

LabVIEW in Space

Klaudius Pinkawa
A.M.S. Software GmbH

Harald Grundner, Enrico Noack
Airbus DS, Bremen

Kurzfassung

Seit Dezember 1977 werden im Rahmen des Forschungsprogramm TEXUS/MAXUS Raketen vom Esrange Space Center in Schweden gestartet (1). Die Zielsetzung des Forschungsraketen-Programms ist die wissenschaftliche Forschung unter Mikrogravitationsbedingungen . Zur Erfüllung der wissenschaftlichen Ziele wird für jedes Experiment eine spezielle Flug- und Boden-Hardware / Software entwickelt und gefertigt. Bei der Mission TEXUS53/HAMPP kamen erstmalig LabVIEW und NI-Hardware seitens Airbus DS zum Einsatz. Auch in dieser Hinsicht war es ein sehr erfolgreiches Pilot-Projekt, welches den weiteren Einsatz von NI-Hardware und LabVIEW bei Airbus DS motiviert.

Abstract

Since December 1977 rockets are launched from the Esrange Space Center in Sweden, in line with the TEXUS/MAXIUS research program. The objective of the rocket campaigns is the scientific research under microgravity conditions. To accomplish this goal, special flight/ground hardware and software is developed and manufactured for each experiment. For the mission TEXUS53/HAMPP, Airbus DS made use of LabVIEW and NI hardware for the first time; in this respect it was a very successful pilot scheme as well, motivating further employment of NI components and, of course, LabVIEW.



Eine TEXUS-Rakete (Payload-Module)

Das HAMPP¹-Experiment in TEXUS 53

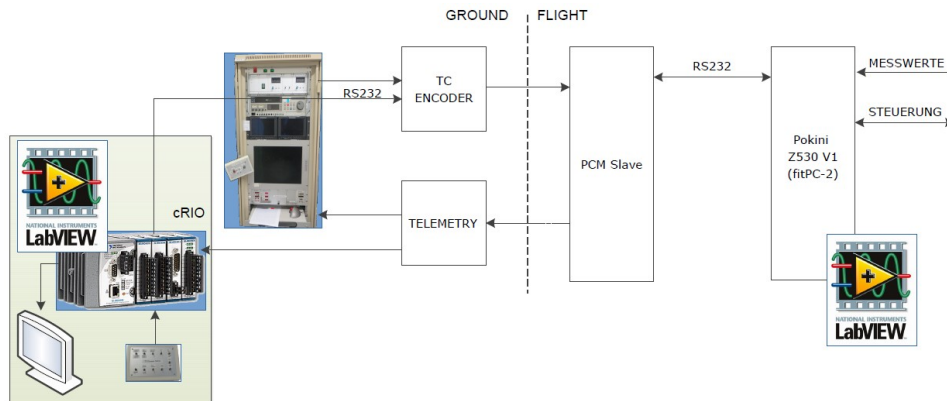
Die Inhalt des HAMPP-Experiments war die Fluoreszenz-basierte Analyse von Signalmolekülen der pflanzlichen Schwerkraftwahrnehmung.

Die untersuchten Zellkulturen (*Arabidopsis thaliana*, *C. V. Columbia*) besitzen ein Protein, das zwei grün fluoreszierende Proteinderivate (CFP, YFP) über Calmodulin kombiniert, was einen guten ein Ca^{2+} -Sensor darstellt. In Abwesenheit von Ca^{2+} ist kein Energietransfer zwischen CFP und YFP möglich. In der Gegenwart von Ca^{2+} wird die Calmodulin-Konformation in einer solchen Art und Weise verändert, dass das YFP nahe genug an das GFP herankommt und so eine Energieübertragung zu Stande kommt. Dabei verschiebt sich die emittierte Wellenlänge von 480 auf 535 nm. Diese Verschiebung wird durch die Erfassung beider Emissionswellenlängen gemessen. Die Empfindlichkeit der Messung wird durch Berechnung des Verhältnisses von beiden erhöht.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist nur die zeitliche Entwicklung der Fluoreszenzsignale wichtig und im Gegensatz zu der Fluoreszenzmikroskopie ist keine räumliche Auflösung erforderlich. Da die Fluoreszenzsignale von biologischen Proben im Allgemeinen schwach

¹ Der im technischen Jargon verwendete Name des Experimentes leitet sich vom Namen des Auftrag gebenden und den Versuch durchführenden Wissenschaftlers, Herrn Prof. Dr. Rüdiger Hampp ab.

sind und sie zusätzlich stark von Probe zu Probe variieren, sind Photomultiplier (PMT) als Detektoren eine gute Wahl. Sie bieten eine sehr hohe Empfindlichkeit im sichtbaren Bereich kombiniert mit der Möglichkeit die Verstärkung über einen weiten Bereich einzustellen. Das ermöglicht es, die sehr unterschiedlichen Signalstärken zu kompensieren.



Schema des technischen Aufbaus von HAMPP in TEXUS53

FLIGHT

An Bord der Rakete wurden ein lüfterloser Miniaturrechner (PC), autonome Temperaturregler (Peltier-Elemente) und USB-getriebene AD/DA-Wandler eingesetzt, die die Signale der Photomultiplier aufnahmen und deren Verstärkungsfaktoren steuerten. Sämtliche Software für Onboard-Datenerfassung, Experimentsteuerung, Telemetrie-generierung und Telekommandoverarbeitung war in LabVIEW unter Windows implementiert.

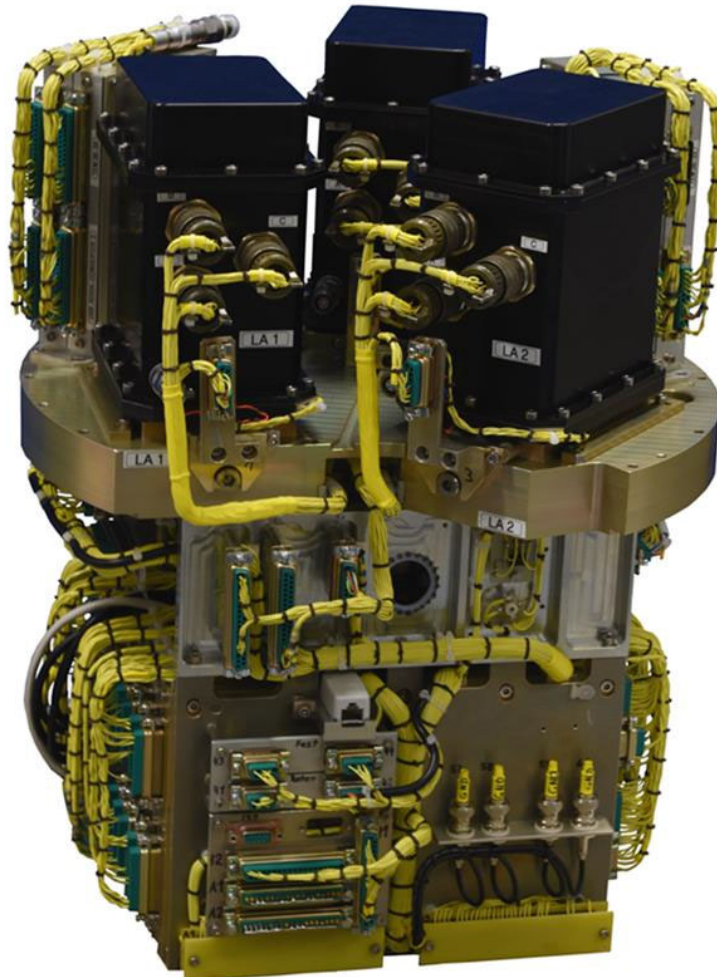
Die Messdaten wurden mit 100 Hz aufgenommen und auf dem Onboard-Massenspeicher (SSD) abgelegt, Telekommandos nach Ausführung ebenfalls dort protokolliert, desgleichen der Status der Wandler und Temperaturregler.

Für die Telemetrie wurden die Rohdaten der Photomultiplier auf einen Mittelwert aus jeweils 20 Samples reduziert und mit 5 Hz zum Boden gesandt, zusammen mit den Statusdaten der Hardware-Komponenten und den Telekommando-Bestätigungen.

In der LabVIEW-Anwendung an Bord waren zwar Bildschirmausgaben implementiert, die aber nur zur Entwicklungszeit und zum Abgleich mit der Bodenanlage genutzt wurden. Während des Fluges waren sie

abgeschaltet, LabVIEW lief "faceless" und wurde ausschließlich über Telekommandos gesteuert.

Die Implementierung von sowohl Boden- als auch Flugsegment in LabVIEW erlaubte einen ausschließlich aus LabVIEW-Clustern bestehenden Bereich gemeinsam genutzter Datenstrukturen, was die Software-Entwicklung sehr beschleunigte; Fehlersuche bei der Integration war auf ein Minimum reduziert, in jeder Integrationsstufe zeigte sich ein verblüffender "läuft auf Anhieb"-Effekt.



HAMPP Experiment-Modul (Ein Teil des Payloads der TEXUS-Rakete)

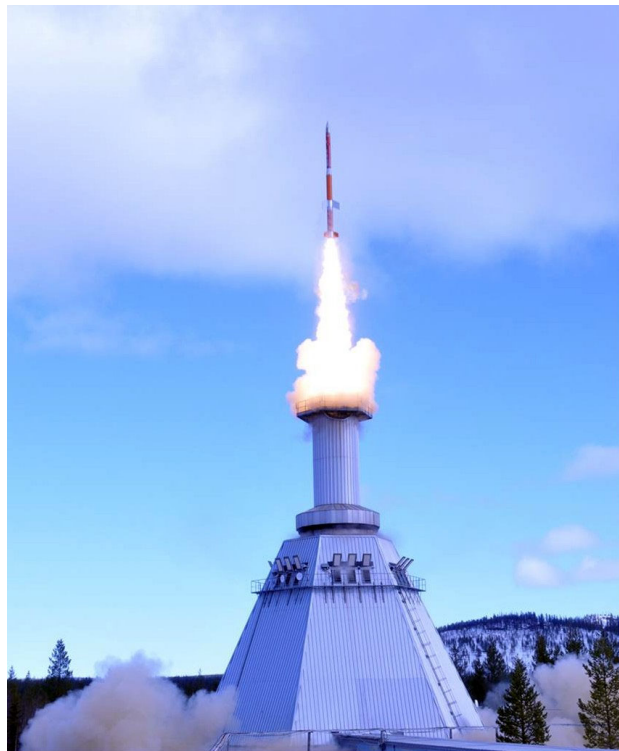
GROUND

Als Ground Control wurde ein kompaktes System aufgebaut, bestehend aus einem cRIO 9033 unter LabVIEW-RT. Die Visualisierung wurde ohne einen Windows-PC, direkt über den Display Port des cRIOs realisiert. Die Bedienung erfolgte über Maus und Tastatur (USB-Port am cRIO) und über ein Digitalinput-Panel (DI am cRIO). Diese Lösung wurde wegen ihrer Kompaktheit, Effizienz und Ergonomie vom Kunden und Anwender sehr geschätzt.

Besonderes Augenmerk lag auf der Implementierung eines robusten und den Gegebenheiten der Raumfahrt entsprechenden Kommando- und Daten-Übertragungsprotokolls in LabVIEW. Dies hat die Kopplung der beiden unabhängig entwickelten Sub-Systeme FLIGHT und GROUND wesentlich erleichtert.

Zusammenfassung

Im Rahmen der TEXUS53-Mission zur Mikrogravitations-Forschung kam seitens Airbus DS erstmalig Hardware-Komponenten von National Instruments sowie LabVIEW zum Einsatz. Die damit erstellten Sub-Systeme waren effizient, zuverlässig und ergonomisch.



Start einer TEXUS-Rakete im Esrange Space Center, Schweden (2)

Literatur

- [1] <http://www.space-airbusds.com/de/programme/texus-maxus.html>
- [2] <http://www.sscspace.com/esrange-space-center>