes Prozedere, das mit jeder neuen Softwaregeneration noch teurer wird. »Die Programme werden immer größer und komplexer, damit gibt es immer mehr Dinge, die schief gehen können«, weiß Lindvall. »Und jedes Mal, wenn man nachträglich etwas verbessert, können sich wieder neue Bugs einschleichen. Dann müssen wieder die Prüfer ran. Das macht traditionelle Testverfahren sehr aufwändig.«

Millionen Tests in Sekunden

Zusammen mit seinem Kollegen Dr. Dharma Ganesan hat der Computerspezialist ein neues Verfahren entwickelt: den Fraunhofer Approach for Software Testing, kurz FAST. Das neue, automatisierte »modellbasierte Testen« ist schneller, effektiver und effizienter als bisherige manuelle Prüfverfahren: »Mit FAST können wir innerhalb von Sekunden Millionen Tests durchführen, statt in Handarbeit jeden einzeln abzuarbeiten. Der Vorteil ist, dass wir die Software systematisch testen und dabei ganz unterschiedliche Startvoraussetzungen wählen können«, so Lindvall. »Unser System automatisiert viele Schritte. Am Ende wissen wir genau, was wir getestet haben und wo die Bugs sind. Und nach einem Software-Update lassen sich die Tests mühelos wiederholen, um herauszufinden, ob sich neue Fehler eingeschlichen haben.«

Bei der Entwicklung der Software für den neuen GPM-Satelliten hat sich das Verfahren bewährt. Hier galt es, die komplexen Algorithmen für die

Datenübertragung zu testen: Alle drei Stunden, wenn der Satellit das »Tracking and Data Relay Satellite System« in New Mexico überfliegt, müssen innerhalb weniger Minuten die Messdaten der letzten Erdumrundung abgerufen und ins Mission Operation Center übertragen werden. Da kann einiges schiefgehen. Alle Eventualitäten vorab zu testen, wäre bisher schier unmöglich gewesen – man hätte Tausende von Prüfungen durchführen müssen. Mit dem neuen modellbasierten Testverfahren konnten die Fraunhofer-Forscher die kritischen Teile des Flug- und Bodensystems jedoch vorab prüfen, berichtet Lindvall. »Die NASA hat auf diese Weise nicht nur Zeit und Geld gespart, sondern auch zusätzliche Sicherheit gewonnen.«

Ein Testverfahren macht Karriere

Bis vor Kurzem hatte automatisierte Softwareprüfung keinen guten Ruf: Sie galt als kompliziert und teuer. Genutzt wurde sie fast ausschließlich von Wissenschaftlern. Softwareentwickler in der Industrie schreckten – wegen der hohen Kosten – davor zurück. Doch das wird sich möglicherweise bald ändern: Dem Fraunhofer-Team ist es gelungen, das Verfahren stark zu vereinfachen und es wirtschaftlich zu machen. Die Tools basieren auf kostenloser Open-Source-Software und sind einfach zu bedienen. »Man muss nur die Systematik verstehen. Jeder Prüfer kann das in 90 Minuten lernen«, so Lindvall.

Damit ist das neue Testverfahren nicht auf die Raumfahrt begrenzt. Es lässt sich überall einsetzen, wo Computerprogramme entwickelt werden, die sicher sein müssen: in der Automobilindustrie, Medizintechnik, Telekommunikation. »Alle Softwareentwicklungen lassen sich mit FAST enorm verbessern«, davon ist der Forscher überzeugt. Denn wenn die Programmierer schon vor dem Roll-out testen könnten, ob ihre Systeme wirklich funktionieren, dann würden Fehler vermieden, die für den Nutzer ärgerlich, für den Provider peinlich und mitunter sogar für Politiker imageschädigend sein können.

Prominentes Beispiel: die fehlerhafte Web-Seite »healthcare.gov«, die Ende 2013 online ging. Millionen Amerikaner versuchten hier in den ersten Tagen eine Versicherung abzuschließen – und scheiterten. Eine Schlappe, die sich hätte vermeiden lassen, meint Lindvall: »Hätte man die Software vorher wirklich gründlich geprüft, wäre das nicht passiert.« ■