

„Deutsch-Schwedisches Studentenprogramm
REXUS/BEXUS –
Durchführung des deutschen Projektanteils“

Schlussbericht für den Nutzungszeitraum vom 01.07.2013 bis 31.12.2017

Förderkennzeichen

50 WF 1313

Gefördert durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
mit Mitteln des Bundesminister für Wirtschaft und Technologie (BMWi)



Ausführende Stelle:

ZARM Fallturm-Betriebsgesellschaft mbH (ZARM FAB mbH)

Am Fallturm, 28359 Bremen

www.zarm.uni-bremen.de

Inhalt

I	Kurze Darstellung	5
1	Aufgabenstellung	5
2	Voraussetzungen	6
3	Planung und Ablauf des Vorhabens	7
3.1	Arbeitspaketverteilung.....	1
3.2	Arbeitspaketbeschreibungen	2
4	Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	10
4.1	Wissenschaftlicher Stand:	10
4.2	Technischer Stand:	10
4.2.1	Werkzeug.....	10
4.2.2	Transportboxen	11
4.2.3	Pyrotechnische Elemente	11
4.2.4	Modulständer	11
4.2.5	Servicemodul-Simulator	11
4.2.6	Raketenkabel	11
4.2.7	Raketenmodule	11
5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	13
II	Eingehende Darstellung.....	14
1	Durchführung des deutschen Projekteils	14
1.1	Zyklus 6; REXUS 15/16; BEXUS 16/17 – Unterstützte Teams und Meilensteine	14
1.1.1	Team: FLASH.....	15
1.1.2	Team: FOVS	16
1.1.3	Team: MOXA	17
1.1.4	Team: MEDUSA	18
1.1.5	Team: HORACE	19
1.1.6	Bereitstellung und Pflege eines Servers für die Projektdokumentation	20
1.1.7	IPRs (Integration Progress Review) und EARs (Experiment Acceptance Review).....	21
1.1.8	BEXUS Kampagne	21
1.1.9	RX1516_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM.....	21
1.1.10	RX1516_BEN; Durchführung des REXUS Bench Test	21
1.1.11	RX1516_CAM; Durchführung der REXUS Kampagne.....	21
1.2	Zyklus 7; REXUS 17/18; BEXUS 18/19 – Unterstützte Teams und Meilensteine	21
1.2.1	Team: TamaOS.....	22
1.2.2	Team: COUGAR.....	23
1.2.3	Team: AFIS-P.....	24

1.2.4	Team: ADAM	25
1.2.5	Team: ARCA	26
1.2.6	Team: SMARD	27
1.2.7	Team: LICOD	28
1.2.8	Team: ACTOR	29
1.2.9	Selection Workshop	30
1.2.10	RXBX07_STW;	30
1.2.11	BX1819_CDR;	30
1.2.12	RX1718_CDR;	30
1.2.13	Durchführung der IPRs (Integration Progress Reviews) und EARs (Experiment Acceptance Reviews)	31
1.2.14	BX1819_CAM; Durchführung der BEXUS1819 Kampagne	31
1.2.15	RX1718_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM	31
1.2.16	RX1718_BEN; Durchführung des Bench-Tests	31
1.2.17	RX1718_Spin/Balancing:	32
1.2.18	RX1718_Campaign:	32
1.3	Zyklus 8; REXUS 19/20; BEXUS 20/21– Unterstützte Teams und Meilensteine	32
1.3.1	Team: INTEX	33
1.3.2	Team: COSPA	34
1.3.3	Team: LIME	35
1.3.4	Team: MIRKA2-RX	36
1.3.5	Team: PATHOS	37
1.3.6	Team: UB-FIRE	38
1.3.7	RXBX08_SEL; Selection-Workshop.	39
1.3.8	RXBX08_STW:	39
1.3.9	BX2021_CDR; ;	39
1.3.10	RXBX_PAC;	40
1.3.11	RX1920_CDR;	40
1.3.12	Durchführung der IPRs (Integration Progress Reviews) und EARs (Experiment Acceptance Reviews) bei den Teams	40
1.3.13	BX2021_CAM;	40
1.3.14	RX1920_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM	40
1.3.15	RX1920_BEN;	41
1.3.16	RX1920_Spin/Balancing:	41
1.3.17	RX1920_Campaign:	41
1.4	Zyklus 9; REXUS 21/22; BEXUS 22/23 – Unterstützte Teams und Meilensteine	41
1.4.1	Team: TDP-3	42

1.4.2	Team: LOTUS-D.....	43
1.4.3	Team: UB-SPACE.....	44
1.4.4	Team: RaCoS.....	45
1.4.5	Team: GRAB.....	46
1.4.6	Team: DIANE.....	47
1.4.7	Team: AtmoHIT	48
1.4.8	RXBX09_SEL; Selection-Workshop.	49
1.4.9	RXBX09_STW: RXBX-Trainingswoche	49
1.4.10	BX2223_CDR; ;.....	49
1.4.11	RX2122_CDR;.....	50
1.4.12	Durchführung der IPRs (Integration Progress Reviews) und EARs (Experiment Acceptance Reviews).....	50
1.4.13	BX2223_CAM;.....	50
1.4.14	RX2122_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM	50
1.4.15	RX2122_BEN;.....	51
1.4.16	RX2122_Campaign:	51
1.4.17	RXBX_PAC;.....	51
III	Kurzgefasster Erfolgskontrollbericht	52
1	Beitrag des FE-Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen	52
2	Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des FE-Vorhabens, erreichte Nebenergebnisse und gesammelte wesentliche Erfahrungen	2
3	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte	2
4	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Auftragsende	3
5	Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Auftragsende	3
6	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	4
7	Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	4
8	Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer	4
9	Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung.....	4

I Kurze Darstellung

1 Aufgabenstellung

Die zu erbringende Leistung seitens der ZARM Fallturm-Betriebsgesellschaft mbH (ZARM FAB) bestand in der Durchführung des deutschen REXUS/BEXUS-Projektanteils für die Projektzyklen 6 bis 9. Im Wesentlichen verstanden wir uns als Dienstleister für die Studententeams, welche mit ihren selbstentwickelten und –gebauten Experimenten an einem Ballon- oder Raketenflug teilgenommen haben. Grundlage ist die Angebotsaufforderung 50WF1313 vom 15. Februar 2013 mit allen Anlagen.

Die ausgewählten Studententeams hatten das Ziel, ein Raumfahrtexperiment durchzuführen. Unsere Aufgabe war es, sie technisch und organisatorisch anzuleiten, damit die Teams selbständig und erfolgreich zum Ziel kommen.

Unter Berücksichtigung der Raumfahrttauglichkeit setzten wir bei der technischen Unterstützung folgende Schwerpunkte:

- Konstruktion und Fertigung
- Elektronik-Design
- Mess- und Automatisierungstechnik

Einen weiteren Schwerpunkt setzten wir bei der organisatorischen Betreuung der Studenten. Dazu gehörte neben logistischen und administrativen Aufgaben ein intensives Coaching der Studenten. Wir zeigten den Studenten während des Projektzyklus, wie sie über einen strukturierten Ablauf bei ihrer Experimententwicklung ihr Ziel zeitgerecht erreichen. Dazu gehörte:

- Organisation der Studententeams (Teamstruktur und Aufgabenverteilung)
- Planungshilfe bei Experimententwicklung, -inbetriebnahme und -test
- Unterstützung bei der Kampagnenvorbereitung und -durchführung

Die ZARM FAB übernahm nach Auswahl der studentischen Teams die Verantwortung für den deutschen Nutzlastanteil. Dabei sahen wir die Einhaltung der Schnittstellen zu EuroLaunch und die Einhaltung des Projektzeitplans bzgl. der Nutzlastbereitstellung für Abnahme und Integration auf den Flugsystemen als wichtige Aufgabe innerhalb der Projektzyklen.

2 Voraussetzungen

Die ZARM Fallturm-Betriebsgesellschaft mbH (ZARM FAB mbH) führt am Fallturm Bremen seit 1990 Experimente unter Bedingungen reduzierter Schwerkraft für und mit ihren Kunden durch. In dem Zeitraum seit Inbetriebnahme bis heute wurden mehr als 6000 Freifallexperimente an über 150 verschiedenen Experimentaufbauten durchgeführt.

Der Experimentbetrieb wird an fünf Tagen jeder Woche mit zwei bis drei Versuchen täglich in einem engen Flugplan durchgeführt. Grundlage dieses reibungslosen Experimentbetriebs ist die Aufstellung, Überwachung und Einhaltung fester Betriebsregeln und Ablaufprozeduren. Diese spiegeln sich wider:

- in einem ständig aktualisierten Nutzerhandbuch, an das sich Experimentatoren und Betriebsmannschaft halten müssen
- in einer routinemäßigen Kampagnenstruktur mit einem strukturierten Ablauf
- in der frühzeitigen Festlegung des betreuenden Technikerteams, das zumindest mit einer Person die gesamte Versuchskampagne hindurch als fester Ansprechpartner zur Verfügung steht.

Der Fallturmbetrieb weist die Anforderungsmerkmale des ausgeschriebenen REXUS/BEXUS-Programms auf und übertrifft diese durch die Anzahl der Kampagnen und Projekte pro Jahr.

Im Rahmen des Betriebs hat die ZARM FAB mbH in der Vergangenheit häufig Experiment-Komponenten, Mess- und Diagnosetechniken oder vollständige Experimentaufbauten entwickelt, gebaut und gemeinsam mit den Wissenschaftlern die Versuche durchgeführt.

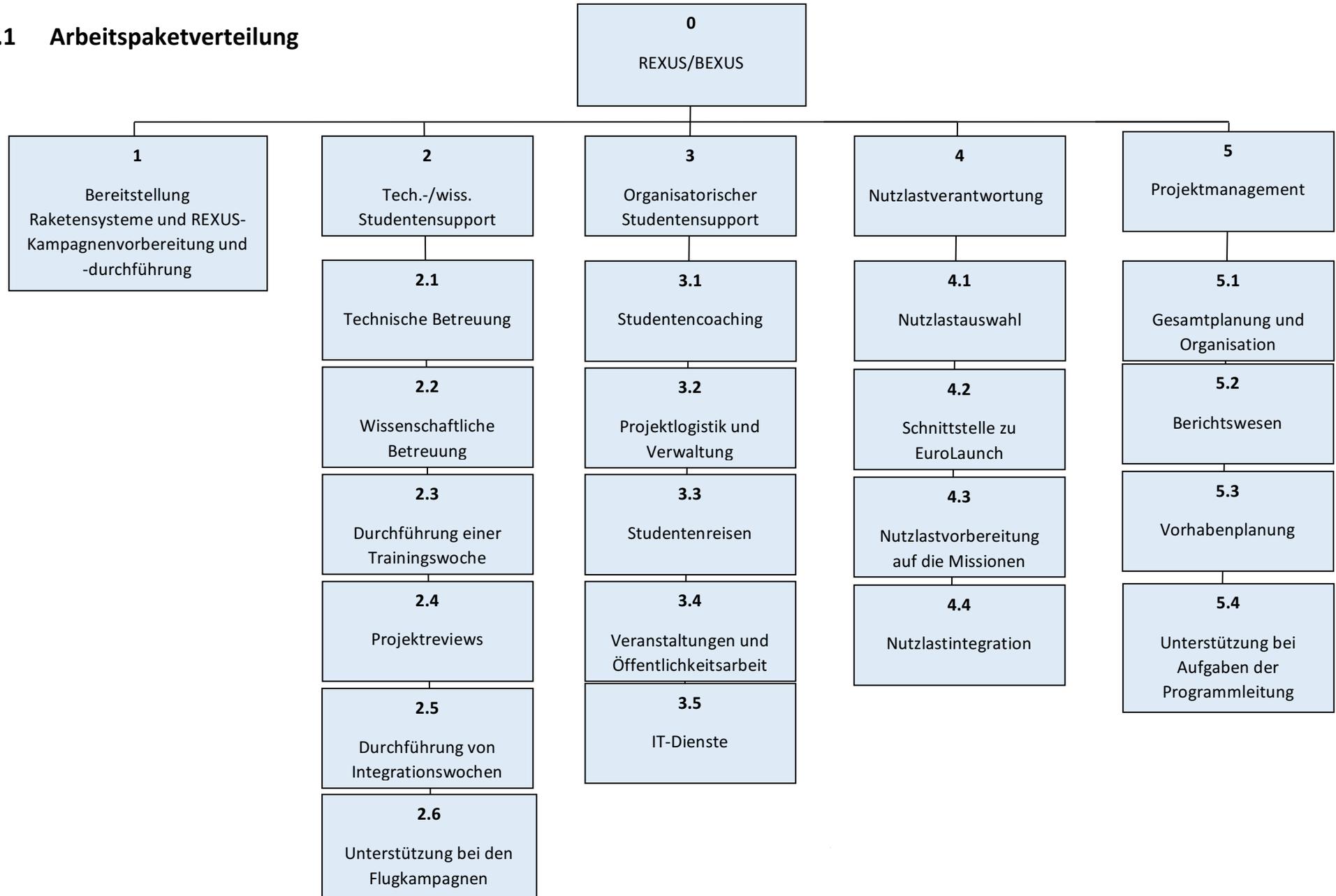
Die ZARM FAB mbH verfügt über langjährige Erfahrung bei der Zusammenarbeit und Unterstützung von Wissenschaftlern und Studierenden, die häufig von anderen Standorten aus Deutschland sowie dem inner- und außereuropäischen Ausland an den Fallturm kommen. Auch durch die Einbettung der ZARM FAB mbH in das ZARM-Institut der Universität Bremen ist sie es gewohnt, mit wissenschaftlichem Nachwuchs zu arbeiten.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im folgendem Arbeitsstrukturplan sind die Aufgaben des Projekts „Deutsch-Schwedisches Studentenprogramm REXUS/BEXUS – Durchführung des deutschen Projektanteils“ in Arbeitspakete zusammengefasst und exemplarisch für einen Projektzyklus dargestellt.

Ein Projektzyklus dauert ca. 18 Monate. Da jedes Jahr ein neuer Projektzyklus startet, überlappen sie sich um ca. 6 Monate. Durch diese Überlappung fallen alle Aktivitäten einmal pro Jahr an. Daher kann der vorliegende Arbeitsstrukturplan und die zugehörige Arbeitspaketbeschreibung auf einen Projektzyklus, aber auch auf ein Jahr bezogen werden.

3.1 Arbeitspaketverteilung



3.2 Arbeitspaketbeschreibungen

Die von uns angebotene Leistung ist auf folgende fünf Hauptarbeitspakete verteilt, wobei das Hauptarbeitspaket (1) als Unterauftrag an DLR MORABA vergeben wird.

- (1) Bereitstellung Raketensysteme sowie REXUS-Kampagnenvorbereitung und Durchführung
- (2) Technisch/wissenschaftlicher Studentensupport
- (3) Organisatorischer Studentensupport
- (4) Nutzlastverantwortung
- (5) Projektmanagement

Jedes Hauptarbeitspaket ist im Folgenden als Tabelle auf jeweils einer eigenen Seite dargestellt. Ein Hauptarbeitspaket besteht aus mehreren Einzelarbeitspaketen, welche die Aufgaben im Paket enthalten. Allen Arbeitspaketen sind innerhalb der Tabelle die benötigten Personalstunden und das zuständige Personal zugeordnet. Das jeweilige Hauptarbeitspaket ist in der Tabelle fett gedruckt. Die Zahlen rechts neben den Arbeitspaketen zeigen die benötigten Stunden für dieses Personal an:

- PL (Projektleiter)
- PI (Projektingenieur)
- WB (Wissenschaftliche Beratung)
- VL (Verwaltung und Logistik)

Die für die Arbeitspakete geltenden Vorgaben und/oder Rahmenbedingungen sind bei den jeweiligen Arbeitspaketbeschreibungen aufgeführt.

Hauptarbeitspaket (1)
Bereitstellung Raketensysteme und REXUS- Kampagnenvorbereitung und – durchführung

Für das Hauptarbeitspaket (1) gilt:

- ★ Zur Bereitstellung der Raketensysteme sowie zur REXUS-Kampagnenvorbereitung und Durchführung wird die MORABA des DLR e.V. als Unterauftragnehmer wie in der Leistungsbeschreibung beschrieben (vgl. Dok.Nr. RXBX-DLR-RD-SW-01, 5.3.3.1, 5.3.3.2, 5.3.3.3) für dieses Hauptarbeitspaket eingesetzt.

Hauptarbeitspaket (2)
Technisch/wissenschaftlicher Studentensupport
<p>Kontinuierliche technische Betreuung (2.1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hilfestellung und Verbesserungsvorschläge zum Experimentdesign geben sowie technische Fragen beantworten • Korrigierendes Eingreifen bei technischen Fehlplanungen • Unterstützung bei Wahl von Produkten, Bauteilen und Materialien • Überprüfung der Implementierung von Auflagen/Vorgaben aus den technischen Reviews/Bewertungen des Experimentstatus • Weitergabe von Schnittstelleninformationen zwischen Studenten und EuroLaunch und Überwachung der Schnittstellen zwischen Experiment und Ballon/Rakete
<p>Wissenschaftliche Betreuung (2.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserungsvorschläge zum Datenanalyseplan geben • Verbesserungen zur wissenschaftlichen Verwertung vorschlagen • Anleitung zu Konferenzbeiträgen und Korrektur
<p>Durchführung einer Trainingswoche (2.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planung und Gestaltung der Trainingswoche gemeinsam mit den Projektbeteiligten (DLR MORABA, SSC, ESA Education) • Beteiligung bei der Vermittlung des spezifischen Know-hows • Gemeinsame Durchführung der Preliminary Design Reviews mit dem Veranstalter
<p>Durchführung von Projektreviews (2.4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hilfestellung beim Anfertigen der Studentendokumentation (SED) geben • Review der Pflichtenhefte (Studentendokumentation SED) zum PDR, CDR, IPR, zur Kampagne und als studentischer Schlussbericht. • Durchführung eines jährlichen Lötkurses nach ECSS während des REXUS CDR's durch externe Spezialisten für die studentischen Teilnehmer am REXUS-Programm¹
<p>Durchführung von Integrationswochen und Experimentqualifikation (2.5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung des Experiment Acceptance Review (Abnahme der Experimente) • Einzeltests der Experimente • Test der gesamten Nutzlast zur Schnittstellenverifikation • Durchführung von Flugsimulationen • Falls erforderlich werden mit einzelnen Experimenten Vibrations- und/oder Thermal- sowie Vakuumtests durchgeführt
<p>Unterstützung bei den Flugkampagnen (2.6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Studenten während der Arbeiten auf Esrange • Informationstransfer zwischen EuroLaunch und Studenten • Verteilung der relevanten Flugdaten an die Studententeams

Für das Hauptarbeitspaket (2) **“Technisch/wissenschaftlicher Studentensupport“** gelten diese Rahmenbedingungen und Vorgaben:

- ★ Mindestens ein Mitglied des Projektteams ist über Email oder Telefon werktags für die Studenten von 9:00 bis 17:00 erreichbar.
- ★ Die Studententeams werden in der Regel wissenschaftlich durch Betreuer ihrer Universitäten/Hochschulen unterstützt. Dennoch können sie – soweit erforderlich – zusätzlich von der ZARM FAB unterstützt werden.
- ★ Die Durchführung einer Trainingswoche nach den Vorgaben und den Kooperationsvereinbarungen aus der Leistungsbeschreibung (vgl. Dok.Nr. RXXB-DLR-RD-SW-01; 5.3.3.4). Die Durchführung findet jährlich abwechselnd bei DLR MORABA oder bei SSC Esrange statt. Die vollständige Organisation (Unterkünfte, Transporte, Räume, Präsentationsmittel, Mahlzeiten, Abendveranstaltungen) wird vom jeweiligen Veranstalter durchgeführt.
- ★ Folgende Projektreviews werden entweder von der ZARM FAB oder in Kooperation der ZARM FAB mit den Projektpartnern gemäß ECSS (vgl. Dok.Nr: ECSS-M-ST-10-01C) durchgeführt, die Studenten erhalten ihr Review Ergebnis in schriftlicher Form. Die Studenten erhalten vom Review Board Vorgaben zu notwendigen Änderungen/Auflagen. Verbesserungsvorschläge werden besprochen.
 - Preliminary Design Review REXUS/BEXUS
(Die Reviews werden wir gemeinsam mit DLR MORABA und SCC/ESA während der Trainingswoche beim Veranstalter der Trainingswoche durchführen.)
 - Critical Design Review REXUS
(Die Reviews werden wir gemeinsam mit DLR MORABA und SCC/ESA bei DLR MORABA durchführen.)
 - Critical Design Review BEXUS
(Die Reviews werden wir gemeinsam mit SCC/ESA bei ESA-ESTEC durchführen.)
 - Integration Progress Review (IPR) REXUS/BEXUS
(Zur Sicherstellung, dass die Studenten den Übergang von der Designphase zur Integrationsphase bewältigen, werden wir diese Reviews als Vor-Ort Reviews bei den Studententeams durchführen.)
 - Experiment Acceptance Review (EAR) REXUS/BEXUS
(Diese Reviews werden wir während der Integrationswochen im Fallturm durchführen.)
- ★ Die Durchführung von jeweils einer Integrationswoche für BEXUS und einer Integrationswoche für REXUS, zu denen wir mindestens zwei Studenten je Team einladen, findet im Fallturm Bremen statt. In der großen Integrationshalle des Fallturms stehen den Studenten für diese Woche feste Arbeitsplätze zur Verfügung, an denen sehr gute Bedingungen für die Abnahme und evtl. Nachbesserungen der Experimente herrschen. Hier können sie Seite an Seite mit professionellen Experimentatoren an ihren Experimenten arbeiten und z.T. die Einrichtungen des ZARM nutzen. Dazu gehören eine Feinmechanikwerkstatt, eine Elektronikwerkstatt, verschiedene Laborräume, ein Reinraum und Konferenzräume. Die optionalen Vibrations-, Thermal- und Vakuumtests finden ebenfalls im Fallturmgebäude (im Vibrationstestlabor) statt. Die Vibrationstest mehrerer REXUS-Kampagnen wurden bereits hier durchgeführt.

Hauptarbeitspaket (3)
Organisatorischer Studentensupport (3)
Studentencoaching (3.1) <ul style="list-style-type: none"> • Organisation der Studententeams (Teamstruktur und Aufgabenverteilung) • Planungshilfe bei Experimententwicklung, -inbetriebnahme und -test • Unterstützung bei der Kampagnenvorbereitung • Beratung zur Durchführung eines Outreach-Programms
Projektlogistik und Verwaltung (3.2) <ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung der studentischen Sachmittel • Beschaffung und Bereitstellung von Produkten, Bauteilen und Materialien • Transporte (Produkte, Bauteile, Material, Experiment-Hardware)
Studentenreisen (3.3) <ul style="list-style-type: none"> • Organisation von Reisen und Aufhalten der Studenten bei Trainingswoche, Reviews, Kampagnen und Kongressen • Finanzverwaltung der studentischen Reisen • Vorbereitung der Esrange-Zutrittsgenehmigung
Veranstaltungen (3.4) <ul style="list-style-type: none"> • Organisation der Veranstaltungen mit Studentenbeteiligung (Trainingswoche, Reviews, Kampagnen, Kongressbeteiligung)
IT-Dienste (3.5) <ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellung und Pflege eines Servers für die Projektdokumentation (Dokumentation, Zeitpläne, Bilder), auf den alle Projektbeteiligten einschließlich der Studententeams und internationalen Partner Zugriff haben.

Für das Hauptarbeitspaket (3) gilt:

- ★ Zur Organisation bei Kongressen (zusammen mit ESA Education) fallen an: Bereitstellung von Ausstellungs- und Posterflächen; Organisation eines Diskussionsabends für Studenten und Experten

Hauptarbeitspaket (4)
Nutzlastverantwortung
Nutzlastauswahl (4.1) <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme von Experten der ZARM FAB an den Auswahl-Workshops • Auswahl und Zusammenstellung der studentischen Nutzlasten und Überwachung der Verträglichkeit und Nahtstellen zum Flugsystem • Übernahme der Verantwortung für die Nutzlasten des deutschen Projektanteils im Anschluss an die Auswahl-Workshops für den jeweiligen Projektzyklus
Schnittstelle zu EuroLaunch (4.2) <ul style="list-style-type: none"> • Nutzlast-Akkomodation • Fertigung und Bereitstellung von REXUS-Modulen für die deutschen Teams • Veranlassung von systemseitigen Modifikationen, bedingt durch Experimentanforderungen • Fertigung von identischen Kabeln verschiedener Länge zwischen Experimenten/ -modulen und Servicemodul, wegen voller Modularität bei Führung über mehrere Module auch unterteilt² • Beiträge zu EuroLaunch Missionsdokumenten • Erstellung bzw. Mitarbeit am Campaign-Requirements-Plan • Unterstützung Systemtest für REXUS
Vorbereitung der Experimente auf die Raketen-/Ballonmission (4.3) <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Interfacetests • Vorbereiten der Experimente zur Integration in die Raketenmodule bzw. in die Ballongondel • Implementierung der Experimentzeitpläne in den Missionszeitplan

Für das Hauptarbeitspaket (4) gilt:

- ★ Die Anforderungen hinsichtlich „Quality Assurance & Safety“ und Design aus REXUS – User Manual, BEXUS – User Manual und Esrange Safety Manual werden entsprechend berücksichtigt und umgesetzt.

Hauptarbeitspaket (5)
Projektmanagement (Beschreibung der Managementverfahren)
Planung und Organisation (5.1) <ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Zeitpläne für jedes Experiment und korrigierendes Eingreifen vor Planüberschreitungen • Durchführung von Besprechungen
Berichtswesen (5.2)
Vorhabenplanung (5.3) <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung und Pflege eines Arbeitsstrukturplans (Work-Breakdown-Structure) und der zugehörigen Arbeitspaketbeschreibung (Work-Package-Description) für das Vorhaben. • Erstellung und Pflege eines Ablaufplans (Gantt-Diagramm)
Unterstützung bei Aufgaben der Programmleitung (5.4) <ul style="list-style-type: none"> • Beteiligung von Experten der ZARM FAB und der DLR MORABA an den Experiment-Bewertungen des DLR Raumfahrtmanagements mit Review der Proposal (alle deutschen Experimentvorschläge), Teilnahme am Experiment Auswahlworkshop, Übernahme von einführenden projektspezifischen Präsentationen (5 bis 6 a 20 Minuten) • Beteiligung von Experten der ZARM FAB und DLR MORABA an SNSB/ESA-Auswahl bei ESTEC/NL • Vorbereitung der Präsentationen • Zusammenstellung der Nutzlasten für REXUS und BEXUS im Anschluss an den Experiment-Auswahlworkshop bei ESTEC • Inputs zu Pressemitteilungen • Inputs zur Erstellung individueller Zertifikate für die deutschen Studenten

Für das Hauptarbeitspaket (5) **“Projektmanagement“** gelten diese Vorgaben und Rahmenbedingungen (Compliance mit Managementanforderungen):

- ★ Die Managementaufgaben des Vorhabens werden in Anlehnung an die ECSS-Managementanforderungen (ECSS-M-ST-10C) und gemäß der beschriebenen Vorgaben und Rahmenbedingungen durchgeführt.
- ★ Schlusspräsentation durch die ZARM FAB mit einer Zusammenfassung der Gesamtaktivitäten und ihrer Bewertung beim DLR Raumfahrtmanagement (am Ende der Vorhabenlaufzeit)
- ★ Zur Durchführung von Besprechungen:
 - Organisation der Status und Ad-hoc Meetings bei der ZARM FAB
 - 1 bis 2 jährliche Status-Meetings (nach Vereinbarung beim DLR Raumfahrtmanagement oder ZARM FAB)
 - Telefon- oder Videokonferenzen nach Bedarf
- ★ Bei den Berichterstattungen gegenüber DLR Raumfahrtmanagement gelten grundsätzlich die Anforderungen aus dem Dokument „Allgemeine Bestimmungen für Forschungs- und Entwicklungsverträge des Bundesministeriums für Bildung und Forschung“:
 - Halbjährliche Zwischenberichte
 - Ggf. zusätzliche Berichte auf Anforderung durch DLR Raumfahrtmanagement
 - Schlussbericht zum Vorhabenende
 - Kurze Zusammenfassungen der Ergebnisse aus den Projektreviews mit den Studenten (als Email)
- ★ Vorhabensprache
Seitens der ZARM FAB werden im Vertragsverhältnis mit DLR Raumfahrtmanagement in deutscher Sprache vorgelegt:
 - Alle Besprechungen
 - Schriftliche Unterlagen (Halbjahresberichte, Schlussbericht)
 - Schriftverkehr

Wir werden die Projektsprache Englisch weitgehend einsetzen für:

 - alle Abstimmungen/Besprechungen/Telekonferenzen mit internationalen Partnern
 - die Erstellung der Projektdokumentation
- ★ Sämtliche Projekt-Dokumente werden im pdf-Format oder in einem zu MS-Office-2010 kompatiblen Format auf einem Server bereitgestellt, zu dem sowohl die Studenten als auch alle anderen Projektpartner Zugriff haben.
- ★ Die ZARM FAB ist über die neutrale REXUS/BEXUS E-Mail-Adresse rexbexus@zarm.uni-bremen.de erreichbar. Für die Kommunikation seitens der ZARM FAB ist der Projektleiter verantwortlich. Jedes Studententeam wird eine E-Mail Adresse einrichten, über die das ganze Team informiert werden kann. Die Verantwortung für die Kommunikation liegt beim Teamleiter.
- ★ Die Abstimmung von Terminen und Action-Items zwischen den Partnern erfolgt über Telefon, Telefonkonferenzen und E-Mails.
- ★ Projektbesprechungen zwischen der ZARM FAB und dem schwedischen Projektpartner finden mindestens halbjährlich statt.

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

4.1 Wissenschaftlicher Stand:

Das REXUS/BEXUS Programm besteht in seiner jetzigen Form seit über 10 Jahren. Mehr als insgesamt 1200 Studenten, auf nationaler und internationaler Seite, haben an diesem Programm teilgenommen und dabei über 150 wissenschaftliche und technische Experimente für den Betrieb auf einer Sounding Rocket bzw. einem Forschungsballon selbst entworfen und gebaut.

Zu jedem dieser Experimente wurde seitens der Studententeams ein umfangreiches Dokument, das SED (Student Experiment Dokumentation) verfasst. Dieser Bericht enthält:

- Abstract
- Wissenschaftlicher Hintergrund und Vorbetrachtung
- Experimentziele
- Teambeschreibung
- Spezifizierung des Experiments
- Projektplanung
- Experimentbeschreibung
- Verifikation und Test
- Kampagnenvorbereitung
- Analyse und Ergebnisse

Soweit eine Einverständniserklärung des Teams vorliegt, wird das SED auf der REXUS/BEXUS Homepage rexusbexus.net veröffentlicht.

Nach erfolgreicher Teilnahme werden die Teams zu wissenschaftlichen Symposien eingeladen, wo sie ihre Ergebnisse präsentieren können. Bisher haben fast alle Teams davon Gebrauch gemacht, wodurch zu fast allen Experimenten Veröffentlichungen vorliegen.

Desweiteren entstanden in dieser Projektlaufzeit mehrere Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten.

Die ZARM FAB mbH hat demnach zum aktuellen wissenschaftlichen Stand in der Forschung unter Weltraumbedingungen durch das Einfließen ihrer technischen Expertise und ihres Angebots an Dienstleistungen indirekt einen gewissen Beitrag geleistet.

4.2 Technischer Stand:

Im Bereich der Nutzlastverantwortung besteht derzeit folgender Bestand:

4.2.1 Werkzeug

Jedem Team steht während der Events ein Werkzeugkoffer zur Verfügung. Diese Koffer wurden regelmäßig überprüft und nachgebessert. Es bestehen 8 Werkzeugkoffer für Studententeams.

Für den technischen Support der Experimente während der Tests und auf den Kampagnen wurde neben Standardwerkzeug folgende Komponente angeschafft:

- Oszilloskop Rhode&Schwarz RTM2034
- Lötstation JBC CD2E020 und Zubehör
- Temperaturmessgerät Fluke 62MAX
- 8 Netzgeräte RND 320
- Mehrere unterschiedliche Drehmomentschlüssel von 0,6 bis 40Nm

4.2.2 Transportboxen

Zum Transport der Experimentmodule und des benötigten Kampagenequipments wurden Transportboxen beschafft. Derzeit bestehen 9 große Transportboxen für Equipment und 12 Experimentmodulboxen.

4.2.3 Pyrotechnische Elemente

Das ZARM hält für alle Teams pyrotechnische Bauelemente inkl. Anschlusselemente, Transportboxen, selbstentwickelte Testelemente und spezielle Anleitungen für den Einsatz im REXUS/BEXUS Programm vorrätig.

4.2.4 Modulständer

Zur sicheren Aufstellung der Experimentmodule während der Tests wurden Modulständer entworfen und gefertigt. Derzeit bestehen 22 Modulständer.

4.2.5 Servicemodul-Simulator

In Kooperation mit der TU München wurden von der ZARM-FAB mehrere Servicemodul-Simulatoren entwickelt und gebaut. Diese wurde allen deutschen Teams während der Projektlaufzeit zur Verfügung gestellt. Derzeit bestehen 6 Einzelsimulatoren und ein Hauptsimulator. Die Einzelsimulatoren ermöglichen den Test eines Experiments. Mit den Hauptsimulatoren können bis zu 6 Experimente gleichzeitig getestet werden.

4.2.6 Raketenkabel

Zum Betreiben der Experimente an dem Service Modul kommt ein Kabelbaum, bestehend aus unterschiedlich langen Segmenten, zum Einsatz. Zum Testen und zur Kampagne werden 95 unterschiedlich lange Kabelsegmente nebst Zubehör vorgehalten.

4.2.7 Raketenmodule

Das ZARM hat die Verantwortung über alle Raketenmodule im Programm übernommen. Dazu gehört die Einzelmodulkonstruktion in Zusammenarbeit mit den Teams und die Modulfertigung. Derzeit besteht folgender Modulbestand:

Experiment	Size and design	Status	Remained at
RX14_Gekko	300mm, bottom mounted	Re-Flight RX17_REM-RED, Ok	TU Budapest, Hungary
RX15_FOVS	120mm, bottom mounted	Ok	TU Munich
RX15_MEDUSA	300mm, wall mounted, 2FFUs	Ok	DLR roadshow since 2015
RX15_STRATH-SAT-R2	220mm, bottom mounted, 2FFUs	Damaged	Univ. Strathclyde, UK

RX15_ISAAC	300mm, wall mounted, 2FFUs	Re-Flight RX17_SCRAP, RX19_SLED, damaged	KTH, Sweden
RX16_CWIS	220mm, wall mounted	Re-Flight RX21_DREAM, damaged	TU Wralclaw, Poland
RX16_HORACE	120mm, wall mounted	Re-Flight RX20_PATHOS, ok	ZARM
RX16_Low-GRAVITY	220mm, bottom mounted	Re-Flight RX19_LIME, damaged	ESA
RX16_MOXA	170mm, bottom mounted	Re-Flight RX22_RaCoS, ok	Univ. Würzburg
RX18_LICOD	120mm, wall mounted	Re-Flight RX24_MORE Camp.2018	
RX18_PHOS	300mm, wall mounted	Re-Flight RX22_U-PHOS, ok	Univ.Pisa -> ZARM
RX18_SMARD	300mm, bottom mounted	Re-Flight RX20_CEMIOS, Hatch, ok	Museum Bern, Switzerland
RX19_MIRKA-RX	220mm, bottom mounted, FFU	Ok	ZARM
RX20_BOILUS	220mm, wall mounted	Re-Flight RX21_UB-SPACE, FFU, ok	ZARM
RX20_UB-FIRE	300mm, bottom mounted, pressure tight	Ok	ZARM
RX21_SALACIA	220mm, bottom mounted	Ok	ZARM
RX22_AtmoHIT	170mm, bottom mounted, Hatch	Ok	ZARM
RX22_GRAB	220mm, wall mounted 2x	Ok	ZARM
RX23_ARES II	300mm, wall mounted 2x	Campaign 2018	
RX23_SPAN	170mm, bottom mounted, Hatches	Campaign 2018	
RX23_VIPER	300mm, bottom mounted, Hatch	Campaign 2018	
RX24_ROACH	300mm, bottom mounted, 2x	Campaign 2018	

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Seitens der Aufgabenstellung wird eine enge Zusammenarbeit zwischen der ZARM FAB mbH und den studentischen Nutzern bzw. deren Institutionen vorausgesetzt. Dies ist zweifelslos im Sinne des Arbeitsverständnisses der ZARM FAB mbH.

Am REXUS/BEXUS-Programm sind nationale und internationale Projektpartner beteiligt. Dazu gehören DLR Raumfahrtmanagement, DLR MORABA, SNSB, SSC, Esrange, ESA Education und EuroLaunch.

Die Zusammenarbeit mit den genannten Stellen war während der gesamten Projektlaufzeit ausnahmslos sehr gut.

II Eingehende Darstellung

Innerhalb der Vertragslaufzeit hat die ZARMFAB 26 deutsche RXBX-Teams technisch und organisatorisch betreut. Alle Teams haben erfolgreich am gesamten Projektzyklus teilgenommen und ihre Experimente auf den Raketen beziehungsweise Ballonen durchgeführt. Alle Teams haben ihre Ergebnisse auf dem PAC Symposium präsentiert und in den jeweiligen Proceedings veröffentlicht.

Neben der technischen und organisatorischen Unterstützung der Studententeams hat die ZARM FAB erfolgreich an den RXBX-Projektveranstaltungen und den Kampagnen mitgewirkt.

Zu Beginn der Vertragslaufzeit wurde von der ZARM FAB mbH ein Server eingerichtet, über den alle Projektteilnehmer Dokumente austauschen können und auf dem alle Projektdokumente gesammelt werden. Dieser Server wurde mit dem Namen Teamsite betitelt.

1 Durchführung des deutschen Projekteils

In diesem Kapitel werden die unterstützten deutschen Teams aus dem Zyklus 6 bis 9, die im Rahmen dieses Vorhabens „Deutsch-Schwedisches Studentenprogramm REXUS/BEXUS – Durchführung des deutschen Projektanteils Zyklus 6 bis 9“ mit dem Förderkennzeichen 50 WF 1313 teilgenommen haben, vorgestellt. Innerhalb von jeder Zyklusbeschreibung werden nach der Teamvorstellung die erreichten Etappenziele der Teams, die Meilensteine, chronologisch aufgeführt. Die zu den jeweiligen Meilensteinen zugehörigen Berichte sind im Anhang enthalten. Die Meilensteinberichte beschreiben detailliert den Fortschritt des Experimentdesigns und -aufbaus des jeweiligen Teams. Dabei handelt es sich um diese Berichtstypen:

- **Reviewberichte**

Zu jedem Review wurde ein Bericht angefertigt. Der Bericht enthält neben den Teilnehmern, den Status des Experiments zum Reviewzeitpunkt, Kommentare, Hinweise und Tipps der Panelmitglieder sowie eine Nachbesserungsliste, falls eine Nachbesserung notwendig war.

- **Testberichte**

Zu den einzelnen Funktionstests (Individual Check, Interference Check, Integrated Test, Bench Test, Communication Check, Flight Simulation Test) wurden Notizen und Testberichte angefertigt.

Zu allen Umgebungstests (Vibrationstests, Belastungstests, Thermaltests) wurden Testberichte angefertigt.

- **Planungsberichte**

Tabellarische oder grafische Planungsberichte der einzelnen Events (Integrationswoche, Critical Design Review, Trainingswoche).

- **Kampagnenberichte**

In diesen Berichten sind alle Ergebnisse der Payloadtests und Kurzfassungen der operativen Experimentergebnisse enthalten. Kampagnenberichte wurden erst ab Zyklus 8 eingeführt.

1.1 Zyklus 6; REXUS 15/16; BEXUS 16/17 – Unterstützte Teams und Meilensteine

Die Übernahme des Supports für die Studententeams des sechsten Zyklus erfolgte am 1. Juli 2013. Die Teams aus dem Zyklus 6 waren zu diesem Zeitpunkt ausgewählt und hatten bereits Trainingswoche, PDR (Preliminary Design Review) und CDR (Critical Design Review) absolviert. Der Einstieg seitens ZARM in den Studentensupport erfolgte zu Beginn der REXUS IPRs (Integration Progress Reviews) bei den Teams.

1.1.1 Team: FLASH

Experiment Title: Fluid in the Stratosphere

Vehicle: BEXUS 16

Team: Katja Bigge (Heidelberg University), Viktoria Schubert (Heidelberg University), Dan Čermák (Heidelberg University), Elisabeth Guerin (Heidelberg University), Felix Passenberg (Heidelberg University), Michael Blessenohl (Heidelberg University)

Abstract: FLASH stands for “Fluid LAB in the StratoSPHere” and is a project that aimed to transport living human cells into higher parts of our atmosphere to learn about the effects of cosmic radiation on the 3D nanostructure of their genome. In the subsequent laboratory analysis nanoscopy will be used which is a new approach for the sensitive detection and analysis of irradiation effects on organisms. The motivation for this undertaking is the fact that the effects of low dose radiation, and especially of complex compound radiation such as of cosmic origin, are still a topic of current research as well as of pivotal significance for human space flight and, in the long run, cancer research. Owing to its complexity, cosmic radiation is extremely difficult to replicate on the ground. Thus, the FLASH project has taken part in the BEXUS program of the DLR and the SNSB to use a balloon to get better access to cosmic radiation over several hours.



FLASH: Katja Bigge, Dan Cermak, Elisabeth Guerin, Viktoria Schubert, Michael Blessenohl

1.1.2 Team: FOVS

Experiment Title: Fiber-Optic Vibration Sensing Experiment

Vehicle: REXUS 15

Team: Max Rößner TU München, Nicolas Benes TU München, Thomas Grübler TU München, Andre Heke TU München, Andre Hornung TU München, Jakov Kholodkov Otto-von-Taube-Gymnasium Gauting, Vitali Kin TU München, Sebastian Plamauer TU München, Alexander Popp TU München, Thorsten Uhlenkamp TU München

Abstract: As an in-flight experiment in the Rexus 15 programme, the "Fiber-Optic Vibration Sensing Experiment" (FOVS) aims at the application of so-called fiber Bragg grating sensors. Fiber Bragg gratings are optical gratings inscribed to the core of an optical fiber. They allow for entirely optical measurements of temperatures, mechanical strain and of deduced quantities, such as vibration. Due to their properties (mechanical robustness, high dynamic range etc.) fiber Bragg gratings are particularly suited to cope with the harsh environmental conditions in a rocket vehicle (very high and very low temperatures, intense vibrations, presence of flammable propellants, etc.). The FOVS experiment aims for a demonstration of a fiber-optic vibration measurement system in an actual flight, and evaluates its benefits compared to conventional electrical sensing in the challenging launcher environment. Such a vibration measurement system can contribute to emerging technologies in the commercial launcher segment. Particularly, entire sets of measurement data can be acquired with minor mass contribution. This can be applied to techniques such as structural health monitoring, active vibration damping, and actuator monitoring, enabling lighter structures without compromising on reliability.



FOVS, TU München (Nicolas Benes, Alexander Popp, Sebastian Plamauer, Thomas Gruebler, Max Roessner)



1.1.3 Team: MOXA

Experiment Title: Measurement of Ozone and Oxygen in the Atmosphere

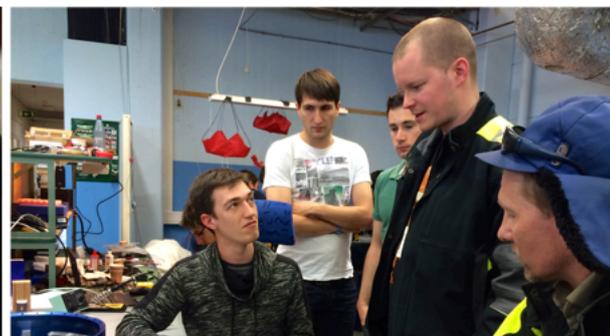
Vehicle: REXUS 16

Team: Alexander Mager, Bastian Klose, Patrick Geigengack, Alexander Schultze, Jonas Uhlmann, Daniel Becker, Fabienne Kinzelmann, Susann Knapik, Nathanael Warth, Max Oswald, Sebastian Weixler (alle TU Dresden)

Abstract: The models of the distribution of residual gases varies widely. For instance the atomic oxygen models results differ up to 400%. To predict climate it is important to know the distribution of Oxygen in its various forms. For instance, atomic oxygen is a major influence on space borne objects, resulting in degradation of exposed materials. Therefore the MOXA experiment will measure ozone, atomic and molecular oxygen, temperature and pressure during the flight. The Institute for Aerospace Engineering at Dresden University of Technology has developed innovative sensors for oxygen and ozone with a very low response time and high measurement accuracy. The atomic oxygen sensors of the experiment FIPEX have already performed successful measurements onboard the International Space Station and will be integrated in the experiment in a new miniaturized form. The newly developed ozone sensor will be tested by comparing the measured data during the flight, in dependence of the pressure with existing data. In addition the data of the oxygen measurements give a hint on the ozone values and will help to verify functionality of the ozone sensor. The development of accurate sensors for residual gases contributes to the survey of the atmosphere to correlate existing atmospheric models. So it is possible to make precise prediction of residual gases. This will support atmospheric science and improve the preparation of planned long term missions in the LEO. The sensors are also applied in many other sections, for example breathing gas analysis.



MOXA, TU Dresden (Bastian Klose, Alexander Schultze, Patrick Geigengack, Nathanael Warth, Alexander Mager, Max Oswald)



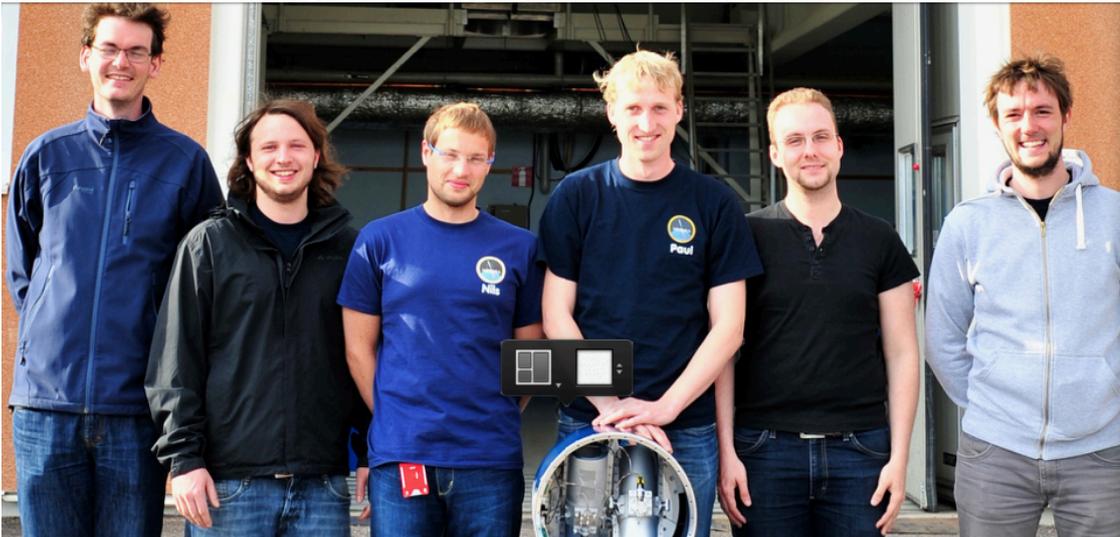
1.1.4 Team: MEDUSA

Experiment Title: Measurements of the D-region plasma using active falling plasma probes

Vehicle: REXUS 16

Team: Heiner Asmus University of Rostock, Carsten Baumann Ludwig-Maximilians University Munich, Tristan Staszak University of Rostock, Nils Karow University of Rostock, Paul Schünemann University of Rostock, André Fencik University of Rostock, Roland Mainz University of Hamburg, Erik Jeglorz University of Rostock, Jan-Berend Schumacher University of Rostock, Sven Ruhl University of Rostock, Maria Asmus University of Rostock

Abstract: The MEDUSA experiment, as a part of the REXUS/BEXUS project, develops a new in-situ technique probing the lower ionosphere plasma by two daughter payloads. These identical daughter payloads contain a sensitive structure that is exposed to the atmosphere. This structure consists of a grid, which surrounds an ion collector that is connected to a electrometer. The collector has a negative potential, the measured current at the electrometer is proportional to the ion density measurements. The grid which is at payload potential shields the collector from ambient electrons. During the REXUS 15/16 campaign a rocket will bring the two probes up to 90 km, which are then ejected from the main payload. In the following, the daughter payloads measure the ion density. The data is stored on the daughter payloads and there is a GPS, Iridium and beacon module onboard to make a recovery of the probes possible. The scientific scope of MEDUSA is measuring small scale fluctuations in the plasma density of the D-region. Enabling investigations on the physics of the atmospheric phenomenon polar mesospheric winter echoes (PMWE), which are radar echoes in the range of 55-80 km. Possible occurrence of PMWE during the REXUS campaign is monitored by the ESRAD radar, which is located directly at Esrange Space Center. Furthermore the obtained plasma density height profiles can be compared with results from the Sodankylä Ion and Neutral Chemistry model (SIC-model). Doing that could give new insights into the ion chemistry in the D-region which is still not fully understood.



MEDUSA, UNI Rostock (Carsten Baumann, Tristan Staszak, Nils Karow, Paul Schünemann, Roland Mainz, Heiner Asmus)



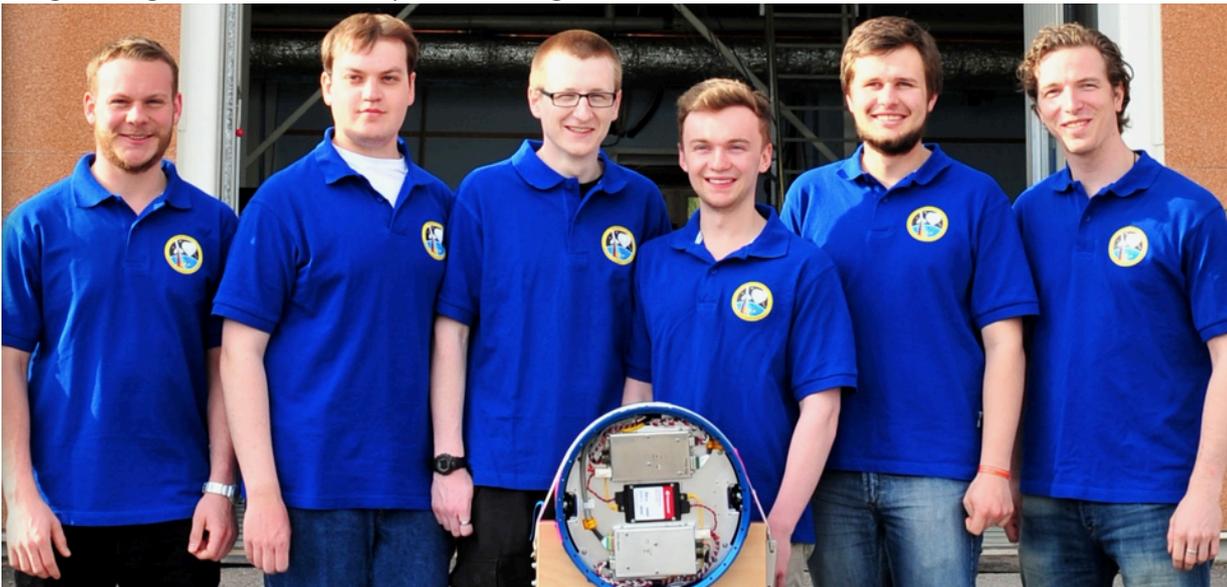
1.1.5 Team: HORACE

Experiment Title: Horizon Acquisition Experiment

Vehicle: REXUS 16

Team: Thomas Rapp, Jochen Barf, Matthias Bergmann, Sven Geiger, Arthur Scharf, Florian Wolz
All University of Würzburg

Abstract: The aim of the Horizon Acquisition Experiment (HORACE) was to test and demonstrate the capabilities of a new approach for attitude determination, which also works under stress conditions like uncontrolled tumbling or spinning with high rates. Therefore the experiment processes optical data with image processing algorithms on an embedded system, so that the line of horizon is detected in the frames and a vector to the 2D projection of the center of the earth can be calculated. Unlike existing earth sensing systems using the IR spectrum to detect the earth, HORACE processes video frames of an ordinary camera, which is sensitive to the visible spectrum. Thus, there is strong emphasis on the software components of the system and we imagine a future system which could only be a software package capable enough to use data from existing payload-cameras for attitude determination in emergencies. During the flight onboard REXUS 16, which was launched May 28 2014 13:30 UTC+2 from Esrange Space Center/Kiruna, both video and calculated data were collected to provide qualitative and quantitative evidence about the robustness and accuracy of the horizon acquisition and the calculated earth vector, as well as for the general approach after post-flight evaluation. The flight on REXUS provided a good setting for the experiment, because the launcher's rotation is similar to uncontrolled tumbling or spinning movements and the reached altitude is high enough to take realistic, space-like images.



HORACE, Uni Würzburg (Jochen Barf, Matthias Bergmann, Florian Wolz, Arthur Scharf, Thomas Rapp, Sven Geiger)



1.1.6 Bereitstellung und Pflege eines Servers für die Projektdokumentation

Zu Projektbeginn wurde seitens ZARM ein Konzept erarbeitet, welches die Anforderung bezüglich Dokumentenverwaltung im REXUS/BEXUS Programm erfüllt. Wir entschieden uns für ein „freies“ Repositorysystem von Alfresco. Dieses System wurde von IT-Mitarbeitern des ZARM aufgesetzt und konfiguriert. Es enthält neben den SEDs (Student Experiment Dokumentation) alle Referenzdokumente des Programms und erlaubt allen Projektbeteiligten einschließlich der Studententeams und internationalen Partner einfachen Zugriff für das Hochladen, Runterladen oder Austauschen von Dokumenten. Auf den u.s. Darstellungen ist der Login Bereich und der Bedienbereich der REXUS/BEXUS Teamsite abgebildet.

REXUS/BEXUS Teamsite
<https://rexusbexus.zarm.uni-bremen.de>


- **Mission specific Documents**
 - Selection Workshop
 - Training Week
 - Reviews
 - Integration Week
 - Bench Test
 - Campaigns
 - Experiment Teams
- **Organisational Documents**
 - Meetings
 - Conferences
 - Schedules
- **Reference Documents**
 - Manuals
 - CAD Models
 - Templates and Guidelines
 - Outreach material
- **Photos**



- *Alfresco CMS (Content Management System)*
- *Community Edition (free)*
- *Open-Source*
- *runs on a virtual machine under Debian Linux*

Repository
student

Repository Browser

- ▶ Documents
- ▼ Repository
 - Repository
 - Cycle06 RX1516 BX1617
 - Cycle07 RX1718 BX1819
 - Cycle08 RX1920 BX2021
 - Cycle09 RX2122 BX2223
 - Bench Test
 - Campaigns
 - Experiment Teams
 - Integration Week
 - Reviews
 - Selection Workshop
 - Training Week
 - Photos
 - References
 - CAD Models
 - Datasheets and Howtos
 - ECSS
 - Esrange Space Center
 - Filename Convention
 - Forms
 - Outreach material
 - SED Template and Guidelines
 - User Manuals

Select + Create... ↑ Upload Selected Items... ≡ Name Options

Repository > Cycle09 RX2122 BX2223

<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Bench Test</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified 10 days ago by Administrator</p> </div> </div>
<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Campaigns</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified 10 days ago by Administrator</p> </div> </div>
<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Experiment Teams</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified a minute ago by Administrator</p> </div> </div>
<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Integration Week</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified 10 days ago by Administrator</p> </div> </div>
<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Reviews</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified 10 days ago by Administrator</p> </div> </div>
<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Selection Workshop</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified 2 hours ago by Administrator</p> </div> </div>
<input type="checkbox"/>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4a86e8; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Training Week</p> <p style="font-size: 0.8em;">Modified 10 days ago by Administrator</p> </div> </div>

1 - 7 of 7 << 1 >>

1.1.7 IPRs (Integration Progress Review) und EARs (Experiment Acceptance Review)

- RX-IPR bei den Teams:
 - HORACE
 - FOVS
 - MOXA
 - MEDUSA
- BX-EAR bei dem Team FLASH
- RX-EAR bei den Teams:
 - HORACE
 - MEDUSA

1.1.8 BEXUS Kampagne

1.1.9 RX1516_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM

- Fertigung und Bereitstellung der REXUS-Module für die deutschen Teams
- EAR für die Teams
 - FOVS
 - MOXA
- Einzel- und Gesamttest der experimentellen Nutzlast
- Anfertigung des Raketenkabelbaums
- Qualifizierung aller Experimente im Vibrationstestlabo

1.1.10 RX1516_BEN; Durchführung des REXUS Bench Test

1.1.11 RX1516_CAM; Durchführung der REXUS Kampagne

1.2 Zyklus 7; REXUS 17/18; BEXUS 18/19 – Unterstützte Teams und Meilensteine

Der erste Zyklus, den das ZARM von Anfang an begleitet hat.

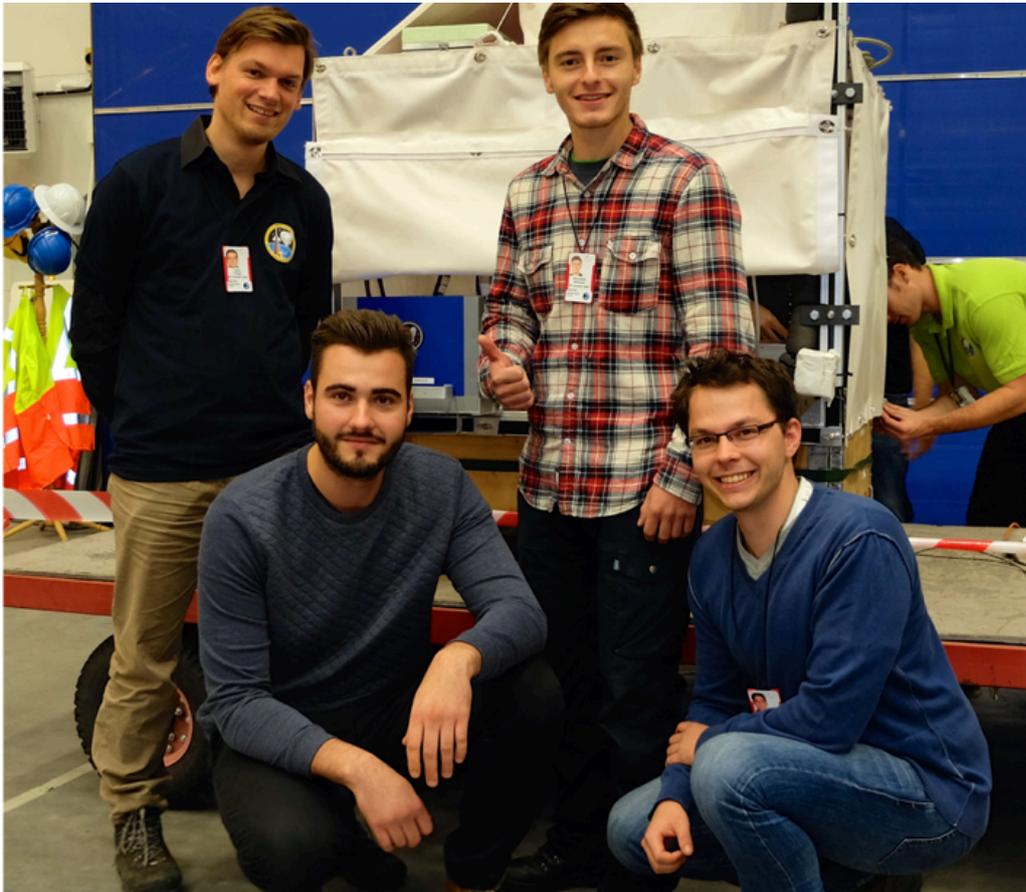
Auf den folgenden Seiten werden die unterstützten deutschen Teams, die für den Zyklus Nummer 7 ausgewählt worden sind, vorgestellt. Chronologisch werden dann die erreichten Etappenziele der Teams, die Meilensteine, durch die zugehörigen Berichte beschrieben. Die Berichte sind im Anhang enthalten

1.2.1 Team: TamaOS

Experiment Title: Testing atomic, molecular and active Oxygen Sensors

Vehicle: BEXUS 19

Abstract: The BEXUS program has the optimal mission profile to prove the feasibility of the newly developed Oxygen Sensors of the Aerospace Engineering Department at the TU Dresden for tasks that are performed today by weather balloons of weather services around the world. Therefore we are building a system that can perform these tasks based on this new method of measuring while keeping dimensions of today's used technology and improving quantity and quality of data gained. The TamaOS experiment will measure ozone, atomic and molecular oxygen, as well as temperature and pressure during the flight. The newly developed sensors will be tested by comparing the measured data of the flight, in dependence on the pressure, with existing data. For atomic oxygen we are going to be the first to measure it in the mission relevant 0 to 30 kilometers (altitude resolved). Furthermore it is planned to fly the new sensors together with an ECC sensor of a weather service for a direct comparison of the two systems in a future mission. The development of precise sensors for residual gases contributes to the survey of the atmosphere, in our case to the very important ozone levels. Which when too high close to the ground can harm people but on the other hand when too low in the ozone layer do not protect us from the dangerous UV radiation. The sensors are also applied in many other sections, for example breathing gas analysis, analysis of exhaust gases of combustion engines and industrial production processes.



TamaOS: Tobias Jaster, Robert Clemens, Alexander Bronowski, Arne Westphal

1.2.2 Team: COUGAR

Experiment Title: Control of Unmanned Ground-Vehicle from High-Altitude in Near-Real Time

Vehicle: BEXUS

Abstract: Ziel des COUGAR Projektes ist es, die Fernsteuerung eines unbemannten Bodenfahrzeugs über eine Relaisstation auf einem Ballon durchzuführen, um die Kommunikation unabhängig von einer Sichtverbindung zwischen Bodenstation und Fahrzeug zu gewährleisten. Zu den möglichen Anwendungsgebieten gehören zukünftige Basen auf anderen Körpern des Sonnensystems, welche die eine Atmosphäre besitzen, beispielsweise dem Mars. Ein solches System bietet drei große Vorteile: Erstens können solche Relaisstationen die Verbindung bei schwieriger Topologie gewährleisten und gleichzeitig die Reichweite, welche durch die Krümmung der Planetenoberfläche beschränkt wird, erhöhen. Die hier vorgestellte Systeminfrastruktur ist wesentlich leichter und einfacher zu installieren als ein Sendemast. Zweitens kann dieses System dazu genutzt werden die Reichweite der Einsätze auf anderen Planeten zu erhöhen. Dies ist besonders relevant, da geeignete Landeplätze häufig weniger wissenschaftliche Relevanz haben. Drittens würde das Ersetzen von Menschen durch Roboter für Aufgaben leichter bis mittlerer Komplexität die Sicherheit von Astronauten erhöhen. Die Komplexität der Einsätze würde zugleich dadurch verringert, dass kein Lebenserhaltungssystem auf dem Bodenfahrzeug installiert und gewartet werden muss. Um zu zeigen, dass sich das System für die oben genannte Anwendung eignet, werden von dem Bodenfahrzeug typische Aufgaben wie Gerätwartung und Probenentnahmen durchgeführt. Das Bodenfahrzeug wird während des Experiments von einer Bodenstation aus bedient. Gleichzeitig werden relevante Daten wie die Bitfehlerrate und die Position und Ausrichtung der Gondel und des Bodenfahrzeugs gemessen. Hauptbestandteil des Kommunikationssystem ist ein integrierter Transceiver, der im 432-438 MHz Band senden wird. Die Datenrate wird während des Fluges an die Distanz zur Bodenstation angepasst. Auch die Modulation und die Kodierung werden variiert. Mit diesem System können Datenraten zwischen 1000 kBaud in der ersten Phase des Aufstiegs und 1.2 kBaud gegen Ende des Fluges erzielt werden. Die Qualität der Verbindung deren Auswirkung auf die Durchführung des oben genannten Aufgaben werden anschließend ausgewertet um herauszuarbeiten unter welchen Bedingungen ein solches ballonbasiertes Kommunikationssystem für zukünftige Basen auf anderen Planeten nützlich sein kann.



COUGAR: Piotr Lewkowicz, Atakan Sirin, Friederike Wolff, Jonas Burgdorf, Iham Mammadov

1.2.3 Team: AFIS-P

Experiment Title: Antiproton flux in Space – Prototype

Vehicle: BEXUS

Abstract: Das Ziel der Antiproton Flux in Space (AFIS) Mission ist der Vermessung des Flusses von Antiprotonen, die vom Magnetfeld der Erde eingefangen wurden. Hierfür wird an der Technischen Universität München (TUM) ein neuartiger Teilchendetektor entwickelt, der mit neuester Sensortechnologie auf Siliziumbasis und schneller Echtzeit-Elektronik ausgestattet ist.

Als Vorläufer zur eigentlichen AFIS Mission wurde das AFIS-P Experiment ins Leben gerufen, welches neben den offenen Fragen zur Physik des Detektors vor allem auch die Herausforderungen des Baus eines Teilchenphysik-Experiments für den Weltraum angehen wird. Dies beinhaltet nicht nur die üblichen Beschränkungen in Baugröße, Gewicht und Stromverbrauch, sondern vor allem auch die Konstruktion eines aus empfindlichen Bauteilen bestehenden Detektors, der die Belastungen während eines Raketenstarts übersteht.

Das vorrangige Ziel von AFIS-P ist also die Technologiedemonstration. Das innovative Design des Detektors ermöglicht es jedoch auch neue Physikdaten zu sammeln. Ein neues Konzept zur Identifizierung von Teilchen erlaubt es die Energie einfliegender Teilchen im Energiebereich von 20 – 100 MeV pro Nukleon zu messen. Dies ist ein bedeutend niedrigerer Bereich als in vorangegangenen Experimenten. AFIS-P wird daher zum ersten Mal den Fluss von Ionen im Spektrum der kosmischen Strahlung in diesem Energiebereich vermessen können.



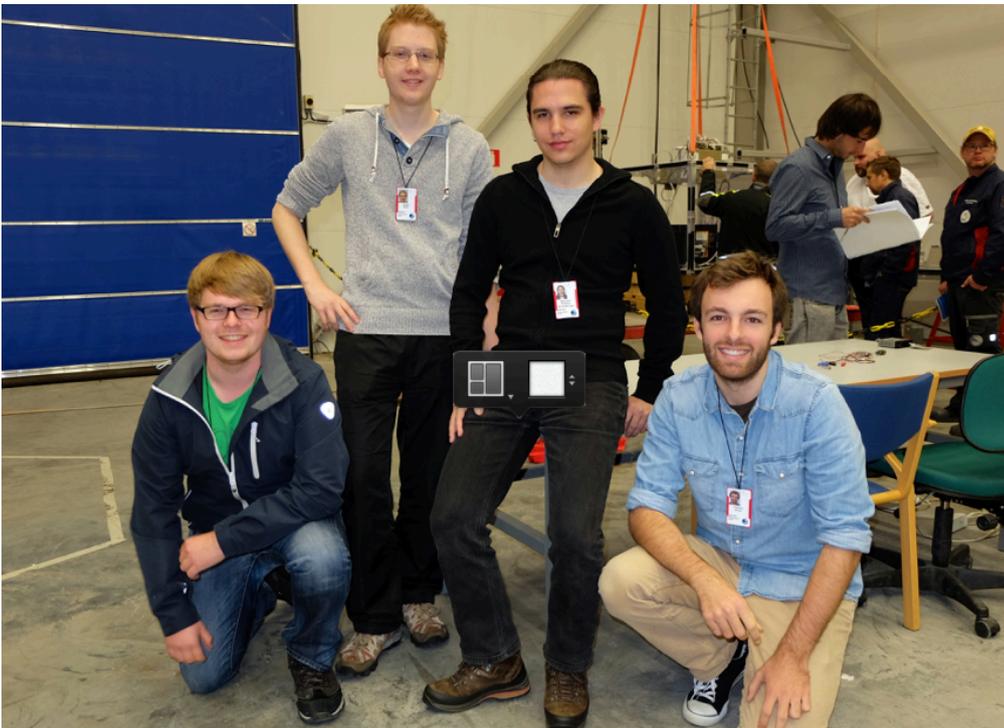
AFIS-P: Martin Losekamm, Wolfgang, Dominik Gaisbauer, Thomas Pöschl
crouching: Michael Gareis, Michael Milde

1.2.4 Team: ADAM

Experiment Title: Angular Distribution of charged particles - Atmosphere Measurement

Vehicle: BEXUS

Abstract: The interaction of cosmic rays with atmospheric molecules results in a particle shower consisting of a large number of various primary and secondary particles. The flux of primary and secondary particles depends strongly on the altitude and the angle of which particles are measured. *Pfotzer* found that the count rate reaches a maximum (today called *Pfotzer-maximum*) at approximately 20 km height. The angular distribution of energetic particles at this height is unknown, but of importance for, e.g., future hypersonic aircraft, but also as an analogon for the surface radiation on Mars. The atmospheric pressure at the surface of Mars is comparable to that at 20 km height on earth. The goal of the ADAM team is to measure the angular dependence of the charged particle flux (with respect to the zenith angle) in the earth's atmosphere above the *Pfotzer-maximum*. The particle flux is known to be organised as $\cos(\vartheta)^2$ at low altitudes and to be isotropic, e.g. $\alpha * \cos(\vartheta)^2$ in free space. Thus, we propose to measure this angular dependence at the relevant altitude of ~ 25 km, and to determine the power of the $\cos(\vartheta)$ dependence. This will be realised with our instrument "EVA" (Experiment to Visualise Angular Distribution). The particles will be detected by a sensor head composed of several solid-state detectors (SSDs). To determine the angular distribution, the sensor head has a well defined geometric arrangement of SSDs with sufficient angular resolution to match the expected environment. Once a particle passes through one of the SSDs it deposits energy in the semiconductor. The electronics of the experiment register, amplify, and digitize this event and registers the time it was detected. On their way through the sensor head the particles can pass through several SSDs. Those particles which are detected by more than one detector (by a coincidence trigger) are faithful tracers of the angular dependence of the charged radiation field in the upper atmosphere. Thus, EVA allows us to determine accurately the distribution of incidence angles of charged particles above the *Pfotzer-maximum*.



ADAM: Finn Christiansen, Stefan Wraase, Sebastian Martensen und Dennis Trautwein

1.2.5 Team: ARCA

Experiment Title: Advanced Receiver Concepts for ADS-B

Vehicle: BEXUS 18

Abstract: Das Hauptziel des Experimentes ist es zu evaluieren, welche Vorteile ein Flugzeug-basiertes Überwachungssystem hat. Ein Ziel des Experimentes ist es dabei, keine bestehende Hardware zu benutzen, sondern große Teile der verwendeten Elektronik selber zu entwickeln, zu bauen und zu testen. Während des Fluges werden Mode-S Daten empfangen und daraus die DF17 Positions-Daten dekodiert. Diese werden gespeichert und in Teilen auch direkt zur Bodenstation gesendet, wo diese grob aufbereitet werden um für eine erste Analyse dargestellt zu werden.



ARCA: Johannes Willenbücher, Severin Haas, Stefan Biereigel
crouching: Hannes Zöllner und Sebastian Udich

1.2.6 Team: SMARD

Experiment Title: Shape Memory Alloy Reusable Deployment Mechanism

Vehicle: REXUS

Abstract: The acronym SMARD is meant to describe the universal design approach of the SMARD Project as “Shape Memory Alloy Reusable Deployment Mechanism”.

We want to develop a hold down release mechanism (HDRM) using shape memory alloys. This mechanism shall be used to deploy the solar panels of the CubeSat *Move 2* the successor of *firstMove*. *FirstMove* is the first CubeSat of the institute for Astronautics at the Technische Universität München in cooperation with students. This 1Unit (10cm*10*cm*10cm) CubeSat is in orbit since 21th of November 2013. *Move2* will be a 3Unit (10cm*10cm*30cm) CubeSat. Out of this project the idea to participate at the REXUS17/18 program was born.

The already existing HDRM from *firstMove* is not reusable and difficult to reinstall which is a disadvantage for the several tests before the launch. Therefore we came up with the idea to design a new mechanism using shape memory alloys which are reusable up to 100,000 times. Since the deployment of the solar panels is mission critical, the reusability of the mechanism reduces the risk of potential failure. That’s why we want to verify the new developed mechanism on the REXUS rocket. There will be a mockup of one side of the CubeSat *Move 2* consisting of a solar panel and the HDRM together with a data handling module, sensors, camera etc. It is important that the solar panel has to be kept closed during launch which shall be validated with REXUS. Once the rocket reaches micro gravity the mechanism will be activated to open the solar panel. At the same time the movements of the solar panel will be measured and filmed with a camera. The REXUS launch shall validate our hold down release mechanism’s correct function, which in the event of success, will be used for the *Move 2* satellite.



SMARD - TUM Technische Universität München - REXUS 18

Artur Koop, Karl Dietmann, Philipp Ludwig

Johannes Gutmiedl, Johannes Kugele, Maria Grulich, Alexander Schmid, Thomas Ruck

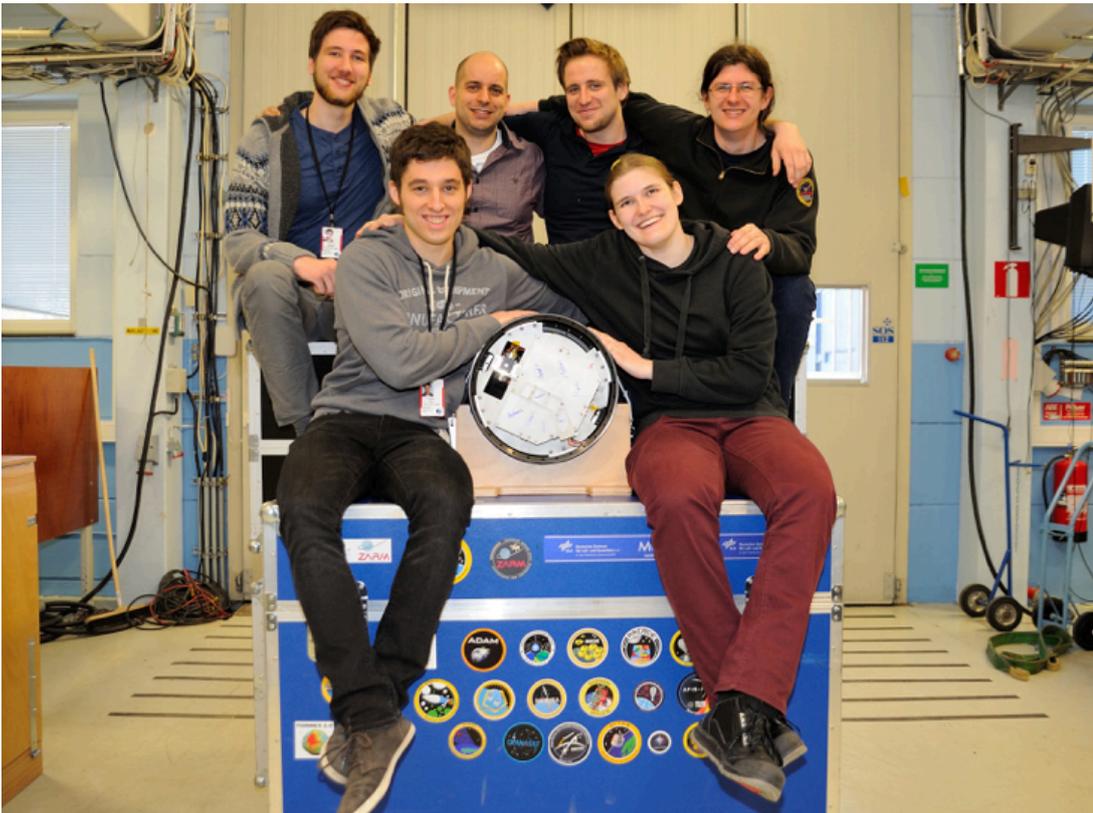
1.2.7 Team: LICOD

Experiment Title: Light Induced Compression of Dust clouds

Vehicle: REXUS

Abstract: LICOD steht als Acronym für ein Experiment zu Licht-induzierte Kompression von Staubwolken. Dieses Experiment ist Teil des REXUS Programms und zielt auf ein besseres Verständnis der Photophorese ab.

Photophorese ist ein Effekt, der beleuchtete Staubpartikel in einer dünnen Gasatmosphäre dazu bringt sich zu bewegen. Die Bewegung rührt daher, dass sich das Partikel aufgrund der Beleuchtung lokal aufwärmt und dadurch mehr Impuls von den Gasmolekülen der wärmeren Seite erfährt. Wichtig ist dieser Effekt zum Beispiel im Kontext der Evolution des Sonnensystems und kann dabei helfen die Entstehung von Planeten zu erklären. REXUS ermöglicht es diesen Effekt in Schwerelosigkeit zu beobachten. Dabei wird die Staubwolke in einer Vakuumkammer mit einem Laser beleuchtet und mit einer Kamera beobachtet. Photophorese wurde bisher nur im Grenzfall verschwindender optischer Tiefe betrachtet. Allerdings ist für die Planetenentstehung der Übergangsbereich wo das Medium optisch dicht wird auch von Bedeutung, weil in den dichteren Bereichen mehr Material für die Planetenentstehung zur Verfügung steht, was das Wachstum beschleunigen kann. Photophorese könnte verdichtete Regionen erzeugen, wenn sie eine optisch dünne Region auf den optisch dichteren Bereich schiebt, ob und wie genau das vonstatten geht soll mit diesem Experiment untersucht werden. Die Videodaten erlauben es die Geschwindigkeit und die Dichte der Staubwolke zu messen. Damit kann man direkt testen, wie die photophoretische Kraft sich mit der optischen Tiefe ändert.



LICOD - Universität Duisburg-Essen - REXUS 18

Benedikt Eliasson, Mathias Schywek, Sven Eliasson, Markus Küpper, Marc Köster, Raphaela Mumme

1.2.8 Team: ACTOR

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: The purpose of this experiment is to test the heat transfer resistance of cellulose aerogels. Cellulose Aerogels have recently been developed by the institute of Textiles (ITA) of the RWTH Aachen in cooperation with the DLR.

Cellulose aerogels have unique physical characteristics such as low density, low thermal conductivity and an open pored structure. These characteristics and the fact that cellulose aerogels can be processed into textiles or fleeces makes cellulose aerogels highly suitable for the application in space. Due to its flexibility Cellulose Aerogel can be applied everywhere where flexible material is necessary but conventional isolation material is not ecological or reasonable.

Since environmental conditions of space and the occurring loads during operation cannot be reproduced in a laboratory, testing in space under realistic conditions shall be carried out.

The conditions reached on the REXUS rocket flight are suitable to test these characteristics and verify them. If these characteristics are verified cellulose aerogels can be used for novel space suits, unfolding re-entry-systems and the isolation of electrical components.



ACTOR - RWTH Aachen - REXUS 18
David Bierbüsse, Tobias Meinert, Michel Busen, Nina Körtzinger, Michael Stankowski



1.2.9 Selection Workshop

- Beteiligung von Experten der ZARM FAB und der DLR MORABA an den Experiment-Bewertungen des DLR Raumfahrtmanagements mit Review der Proposal (alle deutschen Experimentvorschläge), Teilnahme am Experiment Auswahlworkshop, Übernahme von einführenden projektspezifischen Präsentationen:
 - ZARM and Cooperation
 - Get ready for PDR
 - Teamsite
- Beteiligung von Experten der ZARM FAB und DLR-MORABA an SNSB/ESA-Auswahl bei ESTEC/NL, Übernahme einer einführenden Präsentation (Teamsite)
- Zusammenstellung der Nutzlasten für REXUS und BEXUS im Anschluss an den Experiment-Auswahlworkshop bei ESTEC

1.2.10 RXBX07_STW;

- Beteiligung von Experten der ZARM FAB an der Trainingswoche in Kiruna:
 - Leitung bzw. Teilnahme an allen RXBX PDRs
 - Übernahme von projektspezifischen Präsentationen
 - Outreach
 - Software Design
 - Thermaldesign
 - Konstruktion
 - ZARM Support

1.2.11 BX1819_CDR;

- Leitung bzw. Teilnahme an allen BEXUS Reviews. Anfertigung von Berichten für die Teams:
 - BX1819-CDR Team COUGAR
 - BX1819-CDR Teams AFIS-P
 - BX1819-CDR Team ARCA
 - BX1819-CDR Team TamaOS
- Übernahme von projektspezifischen Veranstaltungen (Vorträge und Sessions) bei ESA-ESTEC:
 - Interface Diskussion
 - Environmental Testing

1.2.12 RX1718_CDR;

- Leitung bzw. Teilnahme an den REXUS Reviews. Anfertigung von Berichten für die Teams:
 - RX1718-CDR Team SMARD
 - RX1718-CDR Team ACTOR

- RX1718-CDR Team LICOD
- Übernahme von projektspezifischen Veranstaltungen (Vorträge, Sessions)
 - Interface Diskussion
 - Environmental Testing

1.2.13 Durchführung der IPRs (Integration Progress Reviews) und EARs (Experiment Acceptance Reviews).

- BX1819-IPR Team COUGAR in Kiruna/SE
- BX1819-IPR Teams AFIS-P/München
- BX1819-IPR Team ARCA/Jena
- BX1819-IPR Team TamaOS/Dresden
- BX1819-Thermaltest für das Experimentteam COUGAR beim ZARM
- RX1718-IPR Team SMARD/München
- BX1819-EAR Team AFIS-P/München
- BX1819-EAR Team ADAM/Kiel
- BX1819-EAR Team TamaOS/Dresden
- BX1819-EAR Team ARCA/Jena
- RX1718-IPR Team ACTOR/Aachen
- RX1718-IPR Team LICOD/Duisburg

1.2.14 BX1819_CAM; Durchführung der BEXUS1819 Kampagne

1.2.15 RX1718_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM

- EAR für die Teams:
 - SMARD
 - LICOD
 - ACTOR
- Einzel- und Gesamttest der experimentellen Nutzlast inkl. Auswurftests und Test des pyrotechnischen Teilchenauswurfs beim Experiment SCRAP
- Vibrationstest der Experimente SMARD, LICOD, ACTOR, SCRAP, PHOS und WUSAT im Vibrationstestlabor des ZARM
- Anfertigung des Raketenkabelbaums

1.2.16 RX1718_BEN; Durchführung des Bench-Tests.

Besonderheit: Nachbesserung bei ESA/SNSB Experiment PHOS notwendig, aufgrund einer Paraffin Leckage innerhalb des Experiments.

1.2.17 RX1718_Spin/Balancing:

- Balancing und Durchführung verschiedener Messungen der Payloads für RX17 und RX18 in Zusammenarbeit mit SSC und DLR-MORABA in Kista/Stockholm bei der Fa. Inventia

1.2.18 RX1718_Campaign:

Durchführung der REXUS Kampagne in Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern. Besonderheit: Aufgrund des Versagens eines Subsystems auf der RX18 konnte keine reduzierte Schwerkraft erreicht werden. Betroffen waren hauptsächlich die Experimente LICOD und PHOS.

1.3 Zyklus 8; REXUS 19/20; BEXUS 20/21– Unterstützte Teams und Meilensteine

Auf den folgenden Seiten werden die unterstützten deutschen Teams, die für den Zyklus Nummer 7 ausgewählt worden sind, vorgestellt. Chronologisch werden dann die erreichten Etappenziele der Teams, die Meilensteine, durch die zugehörigen Berichte beschrieben. Die Berichte sind im Anhang enthalten

1.3.1 Team: INTEX

Experiment Title:

Vehicle: BEXUS

Abstract: The InTex experiment aims at developing a novel technology for inflating antenna structures in space.

Instead of using planar foils and thus limiting the geometry to piecewise developable surfaces, textile fabrics can be manufactured in virtually any shape. Even more conductive filaments, which are needed for the actual antenna structure, can be introduced into the fabric with very high precision. This can be done during the knitting or weaving process or afterwards by stitching.

One of the major drawbacks of inflatable structures is the risk of deflating, which leads to a structural collapse. This could be even more catastrophic when e.g. the deflated antenna wraps around a solar panel.

In the InTex experiment the textile fabric is soaked with an uncured polymer. It is cured after the inflation of the structure by UV light originating from the sun and an internal UV light source.

After curing, the antenna consists of a stable textile-polymer compound, which ensures mechanical integrity even in case of pressure loss. To validate our approach, the inflation will be visually monitored by video cameras and the electrical performance of the antenna will be measured after inflation, curing, simulated pressure loss and compared with simulation results as well as lab measurements.



INTEX - Technische Universität Dresden - BX21

Thilo Zirnstein, Hannes Weisbach, Evgeniy Zakutin, Moritz Frauendorf, Justus Rischke (unten)

1.3.2 Team: COSPA

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: Im Rahmen des BEXUS Projektes 2015 hat es sich das Studententeam der TU Darmstadt zu Ziel gesetzt, mit Hilfe eines multiMINI Impaktors an Bord eines Ballons, stratosphärische Partikel zu sammeln. Die multiMINI Sammeleinheit beinhaltet zwölf Impaktoren mit jeweils zwei Stufen, die einen cut off von 500 und 10nm haben. Partikel der großen Fraktion werden auf Borprobenträgern, Partikel der kleinen Fraktion auf Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) Netzen gesammelt. Die Partikel werden mit Rasterelektronenmikroskopie (SEM) und TEM untersucht. Mit diesen Methoden können die Größe, chemische Zusammensetzung, sowie die Morphologie der Partikel identifiziert werden. Mit TEM ist es sogar möglich, Informationen über die Phase der Partikel zu erhalten. Diese Informationen sind wichtig, um den Zustand der Partikel in der polaren Stratosphäre zu identifizieren und damit herauszufinden, ob die Partikel natürlichen oder anthropogenen Quellen entstammen. Dies ist notwendig, da solche Partikel als Kondensationskeime für Polare Stratosphärische Wolken dienen können, die einen großen Einfluss auf den Ozonabbau in den Polargebieten haben.



COSPA - Universität Darmstadt - BX20

Srivathsan Sundarasrinivasan, Markus Hartmann, Nicolai Langsdorf, Felix Wittmann, Andreas Taufertshöfer, Katharina Schütze, Vaishnavi Srinivasan

1.3.3 Team: LIME

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: In den letzten Jahren ist die Popularität von kleinen Satelliten stark gestiegen. Viele CubeSats werden jedes Jahr ins All geschossen und sollen mit ihrer Bodenstation kommunizieren. Da die Antennen auf kleinen Satelliten leicht und einfach sein müssen, werden sie zum Beispiel aus einfachem Draht oder Metallmaßbändern gefertigt. Aus diesem Grund ist es meist nicht möglich, eine Antenne mit Richtwirkung zu verwenden. Ein weiteres Problem ist, dass sich die kleinen Satelliten nach dem Auswurf von ihrem Träger oft stetig um ihre eigene Achse drehen. Heutzutage wird die Lage solcher Satelliten meist passiv über Dauermagneten geregelt: Bei jeder Umdrehung des Satelliten bremst das Erdmagnetfeld den Satelliten ein bisschen mehr ab. Dieser Prozess kann jedoch Tage oder Monate dauern. Durch diese Rotation und den einfachen Aufbau der Antennen ist es schwer, eine sichere und gute Verbindung zur Bodenstation aufzubauen. Um auch in dieser ersten Phase eines CubeSats eine sichere Kommunikation zu gewährleisten, entwickelt und erprobt LiME ein dynamisches Schema zur Kommunikation. Dabei sollen gerichtete Antennen verwendet werden, die immer nur dann senden, wenn sie gerade Richtung Erde zeigen. Mit diesem Verfahren soll es auch in der frühen Phase von CubeSat-Missionen möglich sein, eine sichere Verbindung zur Erde aufzubauen. Zusätzlich wird es möglich sein, ganz auf eine Lagesteuerung zu verzichten. Zum Beispiel könnte damit ein Satellit realisiert werden, der kommerzielle Elektronikbauteile auf ihre Strahlungsfestigkeit testet. Ebenso kann durch dieses Verfahren der Energieverbrauch gesenkt werden. Dies ist gerade bei CubeSats ein wichtiges Thema. Das Verfahren wird im Verlauf des kommenden REXUS-Zyklus vom LiME-Team entwickelt, implementiert und getestet. Anschließend werden von einer REXUS Rakete vier kleine Satellitenmodelle aus der Rakete ausgeworfen, die, während sie zur Erde zurück fallen leicht rotieren werden und Daten nach diesem Schema aussenden.



LIME - Ernst-Abbe Hochschule Jena
Eric Langner, Sebastian Weiß, Jan Maaß, Fabian Lami, Stefan Biereigel, Hannes Zollner, Wolfgang Büttner

1.3.4 Team: MIRKA2-RX

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: Das Rexus-Experiment MIRKA2-RX der studentischen Kleinsatellitengruppe Uni Stuttgart (KSat e.V.) soll das Verhalten und die Funktionalität einer Mikrorückkehrkapsel untersuchen, welche durch einen selbst entwickelten Separationsmechanismus am Apogäum der Rakete unter Beobachtung durch Kameras ausgeworfen werden soll. Während der Rückkehr wird die Kapsel Flugdaten zur Position und Ausrichtung, zum Druck und zu weiteren relevanten Parametern sammeln, diese durch eine eingebaute Antenne an kommerzielle Satelliten weiterleiten und im Falle einer Bergung auf einer SD-Karte speichern. Das Alleinstellungsmerkmal dieses Experimentes ist die Begrenzung der Größe der Kapsel auf ein Volumen von 10x10x10 cm, in dem die gesamte Kommunikationselektronik und Sensorik untergebracht werden muss. Diese Anforderung ist bedingt durch den Einsatz der Kapsel in dem Cubesat-Projekt CAPE (Cubesat Atmospheric Probe for Education) des Instituts für Raumfahrtssysteme der Universität Stuttgart. In diesem wird die Rückkehrkapsel mit Hilfe eines angetriebenen Drei-Unit-Cubesats kontrolliert zum Wiedereintritt gebracht und soll Daten zum Verhalten des ablativen Hitzeschutzmaterials gewinnen. Dementsprechend ermöglicht das MIRKA2-RX Experiment neben der Einbindung von Studenten in alle Stadien eines Raumfahrtprojektes auch die Beschaffung wissenschaftlicher und technischer Daten für ein Folgeprojekt.



MIRKA2-RX - Stuttgart; Jean-Pierre Baumann, Sascha Wizemann, Markus Koller, Daniel Galler, Viktoria Schöneich, Manfred Ehresmann, Florian Grabi u.:Martin Siedorf, Alexander Tabelander, Valentin Starlinger, Alexander Behnke

1.3.5 Team: PATHOS

Experiment Title: Position-vector Acquisition Through Horizon Observation System

Vehicle: REXUS

Abstract: PATHOS steht für Position-vector Acquisition Through Horizon Observation System und ist ein System, welches die räumliche Lage eines Raumfahrzeugs bestimmen kann, indem es Bilddaten vom Erdhorizont mithilfe eines Algorithmus auswertet.

Der Nutzen von PATHOS besteht darin, Satelliten, die sich in Notfallsituationen unkontrolliert drehen, eine weitere Möglichkeit zur Lagebestimmung zu geben.

Mit dem Flug auf der REXUS-Rakete soll getestet werden, ob der PATHOS-Sensor wie erwartet funktioniert. Die Rakete erreicht eine Höhe, bei der die Erdkrümmung bereits gut zu sehen ist, was für die Horizonterkennung durch den Algorithmus nötig ist. Durch die schnelle Eigenrotation sowie das unkontrollierte Taumeln der Rakete können extreme Bedingungen simuliert werden. Das Experiment soll zeigen, dass selbst solche Situationen kein Problem für das Sensorsystem sind.

Der Sensor nimmt mit gewöhnlichen Kameras Bilder von der Umgebung des Raumfahrzeugs auf. Danach versucht ein Algorithmus, auf diesen Bildern den Erdhorizont zu finden und aus dieser Information einen Vektor vom Raumfahrzeug zum Erdmittelpunkt zu berechnen.

Neben dem PATHOS-Sensorsystem muss auch Infrastruktur gebaut werden, um das Experiment zu steuern und damit die wissenschaftlichen Daten gespeichert und ausgewertet werden können.



PATHOS - Universität Würzburg; Jonas Ehnle, Moritz Aicher, Liviu Stamat, Felix Klesen, Kevin Chmiela
Florian Kunzi, Elke Heidmann, Dominik Wagner

1.3.6 Team: UB-FIRE

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: Bevor Materialien in der bemannten Raumfahrt zum Einsatz kommen, müssen diese auf ihr Brennverhalten getestet werden. Hierbei werden z.B. die NASA-STD 6001B Richtlinien herangezogen, wobei eine ebene Probe entzündet wird. Materialien, die den Test bestehen, dürfen nur wie zuvor getestet eingesetzt werden. Die Tests werden unter terrestrischen Bedingungen durchgeführt (1g), welche von denen in der bemannten Raumfahrt abweichen (0g). Ein weiterer Aspekt ist die ebene Probe. Realistisch wären strukturierte Oberflächen mit Ecken, Kanten oder Radien. Es wird deutlich, dass diese Bedingungen widersprüchlich sein können. In diesem Zusammenhang haben Untersuchungen mit PMMA-Proben gezeigt, dass strukturierte Oberflächen die Flammenausbreitung beschleunigen.

Ziel dieses Experimentes ist es, PMMA-Proben mit strukturierten Oberflächen und unterschiedlichen Kernmaterialien unter Mikrogravitation zu testen und die Ergebnisse mit den terrestrischen zu vergleichen. Um dies zu ermöglichen, wird ein Modul u.a. bestehend aus Druckluftflaschen, Brennkammern und einer IR-Kamera entworfen. Die Aufnahmen werden auf einem USB-Stick gespeichert, um sie nach dem Flug auszuwerten. Zusammenfassend gilt es zu validieren, inwiefern sich die terrestrischen Untersuchungen (1g) von denen im Mikrogravitationsbereich (0g) unterscheiden.



UB-FIRE - Universität Bremen

Florian Meyer, Alex Freier, Patrick Bihn, Tim Schwentek, Maximilian Ruhe

1.3.7 RXBX08_SEL; Selection-Workshop.

Beteiligung von Experten der ZARM FAB und der DLR MORABA an den Experiment-Bewertungen des DLR Raumfahrtmanagements mit Review der DLR-Proposals

- Teilnahme am Experiment Auswahlworkshop, Übernahme von einführenden projektspezifischen Präsentationen (ZARM and Cooperation; Get ready for PDR, Requirements)
- Beteiligung von Experten der ZARM FAB und DLR MORABA an SNSB/ESA-Auswahl bei ESTEC/NL, Review der SNSB/ESA-Proposals Übernahme einer einführenden Präsentation (Team Site)
- Zusammenstellung der Nutzlasten für REXUS und BEXUS im Anschluss an den Experiment-Auswahlworkshop bei ESTEC

1.3.8 RXBX08_STW:

- Mitgestaltung der RXBX-Trainingswoche bei DLR-MORABA in Oberpfaffenhofen:
 - Leitung bzw. Teilnahme an allen DLR und SNSB/ESA PDRs und Anfertigung dieser Reviewberichte:
 - BX2021-PDR Team INTEX
 - BX2021-PDR Team COSPA
 - RX1920-PDR Team LIME
 - RX1920-PDR Team PATHOS
 - RX1920-PDR Team MIRKA-2RX
 - RX1920-PDR Team UB-FIRE
 - Unterstützung bei der Planung der Trainingswoche
 - Übernahme von projektspezifischen Präsentationen
 - Software Design
 - Thermaldesign
 - Konstruktion
 - ZARM Support
 - Campaign
 - Teilnahme an allen Projektspezifischen Sessions (Ask your Expert, usw)
 - Organisation der Unterkünfte für alle studentischen Teams

1.3.9 BX2021_CDR; ;

Durchführung des Critical Design Reviews bei ESA-ESTEC. Leitung und Anfertigung von Berichten der Reviews für die Teams:

- COSPA
- INTEX.

Übernahme von Präsentationen und Diskussionsleitung:

- Environmental Testing
- Interface Diskussion

- Campaign

1.3.10 RXBX_PAC;

Gestaltung und Betreuung des REXUS/BEXUS Ausstellungsstands auf dem PAC2015 Symposium. Review und Anfertigung von Postern für alle Teams der Zyklen 6 und 7.

1.3.11 RX1920_CDR;

Durchführung des Critical Design Reviews bei DLR-MORABA. Leitung der Reviews für die DLR-Teams:

- UB-FIRE
- PATHOS
- LIME
- MIRKA.

Präsentation „Environmental Testing“, Leitung der Sessions „Interface Diskussion“ für die RX19 und RX20.

1.3.12 Durchführung der IPRs (Integration Progress Reviews) und EARs (Experiment Acceptance Reviews) bei den Teams

- BX2021-IPR Team INTEX/Dresden am 14.07
- BX2021-IPR Team COSPA/Darmstadt am 15.07
- BX2021-EAR Team COSPA/Darmstadt am 04.09
- BX2021-EAR Team INTEX/Dresden am 08.09
- RX1920-IPR Team LIME/Jena am 09.09
- RX1920-IPR Team PATHOS/Würzburg am 10.09
- RX1920-IPR Team MIRKA-2RX/Stuttgart am 15.09
- RX1920-IPR Team UB-FIRE/Bremen am 16.09
- RX1920-EAR Team LIME/Telekonferenz,ITW
- RX1920-EAR Team PATHOS/Telekonferenz,ITW
- RX1920-EAR Team MIRKA/Telekonferenz,ITW
- RX1920-EAR Team UB-FIRE/Bremen

1.3.13 BX2021_CAM;

Durchführung der BEXUS2021 Kampagne in Zusammenarbeit mit EUROLAUNCH auf ESRANGE in Kiruna vom 2.10-12.10

1.3.14 RX1920_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM

- EAR Ergänzungen für die Teams:
 - LIME
 - UB-FIRE
 - PATHOS

- MIRKA
- Einzel- und Gesamttest der experimentellen Nutzlast inkl. Auswurftests und Test des pyrotechnischen Teilchenauswurfs bei den Experimenten LIME, PICARD, MIRKA
- Vibrationstest der Experimente PATHOS, MIRKA, LIME, PICARD, CEMIOS und BOILUS im Vibrationstestlabor des ZARM
- Anfertigung des Raketenkabelbaums
- Durchführung von Individual Experiment Checks und Integrated Payload Tests

1.3.15 RX1920_BEN;

Durchführung des Bench-Tests für die Träger REXUS 19 und REXUS 20 bei der DLR-MORABA in Oberpfaffenhofen in Zusammenarbeit mit Eurolaunch.

1.3.16 RX1920_Spin/Balancing:

Balancing und Durchführung verschiedener Messungen der Payloads für RX19 und RX20 in Zusammenarbeit mit SSC und DLR-MORABA in Kista/Stockholm bei der Fa. Inventia

1.3.17 RX1920_Campaign:

Durchführung der REXUS Kampagne in Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern.

1.4 Zyklus 9; REXUS 21/22; BEXUS 22/23 – Unterstützte Teams und Meilensteine

Auf den folgenden Seiten werden die unterstützten deutschen Teams, die für den Zyklus Nummer 7 ausgewählt worden sind, vorgestellt. Chronologisch werden dann die erreichten Etappenziele der Teams, die Meilensteine, durch die zugehörigen Berichte beschrieben. Die Berichte sind im Anhang enthalten

1.4.1 Team: TDP-3

Experiment Title:

Vehicle: BEXUS

Abstract: Experimente in Mikrogravitation sind ein essentieller Bestandteil vieler Forschungszweige in der Materialforschung, Physik und Biologie. Höhenforschungsraketen und Nanosatelliten sind relativ günstige Plattformen für Experimente, die innerhalb der Randbedingungen dieser Systeme durchgeführt werden können—Limitierungen ergeben sich zum einen durch zeitlich begrenzte Mikrogravitationsbedingungen im Fall von Raketen, zum anderen durch Begrenzungen in der Größe, dem Stromverbrauch und der Datenübertragung. Für Atmosphärenforschung werden sowohl Höhenforschungsraketen und –Ballons eingesetzt, je nach erforderlicher Höhe und Missionsdauer. Experimente, die auf einer dieser Plattformen durchgeführt werden, benötigen üblicherweise kompakte Datenverarbeitungs- und Kontrollsysteme mit geringem Stromverbrauch. Sollte eine Fernsteuerung oder die Übertragung von wissenschaftlichen Daten nötig sein, so wird ebenfalls ein kompaktes aber dennoch leistungsstarkes Kommunikationssystem benötigt. Wir entwickeln derzeit ein neues Datenverarbeitungssystem, das diese Bedingungen erfüllt und an verschiedenste Experimente und Plattformen angepasst werden kann. Damit wollen wir die Entwicklungszeit zukünftiger Experimente deutlich verringern. Wir haben außerdem einen neuartigen Teilchendetektor in das Experiment integriert, um die Funktionalität des Datenverarbeitungssystems während des Fluges zu testen. Der Detektor ist in der Lage den Energie- und Winkelabhängigen Fluss von geladenen Teilchen in der Stratosphäre zu messen. Diese Abhängigkeiten sind bisher in Höhen von 15 bis 25 Kilometern recht unbekannt, da die Interaktionen von kosmischer Strahlung mit der Erdatmosphäre zur Bildung von vielen Sekundärteilchen führt, deren genaue Verteilung nicht bekannt ist.



1.4.2 Team: LOTUS-D

Experiment Title: Laser Optical Transmission-Experiment of University Students – Data

Vehicle: BEXUS

Abstract: Laserkommunikation gewinnt aufgrund der erreichbaren hohen Datenraten, bei gleichzeitiger minimaler Sendeleistung, in der Raumfahrt immer mehr an Bedeutung. Weitere Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Kommunikationssystemen via Funk sind ein kleineres Bauvolumen und eine geringere Masse - was weiterhin für einen Einsatz auf Satelliten spricht. Neben den Kommunikationsverbindungen zwischen Satelliten werden auch Verbindungen zwischen Satellit und Bodenstation benötigt. Hier beeinflussen die an der Bodenstation herrschenden Wetterbedingungen die zu erreichende Datenrate stark. LOTUS-D (Laser Optical Transmission-Experiment of University Students – Data) ist ein Experiment von Studenten der TU Dresden welches eine Kommunikationsverbindung zwischen einer kleinen mobilen Bodenstation und dem Ballon aufbauen soll. Abhängig von der zur Verfügung stehenden Laserleistung, dem Abstand zum Ballon und den aktuell am Startgelände vorherrschenden Wetterbedingungen soll die maximal erreichbare Datenrate ermittelt werden. Mit Hilfe eines modulierten Lasers, welcher über ein Teleskop parallelisiert auf die Ballongondel gerichtet wird, soll ein vorher festgelegter Datensatz übermittelt werden. An der Gondel wird der Lichtstrahl detektiert und aufgenommen. Über einen Vergleich mit dem hinterlegten Datensatz wird die erreichbare Datenrate in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen und Entfernung analysiert. Die sich hieraus ergebende Bitfehlerrate soll On-Board ermittelt werden. Das Pointingsystem, mit dem der Laser auf die Gondel ausgerichtet wird, spielt hierbei eine wichtige Rolle. Die Nachverfolgung des Ballons soll mittels eines automatischen Bilderkennungs-Verfahren durchgeführt werden.



1.4.3 Team: UB-SPACE

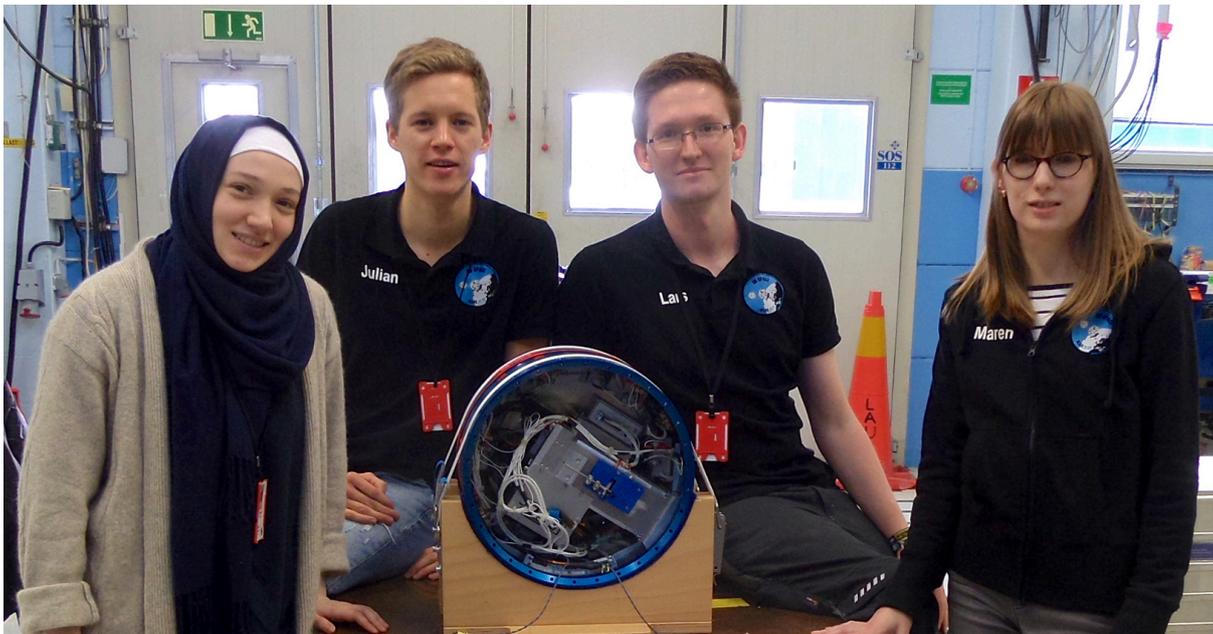
Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: Obwohl Weltraumschrott eine wachsende Herausforderung für die Raumfahrt darstellt, sind bisher keine Lösungen im Einsatz, um die Menge zu reduzieren.

Mithilfe von Systemen, die autonom navigieren, ließe sich ein kameragestütztes Detektieren und Entfernen von Weltraumschrott, wie etwa defekter Satelliten, umsetzen. Um diese Systeme bestmöglich auf derartige Aufgaben vorzubereiten, sind Bilder von der Annäherung an unkooperative Objekte in realistischer Weltraumumgebung, sowie zugehörige Daten, die die Bewegung der Objekte beschreiben, nötig. Bisher sind solche Bilder, wenn es sie gibt, nicht frei verfügbar und werden zu Testzwecken durch Visualisierungen ersetzt.

Mit unserem Experiment wollen wir Bilderserien liefern, die eine solche Annäherung an einen Satelliten zeigen. Dafür wird ein CubeSat aus der Rakete ausgeworfen, der von der Rakete aus mittels mehrerer Kameras im Raketenmodul gefilmt wird. Zusätzlich werden die Bewegungsdaten des CubeSats zur Rakete gesendet. Aus den Bildern lässt sich, mittels Bildverarbeitung, die relative Bewegung der Satelliten bestimmen. Die aufgezeichneten Bilder, Messdaten, sowie die daraus rekonstruierte Bewegung der Satelliten werden veröffentlicht und damit frei zugänglich gemacht.



UB-SPACE - Universität Bremen

Amina Zaghdane, Julian Schröder, Lars Flemnitz, Maren Hülsmann (TL)

1.4.4 Team: RaCoS



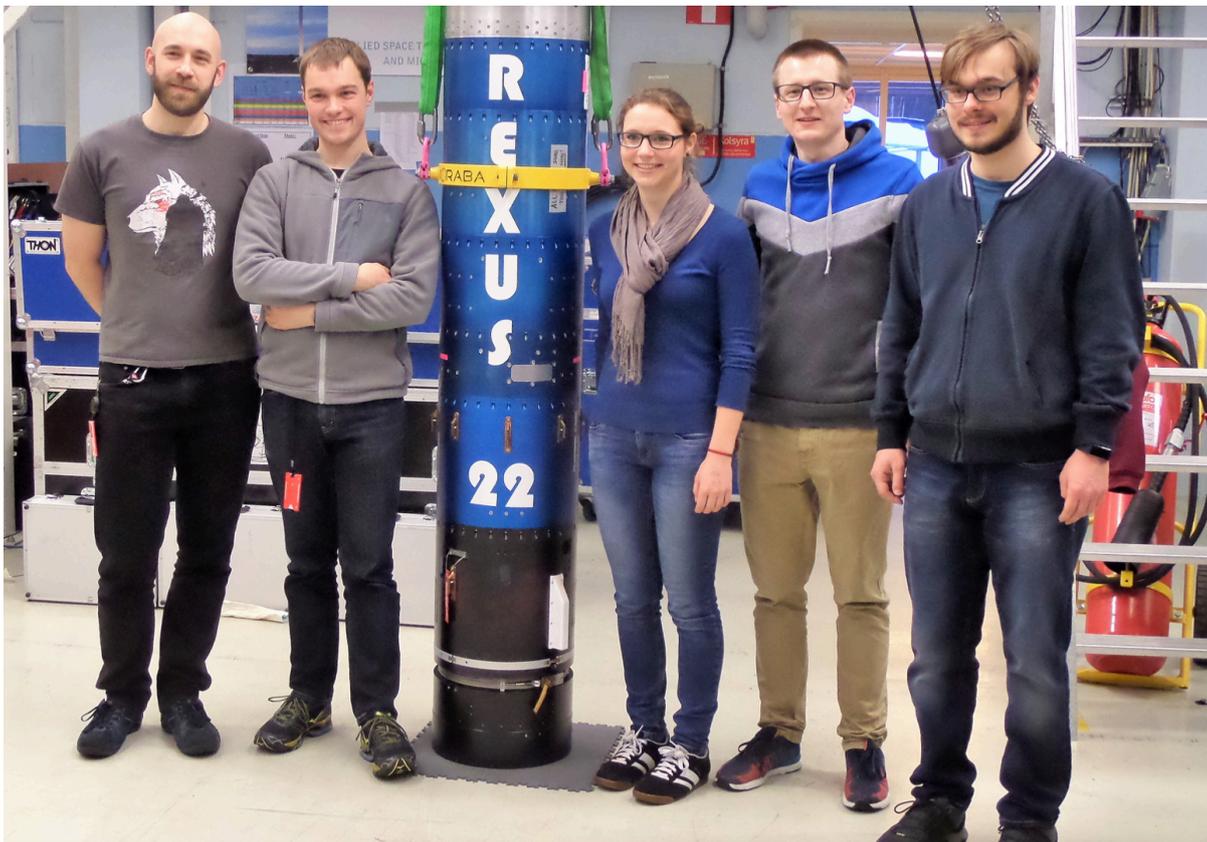
Experiment Title: Rate Control System

Vehicle: REXUS 22

Abstract: RaCoS ist eine Abkürzung für Rate Control System. Das Experiment soll die Drehrate in der Roll-Achse der REXUS Höhenforschungsrakete reduzieren und kontrollieren, indem ein Kaltgasantrieb eingesetzt wird. Folglich wird ein Kontrollalgorithmus entworfen. Dieser verwendet die gemessenen Drehraten, um die Öffnungszeiten der Ventile, welche den Gasfluss steuern, zu berechnen.

Das System soll leichtgewichtig und kostengünstig mit leicht verfügbaren Komponenten aufgebaut werden. Zusätzlich kann RaCoS die Milligravitation an Bord der REXUS-Rakete verbessern, was anderen Experimenten Vorteile verschafft.

Die gewonnene Erfahrung könnte für universitäre Projekte sinnvoll eingesetzt werden. Ein Beispiel wären die zukünftigen Cubesats der Universität Würzburg, wie die UWE-Satelliten, welche bereits im All betrieben wurden und noch werden. Dabei ist für die nächste Generation von UWE-Satelliten bereits angedacht, ein Lageregelungssystem einzusetzen. Für diesen Einsatzzweck müsste das bestehende System angepasst und verkleinert werden. Für die Zukunft kann das System leicht um die übrigen zwei Achsen erweitert werden. RaCoS ist Teil des deutsch-schwedischen Studentenprogrammes REXUS/BEXUS.



RaCoS - Universität Würzburg

Dennis Kaiser, Tobias Wahl, Marion Engert, Florian Wolz (TL), Tobias Zaenker

1.4.5 Team: GRAB

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: Um eine unkontrollierte und explosionsartige Vermehrung von Weltraummüll in stark genutzten Bereichen des erdnahen Weltraumes zu vermeiden, ist es notwendig, sogenannte Hochrisikoobjekte, z.B. ausgediente Oberstufen oder nicht mehr funktionierende Satelliten von dort zu entfernen. Hierzu müssen solche Objekte ausgemacht, durch einen Entsorgungssatelliten (active-debris-removal-system ADRS) angefliegen, eingefangen und enttaumelt werden. Anschließend kann die Bahnenergie durch einen Schubimpuls verändert werden, was zur Folge hat, dass die bisherige Umlaufbahn verlassen wird. Im Rahmen der Einfangprozedur ist es notwendig an das Zielobjekt anzudocken. Um Kontakt mit dem Zielobjekt herzustellen, könnten Gecko-Materialien eingesetzt werden. Das sind durch Gecko-Füße inspirierte adhäsive Materialien. Ihre Adhäsionskraft wird durch viele feine Elemente, wie Härchen oder Stempel, mit Hilfe von Van-der-Waals-Kräften realisiert. Es ist bisher wenig darüber bekannt wie das Adhäsionsverhalten dieser Materialien unter den für die Anwendung relevanten Umweltbedingungen, insbesondere von Mikrogravitation, Temperaturschwankungen und Höhenstrahlung, ist. Mit Hilfe des Fluges des Gecko-Related-Adhesive-testBundles (GRAB) Experiments an Bord der REXUS-Höhenforschungsrakete sollen die Auswirkungen der oben genannten Umgebungseffekte auf Gecko-Materialien bzw. auf deren Adhäsionsvermögen gegenüber unterschiedlichen raumfahrttypischen Oberflächen untersucht werden.



GRAB - Universität Braunschweig
Malte Kießling, Lennart Ziemer, Lasse Maywald, Lennart Fox

1.4.6 Team: DIANE

Experiment Title:

Vehicle: REXUS

Abstract: Das DIANE Experiment fokussiert sich auf aufblasbare Antennen mit Anwendungsmöglichkeiten im Weltraum. Aufblasbare Strukturen sind besonders interessant wegen ihrer einzigartigen Charakteristika. Eine geringe Masse und höchste Effektivität des Zusammenpackens – dies sind nicht alle, aber die signifikantesten Vorteile solcher Strukturen. Extrem leichte Konstruktionen können durch Herstellung von Dünnschichten oder gasdichten Textilien in allen Formen ermöglicht werden. Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt. In der vorangegangenen BEXUS Kampagne haben wir bereits die Zuverlässigkeit von aufblasbaren Antennen unter Beweis gestellt. Durch das Sonnenlicht werden sie ausgehärtet, um die Antennenleistung zu sichern und eine Formstabilität nach Druckverlust und Einschlägen von Mikrometeoriten zu garantieren. Unser nächster Schritt ist das DIANE Experiment. Wir konstruieren eine enorm lange aufblasbare Dipolantenne und werden diese mithilfe der REXUS Kampagne in der Schwerelosigkeit einsetzen. Die gesamte Antenne sollte mit all ihrem Equipment, Entfaltungsmechanismus, Gaserzeugungssystem, Sender und Steuerplatine in ein CubeSat 1U Modul passen. Damit stellt sie eine direkte Anwendung für kleine Satelliten dar. Während des Einsatzes erforschen wir das dynamische Verhalten dieser langen, dünnen Struktur und beobachten sie mithilfe einer Kamera.



DIANE - Technische Universität Dresden

Evgeniy Zakutin (TL), Nadin Röbler, Thilo Zirnstein, Ulrich Nordmeyer, Timo Fuckner

1.4.7 Team: AtmoHIT

Experiment Title: Der Atmospheric Heterodyne Interferometer Test

Vehicle: REXUS

Abstract: Das Experiment AtmoHIT, der „Atmospheric Heterodyne Interferometer Test“, hat das Ziel das AtmoCube-1 Instrument zur Erdbeobachtung durch die Messung von Temperaturen in der mittleren Atmosphäre unter Weltraumbedingungen zu verifizieren. Der 3U CubeSat AtmoCube-1 wird innerhalb der Entwicklungsinitiative für Klein-Satelliten zur Klimaforschung durch Tomographie entwickelt. Diese Initiative wurde von der Bergischen Universität Wuppertal und dem Forschungszentrum Jülich initiiert. Das AtmoHIT Experiment besteht aus einem miniaturisiertem und robustem „Spatial Heterodyne Spectrometer“, welches Emissionen vom Sauerstoff Atmosphären Band in der mittleren Atmosphäre misst. Das Instrument misst individuelle Rotationsübergangslinien, deren Intensitäten einer Boltzmann-Verteilung folgen. Dies ermöglicht die Ermittlung von Temperaturen durch relative Messung der Linienstruktur. Charakteristisch für das Instrument ist die hohe Lichtempfindlichkeit bei einem kleinen Formfaktor, wodurch wissenschaftliche Fernerkundungsmessungen mit einem CubeSat möglich werden.



AtmoHIT - Universität Wuppertal

Dennis Fröhlich, Rui Song, Oliver Wroblowski, Björn Rottland, Friedrich Wagner, Michael Deiml (TL)

1.4.8 RXBX09_SEL; Selection-Workshop.

Beteiligung von Experten der ZARM FAB und der DLR MORABA an den Experiment-Bewertungen des DLR Raumfahrtmanagements mit Review der DLR-Proposals.

- Teilnahme am Experiment Auswahlworkshop, Übernahme von einführenden projektspezifischen Präsentationen (ZARM and Cooperation; Get ready for PDR, Training Week, Requirements, Special aspects for rocket experiment design)
- Beteiligung von Experten der ZARM FAB und DLR MORABA an SNSB/ESA-Auswahl bei ESTEC/NL, Review der SNSB/ESA-Proposals Übernahme einer einführenden Präsentation (Teamsite)
- Zusammenstellung der Nutzlasten für REXUS und BEXUS im Anschluss an den Experiment-Auswahlworkshop bei ESTEC

1.4.9 RXBX09_STW: RXBX-Trainingswoche

- Leitung bzw. Teilnahme an allen DLR und SNSB/ESA PDRs. Berichtsanzfertigung für die DLR Teams:
 - BX2223-PDR Team TDP
 - BX2223-PDR Team LOTUS
 - RX2122-PDR Team GRAB
 - RX2122-PDR Team UB-SPACE
 - RX2122-PDR Team ATMOHIT
 - RX2122-PDR Team RACOS
 - RX2122-PDR Team DIANE
- Unterstützung bei der Planung der Trainingswoche
- Übernahme von projektspezifischen Präsentationen
 - Software Design
 - Thermaldesign
 - Konstruktion
 - ZARM Support
 - Teilnahme an allen Projektspezifischen Sessions (Ask your Expert, usw)
 - Organisation Rahmenprogramm, Unterkünfte und Verpflegung für die studentischen Teams in Zusammenarbeit mit ESRANGE

1.4.10 BX2223_CDR; ;

Durchführung des Critical Design Reviews bei ESA-ESTEC. Beteiligung an den Reviews der SNSB/ESA Teams. Durchführung Reviews der Teams:

- BX2223-CDR Team TDP
- BX2223-CDR Team LOTUS

Halten der Präsentation „Environmental Testing“

1.4.11 RX2122_CDR;

- Durchführung des Critical Design Reviews bei DLR-MORABA. Leitung der Reviews mit Anfertigung von Berichten für die Teams:
 - RX2122-CDR Team GRAB
 - RX2122-CDR Team UB-SPACE
 - RX2122-CDR Team ATMOHIT
 - RX2122-CDR Team RACOS
 - RX2122-CDR Team DIANE
- Präsentation „Environmental Testing“ und „Campaign“
- Leitung der Sessions „Interface Diskussion“ für die RX21 und RX22

1.4.12 Durchführung der IPRs (Integration Progress Reviews) und EARs (Experiment Acceptance Reviews)

- BX2223-IPR Team TDP/TU München am 05.07
- BX2223-IPR Team LOTUS/TU Dresden am 26.07
- RX2122-IPR Team GRAB/TU Braunschweig am 01.09
- RX2122-IPR Team UB-SPACE/ZARM Bremen am 02.09
- RX2122-IPR Team ATMOHIT/Forschungszentrum Jülich am 06.09
- RX2122-IPR Team RACOS/Uni Würzburg am 07.09
- RX2122-IPR Team DIANE/TU Dresden 08.09
- BX2223-EAR Team LOTUS/IAP Dresden 08.09
- BX2223-EAR Team TDP/TU München 12.09
- RX2122-EAR Team GRAB/Telekon+ITW ZARM
- RX2122-EAR Team UB-SPACE/Telekon+ITW ZARM
- RX2122-EAR Team ATMOHIT/Telekon+ITW ZARM
- RX2122-EAR Team RACOS/Telekon+ITW ZARM
- RX2122-EAR Team DIANE/Telekon+ITW ZARM

1.4.13 BX2223_CAM;

Durchführung der BEXUS2223 Kampagne in Zusammenarbeit mit EUROLAUNCH auf ESRANGE in Kiruna vom 30.09-10.10

1.4.14 RX2122_ITW; Durchführung der Integrationswoche im ZARM

- EAR Ergänzungen für die Teams:
 - DIANE
 - RACOS
 - ATMOHIT
 - GRAB
 - UB-SPACE

- Einzel- und Gesamttest der experimentellen Nutzlast inkl. Auswurftests und Test des pyrotechnischen FFU Auswurfs bei dem Experiment UB-SPACE
- Vakuum und Spin/De-Spin Test mit dem Experiment RACOS
- Vibrationstests aller RX2122 Experimente im Vibrationstestlabor des ZARM
- Anfertigung des Raketenkabelbaums
- Durchführung von Individual Experiment Checks und Integrated Payload Tests

1.4.15 RX2122_BEN;

Durchführung des Bench-Tests für die Träger REXUS 19 und REXUS 20 bei der DLR-MORABA in Oberpfaffenhofen in Zusammenarbeit mit Eurolaunch.

1.4.16 RX2122_Campaign:

Durchführung der REXUS Kampagne in Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern.

1.4.17 RXXB_PAC;

Druck und Review der Experimentposter für alle Teams der Zyklen 8 und 9. Gestaltung, Aufbau und Betreuung des Ausstellungsstands auf dem PAC 2017 Symposium.

III Kurzgefasster Erfolgskontrollbericht

1 Beitrag des FE-Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Innerhalb der Vertragslaufzeit haben 222 Studenten am deutschen Anteil des REXUS/BEXUS Programms erfolgreich teilgenommen. Umfrageergebnisse zeigen, dass die Studenten sehr positiv auf ihre Teilnahme blicken und das sie viel über raumfahrtbezogenen Experimentbau und über die Planung und Ausführung eines Raumfahrtprojekts gelernt haben. Die meisten Studenten berichten, dass sie sehr motiviert sind, eine Karriere im Luft- und Raumfahrtbereich zu beginnen. (siehe 1.Kinnaird, A. and Becker, M. "10 YEARS OF THE GERMAN-SWEDISH REXUS/BEXUS STUDENT PROGRAMME". 23th Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research. 2. Mawn, S. "Rocket and Balloon Experiments for Students – Milestones to Success", 2nd SSEA Symposium on educational activities")

Folgend zwei Zitate von teilnehmenden Studenten aus dem Vertragszeitraum:

„Mit der Teilnahme am REXUS/BEXUS-Programm startete mein ganz persönlicher Countdown ins Berufsleben der Raumfahrtbranche. Die außergewöhnlichen Erfahrungen gepaart mit der frühen Verantwortung haben nicht nur mich bei meiner Berufswahl, sondern auch im Bewerbungsgespräch überzeugt!“ Florian Meyer, UB-FIRE, Uni Bremen

"Die Teilnahme im Rexusbexus-Programm war eine einmalige und inspirierende Erfahrung. Meine Promotion basiert auf Daten, die während der Flugkampagne gesammelt worden sind -- für meine wissenschaftliche und berufliche Laufbahn war Rexusbexus damit entscheidend." Max Rößner, FOVS, TU München

Es freut uns im ZARM besonders, dass mittlerweile 4 ehemalige REXUS/BEXUS Studenten im ZARM angestellt sind.

Folgender Auszug ist der DLR Webseite entnommen:

„Das Programm REXUS/BEXUS (Raketen- und Ballon-Experimente für Universitäts-Studenten) bietet Studenten die Möglichkeit, wissenschaftliche und technische Experimente auf Raketen und Ballonen unter speziellen Bedingungen, wie zum Beispiel unter dem Einfluss von Weltraumstrahlung oder in reduzierter Schwerkraft, durchzuführen.

Die Studierenden lernen dabei den vollständigen Ablauf eines Raumfahrtprojekts kennen, das mit der Idee und Planung beginnt und mit der Veröffentlichung der Ergebnisse endet. Dazwischen entwerfen, bauen und testen sie ihre Experimentausrüstung, nehmen aktiv an der Ballon- oder Raketen-Startkampagne teil, führen die Versuche während des Flugs durch und werten die gewonnenen Daten aus.

Sie folgen einem Zeitplan mit definierten Zielen. Der Fortschritt der Experimententwicklung wird in Projekt-Reviews überprüft. Die Projektlaufzeit für ein REXUS-Experiment beträgt etwa 18, für ein BEXUS-Experiment rund zwölf Monate. Jedes Jahr starten im Februar oder März zwei REXUS-Raketen und im September oder Oktober zwei BEXUS-Ballone.

Das DLR Raumfahrtmanagement in Bonn wird die deutschen Teilnehmer während der gesamten Projektzeit begleiten. In seinem Auftrag werden Ingenieure der ZARM-Fallturmbetriebsgesellschaft in Bremen die Studententeams während der gesamten Projektlaufzeit technisch und organisatorisch unterstützen. Die Studierenden werden außerdem mit EuroLaunch, einer Kooperation des schwedischen Raumfahrtunternehmens SSC und der Mobilien Raketenbasis MoRaBa des DLR in Oberpfaffenhofen zusammenarbeiten. EuroLaunch führt die Starts der Raketen und Ballone vom Raumfahrtzentrum Esrange bei Kiruna in Schweden durch.

Das DLR Raumfahrtmanagement und die Schwedische Nationale Raumfahrt-Behörde SNSB haben ein Abkommen zur gemeinsamen Durchführung des Studentenprogramms REXUS/BEXUS geschlossen. Daher stehen je 50 Prozent der Raketen- und Ballon-Nutzlasten deutschen und schwedischen Studenten zur Verfügung. SNSB hat den schwedischen Anteil für Studenten aller ESA-Mitgliedsstaaten sowie der kooperierenden Staaten geöffnet.“

2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des FE-Vorhabens, erreichte Nebenergebnisse und gesammelte wesentliche Erfahrungen

Das REXUS/BEXUS Programm wurde im Vertragszeitraum von July 2013 bis Dezember 2017 mit Erfolg von der ZARM FAB mbH durchgeführt.

Bei der technischen und organisatorischen Unterstützung der teilnehmenden Studententeams wurden Prozesse erarbeitet, um die Qualität der Unterstützung zu verbessern. Zu den einzelnen Reviews (PDR, CDR, IPR und EAR) wurden technische Unterlagen erstellt, anhand der die Reviews strukturiert abgearbeitet werden können und technische Fehler aufgedeckt werden können. Der Kampagnenablauf bezüglich der Nutzlasttests wurde von der ZARM FAB mbH neu strukturiert und seit dem Zyklus 8 werden Kampagnenberichte angefertigt. Alle Aktionen seitens der ZARM FAB mbH auf den Kampagnen folgen einem von der ZARM FAB mbH erarbeitenden Muster und werden dokumentiert. Die Studententeams werden in diese strukturierte Vorgehensweise einbezogen.

Die von der ZARM FAB mbH gehaltenen Präsentationen zum Auswahlworkshop, Trainingswoche und Critical Design Review wurden vollständig erneuert und während des Vertragszeitraums ständig verbessert

Im technischen Bereich wurde ein Servicemodulsimulator entwickelt, der seit dem 9 Zyklus erfolgreich während des Projekts eingesetzt wird. Außerdem wurden Pyrotechniksimulatoren entwickelt, um kostengünstiger Experimenttests durchzuführen. Desweiteren hält die ZARM FAB ein großes Werkzeug- und Komponentensortiment vor, welches regelmäßig bei allen Kampagnen und bei der Integrationswoche zum Einsatz kommt.

Seitens der ZARM FAB mbH werden im REXUS Projekt alle Experimentmodule gefertigt und die benutzten Experimentmodule verwaltet. Dadurch entstand innerhalb der ZARM FAB mbH eine hohe Kompetenz bei der Bearbeitung und Auslegung von Raketenmodulen.

Seitens der ZARM FAB mbH wurde ein Serversystem aufgebaut, welches den Projektteilnehmern seit Beginn der Vertragslaufzeit als Repository für alle Dokumente zur Verfügung steht. Dieses System wurde ständig verbessert und ausgebaut.

Über den Vertragszeitraum hat sich eine hohe Expertise für die Unterstützung von Studenten beim Experimentdesign und –Aufbau für Ballon- und Raketenexperimente bei der ZARM FAB mbH gebildet. Auch in den Bereichen der Experimentintegration und Schnittstellen für Ballone und Raketen, hat die ZARM FAB mbH mittlerweile viel Erfahrung gesammelt.

3 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte

Seitens der ZARM FAB mbH wurden keine Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte direkt gemacht, in Anspruch genommen oder verwertet.

4 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Auftragsende

Seitens der ZARM FAB mbH sind keine wirtschaftlichen Erfolgsaussichten nach Auftragsende direkt zu erwarten.

5 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Auftragsende

Seitens der ZARM FAB mbH sind keine wissenschaftlichen und/oder technischen Erfolgsaussichten nach Auftragsende direkt zu erwarten.

6 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Seitens der ZARM FAB mbH ist keine wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit direkt zu erwarten.

7 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Seitens der ZARM FAB mbH sind keine Arbeiten bekannt, die zu keiner Lösung geführt haben.

8 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

9 Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Die Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung wurde durch die ZARM FAB mbH gewährleistet.
