

COUNTDOWN [8]

Forschung unter Weltraumbedingungen

BEXUS

Ballon-Experimente
für Universitäts-Studenten

Research under Space Conditions

BEXUS

Balloon-borne Experiments
for University Students

| 3



EDITORIAL

Deutsche Raumfahrt in
Europa stärken

Editorial

A Stronger Role for German
Astronautics in Europe

3

EXTRATERRESTRIK

Internationales
Astronomiejahr 2009

Extraterrestrics

International Year of
Astronomy 2009

36



ISS

Forschung auf COLUMBUS
hat begonnen

ISS

Research Underway on COLUMBUS

6

GESCHICHTE

Die deutsche Raumfahrt 1984 – 1998

History

German Astronautics 1984 – 1998

44



EXPLORATION

Rückblick auf die Mission
ULYSSES

Exploration

Looking back at the ULYSSES Mission

20

RAUMFAHRT- KALENDER

Space Calendar

50

BEXUS

Ballon-Experimente für Universitäts-Studenten

Von Dr. Niklas Reinke

BEXUS

Balloon-borne Experiments for University Students

By Dr. Niklas Reinke



Hercules bewegt die
BEXUS-Experimentgondel
zum Startplatz. (S.12 / S. 13 links).

Letzte Vorbereitungen zum Start
von BEXUS (S.13 rechts)

Hercules is moving the BEXUS experiment
gondola towards the launch site
(page 12 / page 13 on the left)

Final BEXUS launch preparations
(page 13 on the right)

Es ist ein langer Weg zu ESRANGE. Mitunter muss man dreimal zwischenlanden, bevor man den Flughafen von Kiruna im schwedischen Norden erreicht. Dann liegen 45 Kilometer Autofahrt vor einem, über verlassene Straßen, durch düsteren Wald. Während sich in Mitteleuropa gerade erst der Altweibersommer verabschiedet, hat der Winter in Kiruna bereits begonnen.

Die 26 Studenten stört das nicht. Aus zehn Ländern sind sie vom 3. bis 11. Oktober nach Lappland gereist, aus ganz Europa und Australien. Schwer beladung mit Laptops, Messgeräten und Werkzeugkästen betreten sie das weitläufige Gelände von ESRANGE. Auf dem Areal ragen Höhenforschungsraketen wie Statuen eines gotischen Kirchhofs gen Himmel. Sie weisen die Richtung, in die es von hier aus geht. In der Mitte des Geländes sind in einem roten Backsteingebäude Administration und Missionskontrolle untergebracht. Von seinen Zinnen hat man einen guten Blick auf die Raketeneinrichtung mit dem pyramidenförmigen Startturm und den großflächigen Ballonstartplatz. Etwas abseits erhebt sich der Radar Hill, auf dem haushohe Parabolantennen die Flugbahnen der sich in polaren Erdorbits befindlichen Satelliten und Raketen beobachten.

Ein Programm für den wissenschaftlichen Nachwuchs

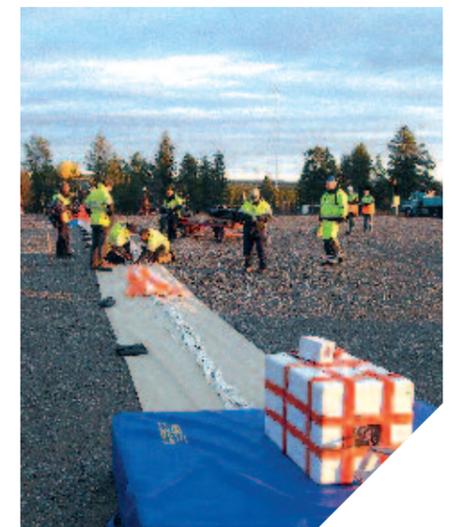
Die Studentinnen und Studenten erhalten in Kiruna eine neue Perspektive. Auf 68 Grad nördlicher Breite, nah an der norwegischen und finnischen Grenze, führen das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Schwedische Nationale Raumfahrt-Organisation (SNSB) ihr gemeinsames Programm REXUS/BEXUS durch. In dessen Rahmen ermöglichen DLR und SNSB Studenten, eigene praktische Erfahrungen bei der Vorbereitung und Durchführung von Raumfahrtprojekten zu gewinnen. Ihre Vorschläge für Experimente in der Gondel eines Ballons (BEXUS – Ballon-EXperimente für Universitäts-Studenten) oder auf Höhenforschungsraketen (REXUS – Raketen-EXperimente für Universitäts-Studenten) können jährlich im Herbst eingereicht werden. Jeweils die Hälfte der Raketen- und Ballon-Nutzlasten stehen Studenten deutscher Universitäten und Hochschulen zur Verfügung. SNSB hat den schwedischen Anteil für Studenten der übrigen ESA-Mitgliedsstaaten geöffnet, wobei die Ausschreibung über die ESA abgewickelt wird.

It's a long way to ESRANGE. A visitor might have to change planes three times en route before finally reaching Kiruna Airport in the north of Sweden. Another 45 kilometers by car on deserted roads through dark forests then lie ahead. While Central Europe is enjoying the last throes of an Indian summer, in Kiruna winter has already set in.

This does not trouble the 26 students there. Representing ten countries, they have traveled to Lapland from across Europe and even Australia for one week between October 3 and 11. They arrive at the rambling ESRANGE campus heavily loaded with laptops, measuring equipment, and toolboxes. The range is dotted with high-altitude research rockets, which loom out of the ground towards the sky like statues in a gothic churchyard. They are aimed in the same direction as everything else here. In the middle of the grounds is a red brick building housing administrative facilities and mission control. From the rooftop one has a good view over the large balloon launch area and the rocket facility with its pyramid-shaped launch tower. A short way off to the side rises Radar Hill, home to the house-sized parabolic antennas that monitor the flight paths of the rockets and satellites in polar Earth orbit.

A program for the new generation of scientists

The students at Kiruna get to see things from a new perspective. At a latitude of 68 degrees north, close to the Norwegian and Finnish borders, this is the site of the REXUS/BEXUS program run jointly by Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) and the Swedish National Space Board (SNSB). This program gives students the chance to gain practical experience with the preparation and implementation of astronautics projects. Every fall there is a chance to put forward suggestions for experiments to be carried either in the gondola of a balloon (BEXUS – Balloon-borne EXperiments for University Students) or on board a high-altitude research rocket (REXUS – Rocket-borne EXperiments for University Students). In each case, half of the rocket or balloon payload is available to students from German universities and colleges. SNSB has opened up the Swedish share to students from the remaining ESA member states, with proposals being evaluated by the ESA.



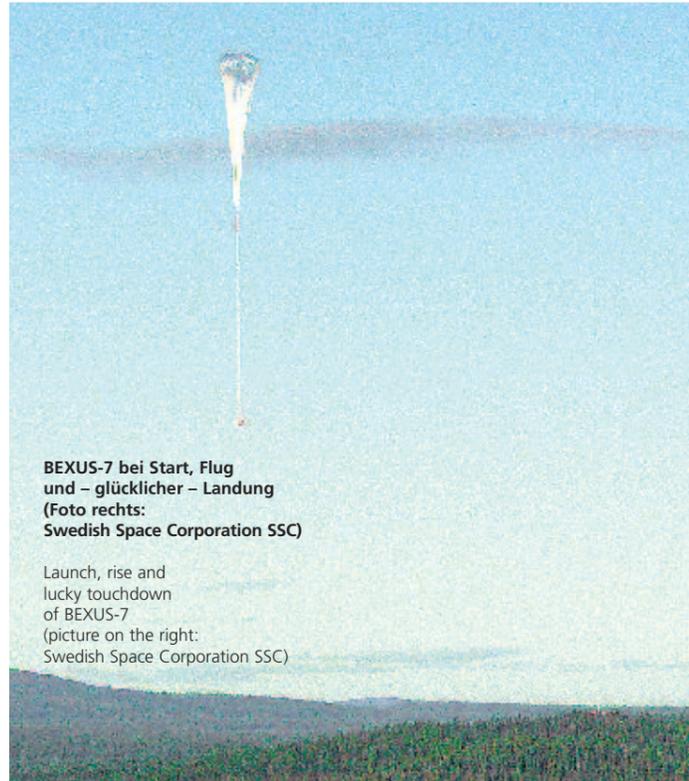
Die programmatische Leitung und die Ausschreibung der deutschen Experimente erfolgt durch die DLR Raumfahrt-Agentur in Bonn. Für die Organisation, Betreuung und Integration der deutschen Experimente wurde am DLR-Institut für Raumfahrtssysteme in Bremen das REXUS/BEXUS-Projektbüro eingerichtet. Ihm obliegt die DLR-interne Projektleitung. Die Flugkampagnen werden von EuroLaunch, einem Joint Venture der Mobilien Raketen Basis des DLR (MoRaBa) und dem ESRANGE Space Center des schwedischen Raumfahrtunternehmens SSC (Swedish Space Cooperation), durchgeführt.

BEXUS-Ballone eignen sich besonders für die Atmosphärenforschung und technologische Experimente, denn sie durchfliegen die Troposphäre und stoßen vor in die über ihr liegende Atmosphärenschicht, die Stratosphäre. Die Ballone bestehen aus mikrometerdünner Folie, so fein wie ein Haar. Während ihres drei- bis sechsständigen Flugs erreichen sie eine Höhe zwischen 20 und 35 Kilometern. Bei minus 50 Grad Celsius ist es hier oben empfindlich frisch, und der Luftdruck beträgt auf maximaler Höhe nur wenige Tausendstel des Bodendrucks, weshalb die Forschungsteams Instrumente auswählen müssen, die solchen Bedingungen widerstehen. Das gesamte Forschungsequipment muss robust in der Ballongondel, einem Aluminiumgestell, installiert sein, denn trotz vorhergehender Messungen kann ein ruhiger Flug nicht immer garantiert werden: In der oberen Troposphäre bläst hier noch zuweilen der Polarfront-Jetstream. Solche schmalen Starkwindbänder bilden sich als Ausgleichsbewegungen entlang von Zonen unterschiedlicher Temperaturen, vornehmlich zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten, und können Windgeschwindigkeiten von bis zu 500 Kilometer pro Stunde erreichen.



Program administration and evaluation of proposals for the German experiments is carried out by the DLR Space Agency in Bonn. To facilitate the organization, supervision, and integration of the German experiments, the REXUS/BEXUS project office was established at the DLR Institute of Space Systems in Bremen. This office is responsible for the internal project management at DLR. Flight campaigns are coordinated by EuroLaunch, a joint venture between the Mobile Rocket Base (MoRoBa) and the ESRANGE Space Center belonging to the Swedish Space Corporation (SSC).

BEXUS balloons are particularly suitable for atmospheric research and technological experiments because they fly through the troposphere reaching into the atmospheric layer that lies above it, the stratosphere. The balloons are constructed using micrometer-thin films as fine as a human hair. During a three- to six-hour flight, the balloons can reach altitudes of between 20 and 35 kilometers. At minus 50 degrees Celsius, conditions up there are



BEXUS-7 bei Start, Flug und – glücklicher – Landung
(Foto rechts: Swedish Space Corporation SSC)

Launch, rise and lucky touchdown of BEXUS-7
(picture on the right: Swedish Space Corporation SSC)

Vorbereitungen am Polarkreis

Am Ballonstartplatz steht die Vorbereitungshalle, die aufgrund ihrer Größe „Kathedrale“ genannt wird. In dieser geht es die letzten Tage vor dem Start emsig zu. Die acht Experimentteams haben sich an langen Werkbänken breit gemacht, sie schrauben, löten, bohren. Mit den Ballonstarts erreichen ihre Forschungsprojekte den Höhepunkt, auf den die Nachwuchswissenschaftler seit einem Jahr hin gearbeitet haben. Drei Experimente aus deutschen Hochschulen konnten sich für die diesjährige Forschungs-Kampagne qualifizieren, fünf weitere stammen von Studenten aus Schweden, Polen, Rumänien, Italien, Niederlande, Österreich, Tschechien und Australien.

Anne Theuerkauf sieht zuversichtlich auf die kleinere der beiden Ballongondeln. Sie ist Doktorandin am Leibniz-Institut für Atmos-

phärenphysik an der Universität Rostock und vor einem Jahr über das Internet auf die Ausschreibung der DLR Raumfahrt-Agentur aufmerksam geworden. „Viel Zeit hatten wir nicht“, bringt sie ihre Vorbereitungen auf den Punkt, dafür aber macht alles einen sehr profunden Eindruck. Zusammen mit zwei Kommilitoninnen hat sie gleich zwei Versuche eingereicht – beide wurden angenommen, beide sollen im Rahmen ihrer Doktorarbeit ausgewertet werden.

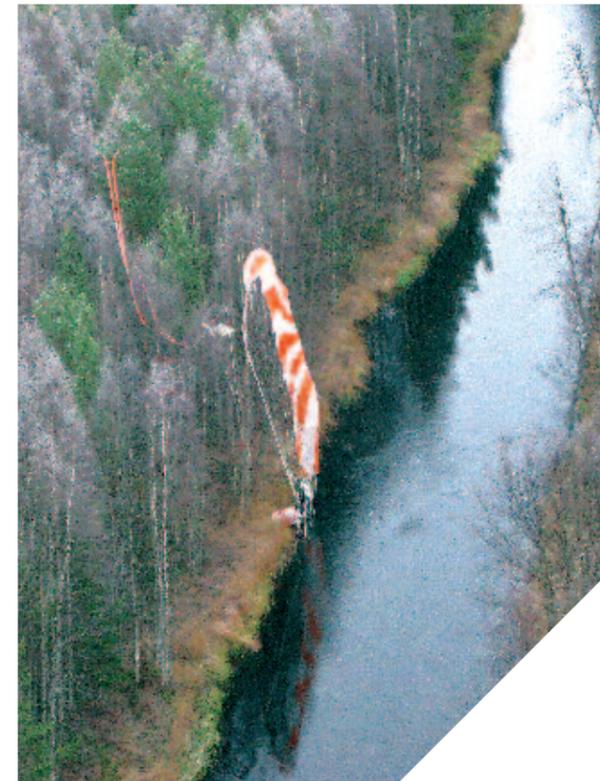
phärenphysik an der Universität Rostock und vor einem Jahr über das Internet auf die Ausschreibung der DLR Raumfahrt-Agentur aufmerksam geworden. „Viel Zeit hatten wir nicht“, bringt sie ihre Vorbereitungen auf den Punkt, dafür aber macht alles einen sehr profunden Eindruck. Zusammen mit zwei Kommilitoninnen hat sie gleich zwei Versuche eingereicht – beide wurden angenommen, beide sollen im Rahmen ihrer Doktorarbeit ausgewertet werden.

Das Ziel ihrer Experimente Turatemp (Turbulence in the stratospheric temperature field) und Turawind (Turbulence in the stratospheric wind field) besteht darin, die in der Stratosphäre ablaufenden physikalischen Vorgänge besser zu verstehen und damit einen Beitrag zur Klimaforschung zu leisten. Die Studentinnen vermessen dazu in der Stratosphäre kleinräumige Schwankungen im Temperatur- und Windfeld. Die Ergebnisse dieses Experimentes sollen in Computermodell über das Weltklima einfließen.

Preparations at the Arctic Circle

The preparation hall, which, due to its size, is known as the “Cathedral”, is located at the balloon launch site. This is a scene of bustling activity in the last few days before the launch. The eight experiment teams have spread themselves out across long workbenches and are busy screwing, soldering, and drilling. The launch of the balloons will represent the highlight of the research projects that the young scientists have been working on for the last year. Three experiments from German universities were able to qualify for this year's research campaign, with five more coming from students from Sweden, Poland, Romania, Italy, the Netherlands, Austria, the Czech Republic, and Australia.

Anne Theuerkauf looks confidently at the smaller of the two balloon gondolas. She is a doctoral student at the Leibniz Institute for Atmospheric Physics at the University of Rostock and first learned of the call for proposals from the DLR Space Agency on the Internet a year ago. “We didn't have a lot of time”, she explains, bringing her preparations straight to the point; this does, however, give everything a very profound appeal. Together with two fellow students she immediately entered two experiments – both were accepted and will be evaluated as part of her doctoral thesis.



The aim of their experiments, TURATEMP (Turbulence in the stratospheric temperature field) and TURAWIND (Turbulence in the stratospheric wind field), is to gain a better understanding of the physical processes that occur in the stratosphere and to use this knowledge to contribute to climate research. To achieve this, the students will measure small-scale fluctuations in the temperature and wind fields in the stratosphere. The idea is to feed the results of this experiment into a global climate computer model.

The teams have two days to install their systems into the balloon gondolas, then it gets serious: Sunday sees the interference test for BEXUS-6, the balloon scheduled to fly on Monday. A heavy-duty crane system heaves the metal cube to the three-story high portal in the Cathedral, where it is handed over to HERCULES, a lifting truck with the dimensions of a locomotive. Weighing in at over 70 tons, the balloon launcher is one of only two of its kind, the other being in the USA. HERCULES has to be strong and heavy to withstand the lifting forces that occur during a balloon launch. Some of the large balloons do, after all, have a volume of over one million cubic meters.

Today, however, the machine is just being used to move the research gondola a few meters from the preparation hall, in order to test whether the telemetry data from the experiments can be transmitted as planned to ground control without any electromagnetic interference between the various test devices. After two hours they are sure: BEXUS-6 is ready for lift-off.

Zwei Tage haben die Teams Zeit, ihre Anlagen in die Ballongondeln einzubauen, dann wird es ernst: Am Sonntag erfolgt der Interferenz-Test für BEXUS-6, dem für Montag vorgesehenen Ballon. Ein gewaltiges Kransystem hievt den Metallkubus zum drei Stockwerke hohen Portal der Kathedrale, dort übernimmt HERKULES, ein Hubwagen mit den Ausmaßen einer Lokomotive. 70 Tonnen bringt die Ballonstartmaschine – eine Spezialanfertigung, von der es nur noch eine zweite Version in den USA gibt – auf die Waage. HERKULES muss stark und schwer sein, um den Zugkräften standzuhalten, die bei einem Ballonstart auftreten. Immerhin gibt es auch Großballone, die weit über eine Million Kubikmeter umfassen. Heute aber wird die Maschine nur dafür benutzt, die Forschungsgondel einige Meter von der Vorbereitungshalle zu entfernen, um zu testen, ob die telemetrischen Daten der Experimente plangemäß zur Bodenstation übermittelt werden und es dabei zu keinen

elektromagnetischen Störungen zwischen den Versuchsapparaten kommt. Nach zwei Stunden steht fest: BEXUS-6 ist startbereit.

Im Flight Readiness Review am Sonntagabend wird den Studenten mitgeteilt, dass ein Tiefdruckgebiet über ESRANGE hinwegzieht, das für zu viele Winde und leichten Regen sorgt. Beides verhindert einen Start, denn bei Regen kann der Ballon nicht ausgelegt, bei zuviel Wind nicht kontrolliert aufgefüllt und gestartet werden. Am Montagabend sieht es noch trüber aus, denn die Meteorologen sehen weitere Niederschläge und Nebel voraus. Das gibt den Teams Zeit, noch ein wenig an ihren Experimenten zu feilen, wofür insbesondere die zweite deutsche Studentengruppe dankbar ist. Interdisziplinär haben sich acht Studenten der Hochschulen in Braunschweig, Tübingen, Heidelberg, München, Mainz, Cambridge und Barcelona zusammengeschlossen, um Mikroorganismen der oberen Atmosphäre aufzuspüren. Hierfür benötigen sie Elektrotechniker ebenso wie Biologen und Physiker, selbst Designer sind eingebunden. Über Freundschaften und Internet-Foren schufen sie das Team DOLS (Diversity and Origin of Life in the Stratosphere), das weder Diplom- noch Promotionsambitionen antreibt, sondern die pure Begeisterung an Technik und Forschung. Bakterien oder Sporen, deren Existenz und Überlebensfähigkeit in der lebensfeindlichen Stratosphäre bereits in früheren Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, sollen nach der Landung im Labor mit molekularbiologischen Methoden analysiert und in den so genannten „Tree of Life“ eingeordnet werden. Mit ihrem Experiment wollen die Studenten einen Beitrag zur Lösung der spannenden Frage leisten, ob die Mikroorganismen der Stratosphäre von der Erde oder aus dem All kommen.

Am Dienstagabend herrscht Anspannung im Konferenzraum. Das Ausharren der letzten Tage hat der anfangs sehr entspannten Stimmung den notwendigen Ernst für Luft- und Raumfahrtmissionen verliehen. Mikael Wertotak ist eine der ausschlaggebenden ESRANGE-Normen; er verfolgt die Wind- und Wetterprognosen verschiedener meteorologischer Dienste und errechnet die möglichen Flugbahnen der nicht steuerbaren Ballone. Diese sollten nah an der schwedischen Grenze landen, möglichst nicht in finnischem Militärgelände und schon gar nicht in Russland. Heute hat er gute Neuigkeiten: Mittwoch ist der perfekte Starttag, so gut, dass Countdown-Chef Thomas Hedqvist gleich beide Missionen für den kommenden Tag ansetzt.

Der Countdown läuft

Tiefe Finsternis umhüllt ESRANGE, als Anne Theuerkauf gegen 4:30 Uhr die Kathedrale betritt. Mit ihrem Team checkt sie noch einmal Turawind und Turatemp durch, später muss sie den Batteriebetrieb einschalten. Auch die übrigen Gruppen legen letzte Hand an ihre Versuche an, die Missionskontrolle überprüft die Telemetriesysteme zur Gondel. Der Countdown läuft – noch vier Stunden bis zum Start. Als um 7 Uhr feststeht, dass alle Systeme einsatzbereit sind, wird BEXUS-6 erneut an HERKULES befestigt.

T-2 Stunden, die Fahrt auf das Startfeld beginnt. Langsam rollt HERKULES über die dunkelgraue Fläche, mit Sicherheitsabstand verfolgt von Flugingenieuren, Wissenschaftlern und Fernseh-Teams. Wenige hundert Meter von der Kathedrale entfernt kommt der Koloss zum Stehen. Über ein Seilsystem wird die Nutzlast mit dem Fallschirm verbunden, der später den Sinkflug abbremsen wird.



Die Teilnehmer an BEXUS-6 und BEXUS-7

The BEXUS-6 and BEXUS-7 participants

At the flight readiness review on Sunday evening, the students are informed that a low pressure area is drawing in over ESRANGE, bringing with it a lot of wind and light rain. Both of these hinder a launch, as rain prevents the balloon from being rolled out and too much wind means it cannot be filled and launched in a controlled manner. Things look even bleaker on Monday evening, with the meteorologists forecasting more rain and fog. That gives the teams a little bit more time to fine-tune their experiments, something for which the second German group in particular is very grateful. An interdisciplinary group made up of eight students from the universities of Braunschweig, Tübingen, Heidelberg, Munich, Mainz, Cambridge, and Barcelona; the team came together with the aim of detecting microorganisms in the upper atmosphere. Their approach employs electronic engineering skills, as well as those of biologists and physicists; the team even includes a technical designer. The DOLS (Diversity and Origin of Life in the Stratosphere) team was assembled through friendships and Internet forums, not to pursue a masters project or doctoral thesis, but simply out of pure enthusiasm for technology and research. After touchdown, the bacteria and spores, whose existence and ability to survive in the hostile environment of the stratosphere has already been demonstrated by previous experiments, will be analyzed in the laboratory using molecular biology techniques and then classified according to the Tree of Life. The students hope that their experiment will make a contribution towards solving the burning question of whether the microorganisms in the stratosphere come from Earth or from outer space.

On Tuesday evening, an air of tense anticipation reigns in the conference room. The waiting around of the last few days has lent some of the seriousness necessary for aerospace missions to what was initially a very relaxed mood. Mikael Wertotak is one of the indispensable ESRANGE Norms; he follows the wind and weather

forecasts from various meteorological services and calculates the possible flight paths that the unsteerable balloons might take. These should be as close as possible to the Swedish border regions, but wherever possible avoiding the military areas of Finland and missing Russia altogether. Today he has good news: Wednesday is the perfect launch day, so good in fact, that the man in charge of the countdown, Thomas Hedqvist, has scheduled both missions for the next day.

Counting down

Heavy darkness envelops ESRANGE as Anne Theuerkauf enters the Cathedral around 4:30 in the morning. With her team she checks over TURAWIND and TURATEMP once again; later she needs to switch on the battery. All the other groups are putting the final touches to their experiments as well, while mission control checks the telemetry systems to the gondola. The countdown is underway – four hours now to launch. At 7 o'clock it is clear that all systems are ready to go and BEXUS-6 is re-attached to HERCULES.

T minus 2 hours and the trip to the launch area starts. Slowly, HERCULES rolls over the dark gray range, followed at a safe distance by flight engineers, scientists, and television crews. The colossus comes to a halt a few hundred meters away from the Cathedral. A cable system is used to connect the payload to the parachute that will later slow its descent.

T minus 1 hour. The low sun has burnt off the last of the frost and is now quite dazzling. A small tractor chugs across to the launch zone; on its trailer a flat wooden packing case measuring a good square meter. It contains a valuable cargo – the first stratospheric balloon of the day. SSC's experts pull the silk-colored film out of its red plastic cocoon and lay the flimsy balloon out lengthways on a tarpaulin. Finally, it is connected behind the parachute to the rest of the system, which now measures a good 100 meters.

T minus 30 minutes. Shortly, dozens of truckloads of high-pressure helium will be inflated into the balloon. No experimenters, no journalists are allowed anywhere near the sky vessel as it comes to life. Using what looks like oversized hairdryers, the plastic envelope is filled with 10,000 cubic meters of gas, transforming it from an unidentifiable swirl into a majestic, elongated balloon. This process takes around ten minutes, the deafening hiss audible even on Radar Hill a kilometer away.

T minus 1 second. The balloon is filled. Thomas Hedqvist has stopped the countdown. The start will be delayed because the radio link has been lost with the Polish-Romanian experiment. The billing for this project was undoubtedly the most spectacular: The students from Warsaw and Bucharest had built a glider weighing 2.7 kilograms, which they planned to release from the balloon gondola from a height of 17 kilometers. During the subsequent descent, they hoped to test the controllability of the remote controlled flyer. Now it has to be removed from the BEXUS-6 mission. This leaves just the LowCOINS experiment from students at the University of Rome, which will trial new sensors for determining the orientation and location of the balloon, to accompany the Rostock experiment.

T-1 Stunde. Die niedrige Sonne hat den letzten Raureif geschmolzen und blendet. Über das Feld tuckert ein kleiner Traktor, auf dessen Anhänger eine flache Bretterkiste von gut einem mal einem Meter ruht. Sie trägt wertvolle Fracht: den ersten Stratosphärenballon des Tages. Die Experten von SSC ziehen die seidenfarbene Folie aus ihrem roten Plastik-Kokon und legen den hauchdünnen Ballon der Länge nach auf eine Plane. Im Anschluss wird er hinter dem Fallschirm mit dem Gesamtsystem verbunden, das nun gut 100 Meter misst.

T-30 Minuten. Gleich werden Dutzende von LKW-Ladungen Helium mit Hochdruck in den Ballon eingefüllt. Kein Experimentator, kein Journalist darf sich jetzt mehr in der Nähe des zum Leben erwachenden Himmelsgefährts aufhalten. Wie mit überdimensionierten Föns werden 10.000 Kubikmeter Gas in die Kunststoffhülle geblasen, die sich vom wabernden Etwas aufbäumt zu einem stattlichen, lang gestreckten Ballon. Gerade einmal zehn Minuten dauert dieser Vorgang. Das ohrenbetäubende Zischen ist bis hinauf auf den einen Kilometer entfernten Radar Hill zu vernehmen.

T-1 Sekunde. Der Ballon ist gefüllt. Thomas Hedqvist hat den Countdown angehalten. Der Start zögert sich hinaus, denn das polnisch-rumänische Experiment hat keine Funkverbindung mehr. Dabei sollte das Vorhaben das deutlich spektakulärste werden: Die Studenten aus Warschau und Bukarest hatten einen 2,7 Kilogramm schweren Gleiter gebaut, der aus 17 Kilometer Höhe von der Ballongondel ausgeklinkt werden sollte. Beim anschließenden Sinkflug wollten sie Steuer- und Kontrollierbarkeit eines ferngesteuerten Flugkörpers testen. Jetzt muss es von der Mission BEXUS-6 entfernt werden. Nun begleitet nur noch das Experiment LowCoins von Studenten der Universität Rom, das neue Sensoren zur Lage und Positionsbestimmung des Ballons erproben wird, die Rostocker Versuche.

„Ready for lift-off – the balloon has been released“. Der Ballon schwingt mit dem anhängenden Fallschirm über HERKULES hinweg – und verharrt. Jetzt muss die Nutzlast freigegeben werden, ohne dass sie wild hin- und herschaukelt. Die Flugingenieure warten, bis sich der Ballon stabilisiert hat. Um 9 Uhr entlassen sie BEXUS-6 in den Morgenhimmel, wo er bald in das Höhengrau eintaucht.

Am frühen Nachmittag stellt ESRANGE einen Wetterballon zur Verfügung, der den kübisgroßen polnisch-rumänischen Gleiter um 13:15 Uhr doch noch startet, wenn auch nur auf 2,5 Kilometer Höhe. Die Stabilisierung eines trudelnden Fallkörpers ist komplizierter, als die Studenten sich das gewünscht hätten – unkontrolliert schlägt ihr Gefährt im borealen Wald nieder. Nomen est omen: Das Team hatte, wohl etwas selbstironisch, seinen Flugkörper auf den Namen ICARUS getauft.

Viel Zeit bleibt nicht, bis der Countdown für BEXUS-7 beginnt. Dessen Nutzlast-Gondel ist deutlich größer. Auch der Ballon wird mit 12.000 Kubikmetern mehr Volumen besitzen. Dies bedeutet, dass schwerere Experimente mit höherem Energiebedarf fliegen können.

Eine ähnliche Fragestellung wie DOLS verfolgt das Experiment Stratospheric Census einer internationalen Studentengruppe, die zusammen an der Universität Kiruna ihren Space Master absolviert. Das TimePix-Experiment von Studenten der Universität Prag absolviert einen Hybrid-Pixel-Detektor, um in Echtzeit kosmische Strahlung zu messen. Das AURORA Experiment der Universität Rom schließlich testet günstige Sensoren zur Bestimmung der physikalischen Atmosphärendaten. Außerdem verfügt es über ein Teleskop, das Bilder aus der hohen Atmosphäre von der Erde aufnehmen kann.

Um 15 Uhr ist auch BEXUS-7 starker. Nach reibungslosem Countdown schwebt der Stratosphären-Ballon in den wolkenlosen, azurblauen Himmel. Elegant bewegt er sich zunächst wie eine gewaltige Himmelsqualle, doch je länger man seinen Aufstieg verfolgt, desto mehr kann man erahnen, dass er auf seiner Gipfelhöhe von 27 Kilometern aufgrund des abnehmenden Luftdrucks eine stattlich runde Figur abgeben wird. Die Studenten können das über eine Webcam an Bord von BEXUS beobachten. Im Kontrollzentrum selbst sieht man alle wichtigen Flugdaten: Windgeschwindigkeiten auf den unterschiedlichen Höhen, Fluggeschwindigkeit und den angepeilten Landeplatz.

Ein Ende mit Spannung

Zum Abendessen verkünden die Informationsbildschirme, dass BEXUS-6 in Finnland gefunden worden ist. Das Experiment Turatemp hat die Fluktuationen der Lufttemperatur anhand der Amplitudenschwankungen eines abgestrahlten Tonsignals gemessen. Dessen lautes Heulen hat das Bergungsteam zielsicher an den Landeplatz geführt – wo sie dem quälenden Geräusch durch Stromentzug als erstes ein Ende bereiteten. Doch gerade für Anne Theuerkauf und ihr Team ist dies eine wichtige Nachricht, denn die von Turawind/Turatemp gewonnenen Daten sind nicht per Telemetrie zur Bodenstation übermittelt worden.

Doch BEXUS-7 macht es noch einmal spannend: Der Ballon steuert im unaufhaltsamen Sinkflug direkt auf einen finnischen See zu. Doch Mikael Wertotak bleibt die Ruhe selbst, zu häufig schon hat

„Ready for lift-off – the balloon has been released.“ The balloon now swings away above HERCULES with the parachute attached – and stops. The payload must now be released without it rocking wildly to and fro. The flight engineers wait until the balloon has stabilized. At 9 o'clock, BEXUS-6 is released into the morning sky, where it soon becomes immersed in the grayness above.

Early in the afternoon, ESRANGE provides a weather balloon that allows the pumpkin-sized Polish-Romanian glider to be launched after all at 13:15, albeit from an altitude of only 2.5 kilometers. The stabilization of a spinning body as it falls proves more complicated than the students would have wished – their vehicle ends its journey plunging uncontrolledly into the boreal forest. Nomen est omen: with a certain sense of self-irony, the team had given their glider the name ICARUS.

There is not much time left until the countdown starts for BEXUS-7. The payload of the gondola is considerably greater in this case. The balloon itself also has more volume at 12,000 cubic meters. This allows heavier experiments with higher energy requirements to be flown.

Stratospheric Census is another experiment seeking to answer a question similar to DOLS and is provided by an international group of students who is completing the Space Master studies at the University of Kiruna. The TimePix experiment from students at the University of Prague uses a hybrid pixel detector to measure cosmic radiation in real time. Finally, the AURORA experiment from the University of Rom is designed to test cost-effective sensors for gathering physical data about the atmosphere. Also on board is a telescope that can record pictures of the Earth from the high atmosphere.

At 15:00, BEXUS-7 is also ready for lift-off. Following a hitch-free countdown, the stratospheric balloon floats off into the cloudless, azure blue sky. Rising elegantly like an enormous airborne jellyfish at first, the longer one follows its ascent, the easier it becomes to conceive that by the time it reaches maximum altitude of 27 kilometers it will have taken on a majestic, spherical figure due to the decreasing air pressure. The students can observe this via BEXUS's on-board webcam. In the control center itself, it is possible to see all the important flight data: wind speeds at various altitudes, flight speed, and the targeted landing area.

A suspenseful ending

During the evening meal, the information screens announce that BEXUS-6 had been found in Finland. The TURATEMP experiment involved emitted an acoustic signal and used the phase shift detected to measure fluctuations in air temperature. The loud howling of this signal led the recovery team straight to the landing site, where the first thing they did was kill the painful noise by disconnecting its power supply. For Anne Theuerkauf and her team this in itself is important news, as the data obtained by TURAWIND and TURATEMP was not transmitted to ground control via telemetry.

BEXUS-7, on the other hand, is making things interesting again: in an irreversible descent, the balloon is heading directly for a Finnish lake. Mikael Wertotak remains a vision of calm – he has been

er ähnliche Situationen erlebt: Einmal ist ein Flugkörper mitten auf einem Sportplatz gelandet, ein anderes Mal im Sperrgebiet des finnischen Militärs. Das DOLS-Team hingegen scherzt, dass sie bei einer Wasserlandung garantiert Myriaden von Mikroben aufspüren würden, leider nur wären diese allesamt schon bekannt. Ungewissheit begleitet das Ballon-Team in die wohlverdiente Nachtruhe.

Mit dem neuen Tageslicht wird BEXUS-7 am Donnerstagmorgen in Finnland gefunden: Die Nutzlast ist mit 72 Stundenkilometern in einem dichten Birkenwald niedergegangen – der Fallschirm allerdings landete nur wenige Meter entfernt in einem Fluss. In Kiruna schneit es seit dem frühen Morgen – der gestrige Doppelstart war eine gute Entscheidung gewesen. Bei der Launch-Party am Abend feiert das BEXUS-Team den Abschluss der erfolgreichen Kampagne. Eine spannende Exkursion an den Polarkreis klingt so entspannt aus, wie sie begonnen hatte. Viele der Teilnehmer werden sich bestimmt bei späteren Schwerelosigkeitsexperimenten – ob in Kiruna, im Bremer Fallturm oder bei einem Parabelflug – wiedersehen.

Dr. Niklas Reinke ist verantwortlich für den PR-Bereich in der DLR Raumfahrt-Agentur

involved in similar situations all too often before. Once, he had a landing in the middle of a sports field, another time it was a restricted military zone in Finland. Meanwhile, the DOLS team is joking that a water landing guarantees that they will detect a myriad of microbes, unfortunately all of them already known. Still in suspense, the balloon team retires for a well-earned night's rest.

At dawn on Thursday, BEXUS-7 is found in Finland. The payload has crashed down into a dense birch forest at 72 kilometers per hour, while the parachute landed just a few meters away in a river. In Kiruna it has been snowing since early morning – the decision to carry out a double launch yesterday has proved to be a good one. At the launch party that evening, the BEXUS team celebrates the conclusion of a successful campaign. An exciting excursion to the Arctic Circle ends with the same relaxed mood that it began. Many of the participants will certainly be seen again participating in further experiments in weightlessness – be they at Kiruna, the Bremen Drop Tower, or on a parabolic flight.

Dr. Niklas Reinke is responsible for the PR unit of the DLR Space Agency

Countdown einer BEXUS-Mission

T – 3:30 h	Entscheidung über den Flug
T – 3:25 h	Vorbereitung des Startplatzes Test des Startsignals und der Transponder
T – 3:00 h	Test der Telemetrie-Systeme Vorbereitung der BEXUS-Experimente
T – 1:10 h	Abschluss der Nutzlast-Tests Startfreigabe durch Experimentatoren
T – 1:08 h	Abschluss Test der Telemetrie-Systeme OK zur Ballon-Entfaltung Information an die Luftverkehrskontrolle
T – 0:45 h	Beginn der Ballon-Betankung
T = 0:00 h	Start Kontinuierliche Information der Luftverkehrskontrolle während des Flugs
T + ~4:00 h	Kommando zum Ausklinken der Nutzlast Später Bergung

Countdown to a BEXUS mission

T – 3:30 h	Flight decision meeting
T – 3:25 h	Launch site preparations Start beacon and transponder tests
T – 3:00 h	Telemetry system tests Preparation of BEXUS experiments
T – 1:10 h	BEXUS payload tests completed Go-ahead given by experimenters
T – 1:08 h	Telemetry tests completed OK given to unfold balloon Message to air traffic control
T – 0:45 h	Start of balloon inflation
T = 0:00 h	Lift-off Continuous information to relevant ATCs throughout the flight
T + ~4:00 h	Command given for payload cut-down Later Recovery