

BRITE-Constellation: ein Netzwerk von 6 Nanosatelliten

Am Montag, 25. Februar 2013, 13.22 Uhr Ortszeit, starteten die ersten zwei österreichischen Satelliten – UniBRITE für die Universität Wien und BRITE-Austria für die TU Graz – von Indien aus in eine 784 km über der Erde führende Umlaufbahn die die Satelliten entlang der Tag-Nachtgrenze in 101 Minuten die Erde umkreisen lässt. Beide Satelliten markieren damit den Beginn von **BRITE-Constellation**, einem weltweiten von Österreich ausgehenden Forschungsprojekt mit vorläufig sechs baugleichen Satelliten – paarweise aus Österreich, Kanada und Polen. Die direkt nach dem Start anschließende Test- bzw. Kommissionierungsphase wurde Ende 2013 erfolgreich abgeschlossen womit die reguläre Betriebsperiode mit einer nominellen Mindestlebensdauer eines Satelliten von zwei Jahren begann. Allerdings kann bei normaler Abnutzung der Elektronik, Optik und mechanischen Komponenten eine Lebensdauer von bis zu 10 Jahren und darüber erwartet werden. Am 21. November 2013 wurde weiters der erste Polnische Satellit, Lem, benannt nach dem bekannten Science Fiction Schriftsteller, erfolgreich gestartet und in Betrieb genommen. Der zweite Polnische BRITE Satellit und die beiden Kanadischen BRITEs werden Mitte dieses Jahres in den Erdumlauf gebracht werden. Damit wird der Ausbau von **BRITE-Constellation** zunächst einmal beendet sein.

BRITE steht für **BR**Ight **T**arget **E**xplorer und es handelt sich dabei um würfelförmige Nanosatelliten mit 20 cm Kantenlänge und nicht ganz 8 kg Masse. Ende 2005 hat die Universität Wien den Nanosatelliten UniBRITE als Teil der „Universitäre(n) Forschungsinfrastruktur III“ beim kanadischen Space Flight Laboratory der Universität Toronto in Auftrag gegeben. Dort wurde UniBRITE mit Beteiligung durch das Institut für Astronomie entwickelt und gebaut.

Parallel zu UniBRITE wurde Anfang 2006 vom Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation (IKS) der TU-Graz im Rahmen des Österreichischen Weltraumprogrammes mit dem Bau von BRITE-Austria (TUG-SAT 1) begonnen, dem ersten in Österreich gebauten Satelliten und Kopie von UniBRITE. Beide Satelliten bilden den Kern von **BRITE-Constellation**.

Bis 2006 waren die BRITE Satelliten für „weißes“ Licht konzipiert, d.h. die Farbempfindlichkeit entsprach im Wesentlichen der eines CCD-Detektors, wie er in modernen Digitalkameras eingesetzt wird. Durch die Verfügbarkeit von 2 Nanosatelliten war es jedoch möglich, einen davon mittels spezieller Filter für den roten Farbbereich und den anderen für den blauen zu optimieren. Mit dieser 2-Farben Option eröffnete sich eine neue Dimension für die Diagnostik des inneren Aufbaus von Sternen vom Weltraum aus, weil dadurch geometrische und thermische Effekte in der Analyse der beobachteten Phänomene getrennt werden können. Kein anderer und auch wesentlich größerer Satellit zur Thematik der Langzeit-Präzisionsphotometrie (wie z.B. MOST, CoRoT und Kepler) hat diese Mehrfarbenoption! Somit ist **BRITE-Constellation** eine Innovation, die in ihrer wissenschaftlichen Bedeutung deutlich über die Leistung üblicher Nanosatelliten hinausgeht. Deshalb hat sich Polen im Frühjahr 2010 und Kanada im August 2010 dem Projekt **BRITE-Constellation** durch Beistellen jeweils eines weiteren Paares von BRITE-Satelliten angeschlossen.

BRITE-Constellation wird Schwingungen und Temperaturvariationen von Flecken bei Sternen heller als 4. Größenklasse messen. Diese Sterne sind mit freiem Auge in einer klaren, dunklen Nacht sichtbar. Davon gibt es 534 Sterne am Himmel. Typische Zeitskalen für diese Helligkeitsvariationen reichen von weniger als einer halben Stunde bis zu

mehreren Tagen und Wochen. Um solche Perioden sicher bestimmen zu können und auch mehrere gleichzeitig auftretende Schwingungsperioden sicher trennen zu können, sind sehr lange Beobachtungsreihen ohne Datenlücken erforderlich. Diese Reihen umfassen viele Wochen, Monate und sogar Jahre. Bilder im klassischen Sinn werden die Satelliten nicht liefern, weil die Instrumente mit Absicht leicht defokussiert ist. Die geforderte Messgenauigkeit der Sternintensitäten wird durch Verteilen des Lichts auf mehrere Bildelemente des Detektors erreicht, was nur über eine defokussierte, unscharfe Abbildung möglich ist. Es geht bei BRITE-Constellation um möglichst genaue Messung von Sternintensitäten und nicht um das scharfe Abbilden des Satellitenhimmels.

BRITE-Constellation wird im Mittel gleichzeitig etwa 10 helle Sterne und möglichst viele schwächere im Gesichtsfeld der Teleskope von jeweils 24 Grad photometrieren können. Die gewonnenen Daten werden damit eine Quantität und Präzision aufweisen, wie sie bislang für helle Sterne noch nicht vorliegen. Vom Erdboden aus ist es nämlich leider oft unmöglich die nötige photometrische Genauigkeit und unterbrechungsfreie Datensätze zu bekommen, weil Schlechtwetter und der Tag-Nacht Zyklus die Beobachtungen erheblich beeinträchtigen und sich die atmosphärischen Bedingungen selbst kleinräumig ständig ändern, was gerade bei so hellen Sternen, die am Himmel meist relativ weit auseinander liegen, ein großes Problem darstellt.

Die primären wissenschaftlichen Ziele von **BRITE-Constellation** sind die Untersuchung von hellen Sternen mit mittlerer bis hoher Masse in den unterschiedlichen Entwicklungsphasen: von der Kondensation aus dem interstellaren Medium, dem Beginn des Wasserstoffbrennens, bis hin zur Entwicklung zu (Roten) Riesen und dem Verglühen der Sterne. Massereiche Sterne sind heißer, entwickeln sich schneller und sterben früher. Sie haben eine große Leuchtkraft und sind sehr wichtig für die Ökologie des Universums, da sie in ihrer Endphase als Supernova sehr viel Masse verlieren. Das interstellare Medium wird dadurch mit Metallen angereichert und diese sind wiederum Voraussetzung für die Entstehung von neuen Sternen, Planeten und letztlich auch für die Bildung von Leben.

Sterne mit mittlerer Masse verglühen nicht als Supernova, sondern bilden mit ihrer äußeren Hülle sogenannte planetarische Nebel. Am Ende ihrer Entwicklung, wenn das nukleare Brennen im Kern der Sterne zu Ende geht, reichern auch sie das interstellare Medium mit Metallen an und sie sind beispielhaft dafür, wie sich unsere Sonne im Laufe ihrer Entwicklung verändert hat und noch verändern wird.

Weiters wird die Rolle von stellaren Winden im interstellaren Materiekreislauf durch **BRITE-Constellation** genauer untersucht und der Versuch unternommen, über Pulsation von Sternen mit Hilfe der Asteroseismologie das Alter und die Entwicklung dieser Sterne zu bestimmen. **BRITE-Constellation** hat noch ein anderes Problem im Visier: die Bestimmung der Größe von konvektiven Kernen von Sternen, der Einfluss von Rotation des Sterns auf dessen Entwicklung und die Wechselwirkungen mit dem stellaren Magnetfeld.

Weitere wichtige methodische Komponenten für **BRITE-Constellation** sind Einrichtungen, die in Kontakt mit den Satelliten stehen und die Bedienung der einzelnen Raumsonden ermöglichen. Drei Bodenstationen wird es dazu in Österreich geben. Das Koordinationszentrum ist an der Technischen Universität in Graz eingerichtet und unterstützt wird dieses von zwei zusätzlichen Bodenstationen auf dem Dach der Technischen Universität in Wien und auf dem der Universitätssternwarte in Wien. Andere Bodensegmente dienen der Archivierung der Daten.

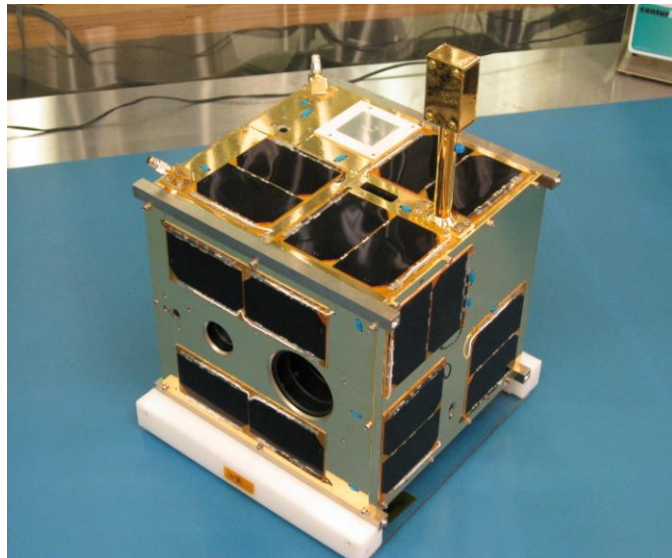
Eine weitere wichtige Komponente ist die komplementäre Beobachtung von BRITE Objekten mit Teleskopen auf der Erde, zum Beispiel mit Spektrographen, Interferometern,

oder im infraroten Spektralbereich, was für ein Ausschöpfen des wissenschaftlichen Informationsgehaltes der Beobachtungen von **BRITE-Constellation** sehr hilfreich ist. Für diese Aktivitäten wurde eine eigene Organisation mit starker internationaler Beteiligung geschaffen, dem BRITE Ground Based Observations Team (GBOT), welches von Konstanze Zwintz geleitet wird, die über Jahre am Institut für Astronomie der Universität Wien studiert, promoviert und geforscht hat und die derzeit an der Universität Leuven, Belgien, arbeitet.

Bei all den guten Nachrichten gibt es aber auch sehr kritische Momente im Projekt. Am 15. März erreichte das Team die Nachricht vom Joint Space Operations Center der US-Airforce, dass sich der im Jahr 1990 gestartete OSCAR-15 Satellit unserem UniBRITE auf 255 m nähern wird, wobei die Abschätzungsgenauigkeit nur wenig unter 100 m lag. Wird es einen Zusammenstoß im Weltraum geben? Zwei Tage später konnten die Angaben präzisiert werden. Die Distanz schrumpfte zwar auf 178 m, aber die Unsicherheit lag nur noch bei etwa 10 m. Inzwischen wissen wir, dass es keinen Zusammenstoß gab. Mit solchen Schockerlebnissen wird aber auch in Zukunft zu rechnen sein. Der erdnahe Weltraum ist inzwischen mit tausenden Flugkörper belastet, mit großen und kleinen Satelliten, Raketentrümmern und sonstigem Schrott.

Die Verfügbarkeit von 6 Nanosatelliten zur Mehrfarben-Präzisionsphotometrie von hellen Sternen positioniert österreichische Forschung international im Spitzenfeld:

- die Universität Wien auf dem Gebiet der Asteroseismologie (Struktur von Sternen)
- die TU Graz auf dem Gebiet der Weltraumtechnologie (Entwicklung und Bau von Satellitenhardware, Lagestabilisierung von Nanosatelliten)
- beide Institutionen auf dem Gebiet der Projektentwicklung und des Projektmanagements, sowie der Studentenausbildung.



UniBRITE im Labor des Space-Flight-Laboratory der Universität Toronto, Kanada.