

**Jahresbericht 2011**

**Vorhaben**

*Durchführung und Auswertung  
des Kugelspaltexperiments GeoFlow  
auf der Internationalen Raumstation (ISS)*

**FKZ: 50 WM 0822**

**Lehrstuhl für Aerodynamik und Strömungslehre  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus**

0	Allgemeine Angaben .....	3
	Antragsteller .....	3
	Kennwort .....	3
	Fachgebiet und Arbeitsrichtung .....	3
	Gesamtlaufzeit des Vorhabens .....	3
	Berichtszeitraum .....	3
	Forschungspartner .....	3
1	Wissenschaftlich-Technische Ergebnisse .....	5
1.1	GeoFlow .....	5
	1.1.1 GeoFlow I .....	5
	1.1.2 GeoFlow II .....	7
1.2	PFC-CiC .....	20
1.3	Koordination mit Projektpartnern .....	25
2	Vergleich des Standes des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgaben-/Kostenplanung. ....	28
2.1	GeFlow .....	29
2.2	PFC-CiC .....	29
3	Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Ausgaben-/Kostenzeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)? .....	29
4	Sind inzwischen von dritter Seite FE-Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind (auch Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 6.1 NKBF 98)? .....	29
5	Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig? .....	30
6	Fortschreibung des Verwertungsplans .....	30
6.1	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom ZE oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie ggf. auch deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten .....	30
6.2	Evtl. wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen / Anwenderindustrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt) .....	30
6.3	Evtl. wissenschaftliche und / oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für weitere öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen. ....	30
	6.3.1 Im Berichtszeitraum erfolgte Veröffentlichungen .....	31
	6.3.2 Im Berichtszeitraum durchgeführte Reisen .....	33
7	Evtl. wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der FuE-Ergebnisse .....	34

## 0 Allgemeine Angaben

Jahresbericht 2011 für Durchführung und Auswertung  
des Kugelspaltexperimentes GeoFlow im COLUMBUS-Modul der ISS /  
Parabelflugexperiment PFC-CIC zur technischen Anwendung  
des elektrohydrodynamischen Kraftwirkungsprinzips  
(FKZ: 50 WM 0822)

### Antragsteller

Egbers, Christoph, Prof. Dr.-Ing., Universitätsprofessor

#### Institution:

Brandenburgische Technische Universität Cottbus,  
Institut für Verkehrstechnik,  
Lehrstuhl für Aerodynamik und Strömungslehre,  
Siemens-Halske-Ring 14,  
D-03046 Cottbus  
Telefon: 0355-69-4868 Telefax: 0355-69-4891  
E-mail: egbers@tu-cottbus.de

### Kennwort

FSL-Kugelspaltexperiment GeoFlow / Parabelflugexperiment PFC-CIC

### Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Fachgebiet: Strömungsmechanik / Geophysik und technische  
Anwendungen /  $\mu\text{g}$  - Forschung (FSL / Parabelflug)  
Arbeitsrichtung: Raumstationsexperiment, Parabelflugexperiment

### Gesamtlaufzeit des Vorhabens

01.01.2008 - 31.12.2012

### Berichtszeitraum

01.01.2011 - 31.12.2011

### Forschungspartner

#### ESA GeoFlow Projekt, AO 99-049

Prof. Christoph Egbers	Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany
Prof. Rainer Hollerbach	University of Leeds, UK
Prof. Pascal Chossat	University of Nice, Sophia Antipolis, INLN, France

#### ESA TopicalTeam, FKZ: 18950/05/NL/VJ

Prof. Philippe Beltrame	University of Avignon, France
Prof. Doris Breuer	German Aerospace Center (DLR), Berlin, Germany
PD Dr. Fred Feudel	University of Potsdam, Germany
Prof. Innocent Mutabazi	University of Le Havre, France
Prof. Laurette Tuckerman	PMMH-ESPCI Paris, France

Associated partners:

Dr. Julio Srulijes	French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL), France
Prof. Tilman Spohn	German Aerospace Center (DLR), Berlin, Germany
Prof. Andreas Tilgner	Georg-August University Göttingen, Germany

Weitere Forschungspartner

- Center for Flow & Transport Modeling and Measurement an der BTU (Kooperation mit Prof. U. Riebel, LS Mechanische Verfahrenstechnik; Prof. Ennes Sarradj, LS Technische Akustik; Prof. E. Schaller, LS Umweltmeteorologie; Prof. H. Schmidt, JP Strömungsmodellierung; und anderen)
- Prof. Richard M. Lueptow, Northwestern University Chicago, USA
- Prof. Anne Davaille, CNRS FAST Paris, France
- Prof. Peter Read, University of Oxford, UK
- Dr. Wolf-Gerrit Früh, Heriot Watt University Edingburgh, UK
- Anthony Randriamampianina, University of Marseille, France

Technologietransferbereiche

Lebenserhaltungssysteme für die Raumfahrt, Biotechnologie, Verfahrenstechnik, Wärmetauscherindustrie, Strömungsbeeinflussung in technischen Systemen, Pharmazeutische Industrie

---

## 1 Wissenschaftlich-Technische Ergebnisse

Das hier beschriebene Vorhaben hat zum einen die erfolgreiche Durchführung von Kugelspaltexperimentserien **GeoFlow** im Fluid Science Laboratory (FSL) innerhalb des europäischen Moduls COLUMBUS (COF) der internationalen Raumstation (ISS) sowie die Auswertung der Untersuchungen und Publikation der Ergebnisse zum Ziel. Das übergeordnete Ziel der GeoFlow-Experimente ist die experimentelle Untersuchung der thermischen Konvektion in einem Kugelspalt unter dem Einfluss eines künstlich aufgebauten radialsymmetrischen Auftriebsfeldes (dielektrophoretischer Effekt). Das Projekt ist zunächst im Bereich der Grundlagenforschung zur Darstellung geophysikalisch motivierter Strömungen (im niedrigviskosen, flüssigen Erdkern und im hochviskosen, plastischen Erdmantel) angesiedelt. Neben der nahezu abschließenden Dokumentation der „GeoFlow I“-Auswertung zur Erfassung der Strömungen im flüssigen Erdkern umfasst dieser Bericht auch die Durchführung der „GeoFlow II“-Mission mit Blick auf Mantelkonvektion und die Darstellung erster Ergebnisse.

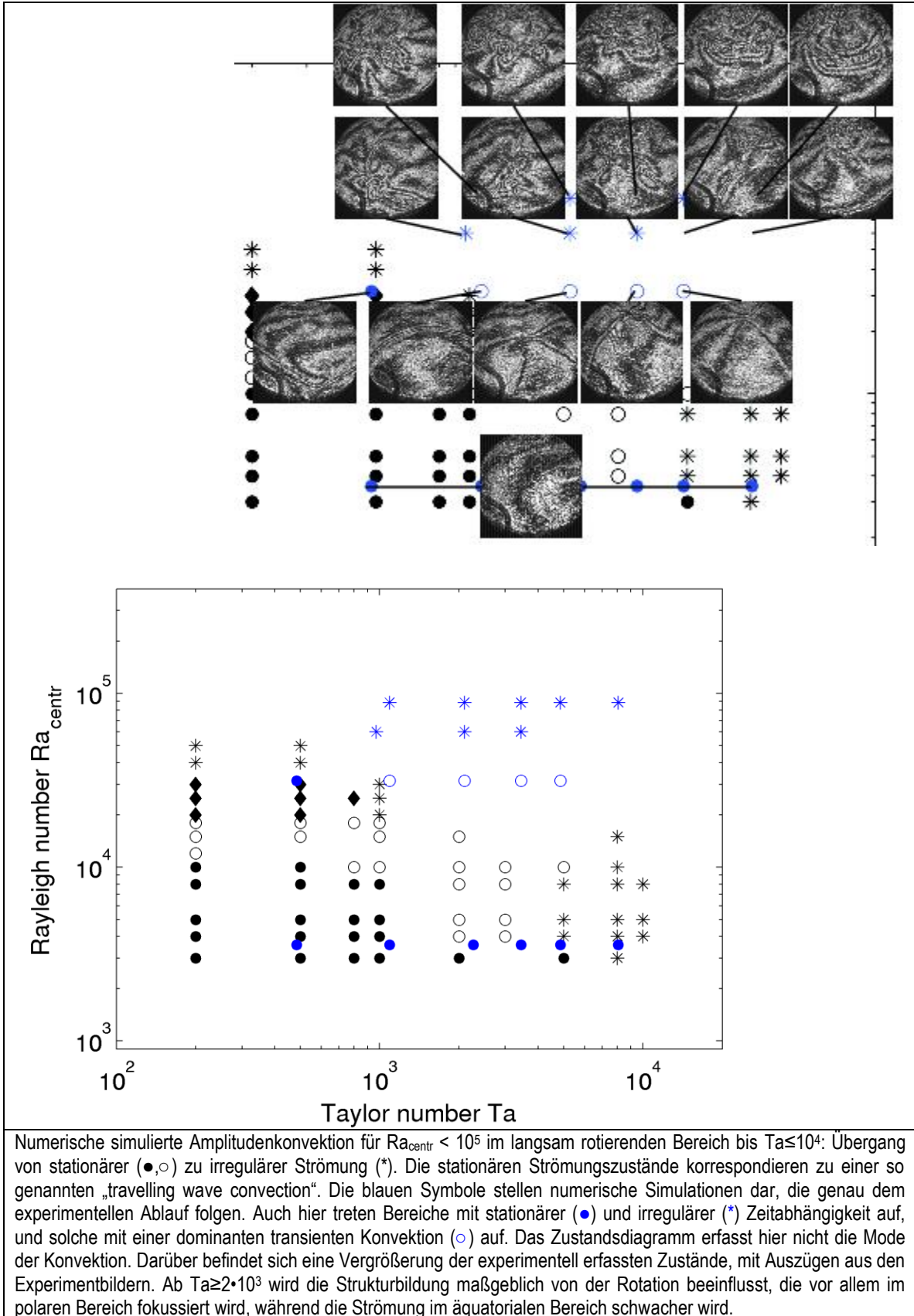
Mit den gewonnenen Erkenntnissen zur elektrohydrodynamischen Theorie und der damit verbundenen Möglichkeit zur künstlichen Krafterzeugung unter Mikrogravitationsbedingungen wird aber auch ein Beitrag für mögliche technische Anwendungen geleistet, der auch im Rahmen dieses Vorhabens mit Hilfe der Parabelflug-Experimente **PFC-CIC** noch weiter untersucht werden. Im Folgenden werden die Arbeitspakete und der Stand der Arbeiten für beide Teil-Projekte des Vorhabens, GeoFlow und PFC-CIC, dokumentiert.

### 1.1 GeoFlow

#### 1.1.1 GeoFlow I

Der Experimentcontainer (EC) wurde zusammen mit dem europäischen ISS-Modul COLUMBUS mit dem NASA Space-Shuttle ‚Atlantis‘ am 7. Februar 2008 zur ISS transportiert (Mission STS-122). Nach Integration und Inbetriebnahme von COLUMBUS und des GeoFlow-EC (28.07.2008) wurden die Experimente am 07. August 2008 begonnen und am 09.01.2009 erfolgreich beendet.

Der Experimentablauf mit seinem Zusammenspiel aus „Runs“ (Durchführung von Experimenten für bestimmte Parametersätze) und „Downloads“ (Datensicherung am Boden) wird im Berichtszeitraum 2008 ausführlich beschrieben, im Berichtszeitraum 2009 wird entsprechend auf die Synchronisation von Bild- und Telemetriedaten eingegangen und die Vorbereitung und Evaluierung der Bilddaten mit Hilfe einer entwickelten Datenbank dargestellt. Im Anschluss an diese Evaluierung erfolgt die wissenschaftliche Auswertung durch Extraktion von Streifenmustern mit Hilfe der numerischen Vorhersagen und Verfolgung dieser Muster in Raum und Zeit. Im Rahmen des Berichtszeitraums 2010 wurde die oberen und unteren Parametergrenzen komplementär mit Hilfe numerischer Simulationen ausgewertet und publiziert. Im Berichtszeitraum 2011 wurde auf den „intermittierenden Bereich“, in denen es zu einem Übergang im Bezug auf die Amplitude der beeinflussenden Kräfte „thermischer Antrieb“ und „Rotation“ kommt, fokussiert. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die bisher abgeglichenen Analysen (siehe auch B. Futterer, S. Koch, C. Egbers: *Travelling waves in low and intermediate rotating spherical shell convection*. In: J.Phys.: Conf. Ser. 318 (2011) 082008 (8pp)).



Im Rahmen von GeoFlow I basiert die Auswertung der Experimentdaten auf einem Abgleich mit numerischen Interferogrammen, die aus den begleitenden numerischen Simulationen hergeleitet sind. Für einen bestimmten Arbeitsbereich in GeoFlow I (siehe auch Jahresbericht 2010 zum laufenden Vorhaben) stehen aufgrund des chaotischen Strömungsverhaltens nur eingeschränkt direkte Vergleiche zur Verfügung. Daher ist die Verifikation in den Experimentdaten für GeoFlow I noch nicht abgeschlossen und wird weiter verfolgt. Hierzu wurde im Berichtszeitraum auch eine Verbesserung der Bildverarbeitungsmethoden angestrebt (im oben genannten Jahresbericht sind die Arbeitspakete hierzu ausführlich beschrieben). Die Auswertemethodik kommt dann auch für GeoFlow II zum Einsatz. Die Arbeiten hierzu sind noch nicht abgeschlossen, da die Analyse der Mikrogravitationsdaten (siehe unten) tagesaktuell die Mission begleiten und hierzu Analysetools entwickelt werden mussten.

### 1.1.2 GeoFlow II

Der EC „GeoFlow II“ wurde am 16. Februar 2011 im Automatic Transfer Vehicle ATV „Johannes Kepler“ mit einer Ariane 5 Rakete zur ISS gebracht und am 19. März 2011 im FSL integriert. Seit dem 22. März 2011 laufen die Experimente analog des Experiment Scientific Requirements document „ESR GeoFlow II“ (document reference SCI-ESA-HSF-ESR-GEOFLOW\_II, issue 3, revision 0, date of issue 1/3/2011) sehr erfolgreich. Nach dem „ESR GeoFlow II“ wird nach so genannten „mandatory“ und „desired“ Parametern unterschieden, sie sich in erster Linie durch die Prismenposition im Optical Diagnostics Module ODM unterscheiden. Dadurch wird eine bessere messtechnische Auflösung erreicht. Die folgenden Seiten dokumentieren:

- den Experimentablaufplan für den Berichtszeitraum 2011 (Increment 29 and 30 GeoFlow-2 OPS Planning, 12/01/2012. Science during ISS events. VMU max num of records=256, E-USOC). Es ist zu erwähnen, dass mit dem Stand vom 12.01.2012 im Berichtszeitraum 170Gbyte Originaldaten (180Gbyte entpackt Daten und damit 152.872 Bilder in 43 erfolgreichen Runs) aufgenommen wurden. Laut ESR-Plan sind 52 Runs vorgesehen, d.h. im Berichtszeitraum sind ca. 77% durchgeführt worden. Aufgrund der Mikrogravitationsmessungen ist zu erwarten, dass ca. 10 Runs wiederholt werden müssen (siehe unten).
- Im gleichen Zeitraum werden auch die Downloads der Telemetrie- und Bilddaten durchgeführt, so dass die Daten zeitnah zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung stehen (zum Ablauf einer GeoFlow-Mission siehe auch Zwischenbericht zum laufenden Vorhaben für das Jahr 2008 vom 01.02.2009). Der Stand hierzu wird tagesaktuell im so genannten E-USOC Daily Operations Report dokumentiert, der exemplarisch ebenso abgebildet ist.
- Zusätzlich folgt eine tabellarische Liste der durchgeführten Telefonkonferenzen unter Einbeziehung relevanter Missionstätigkeiten. Die Protokolle liegen dem Zuwendungsempfänger vor.

Die Experimentplanung (120112\_GeoFlow-2\_OPS\_Planning.pdf) und der Daily Operations Report (EUSOC-DOR-2012-01-09.pdf) sind dem Bericht beigelegt.



Increment 29 and 30 GeoFlow-2 OPS Planning, 12/01/2012. Science during ISS events. VMU max num of records=256

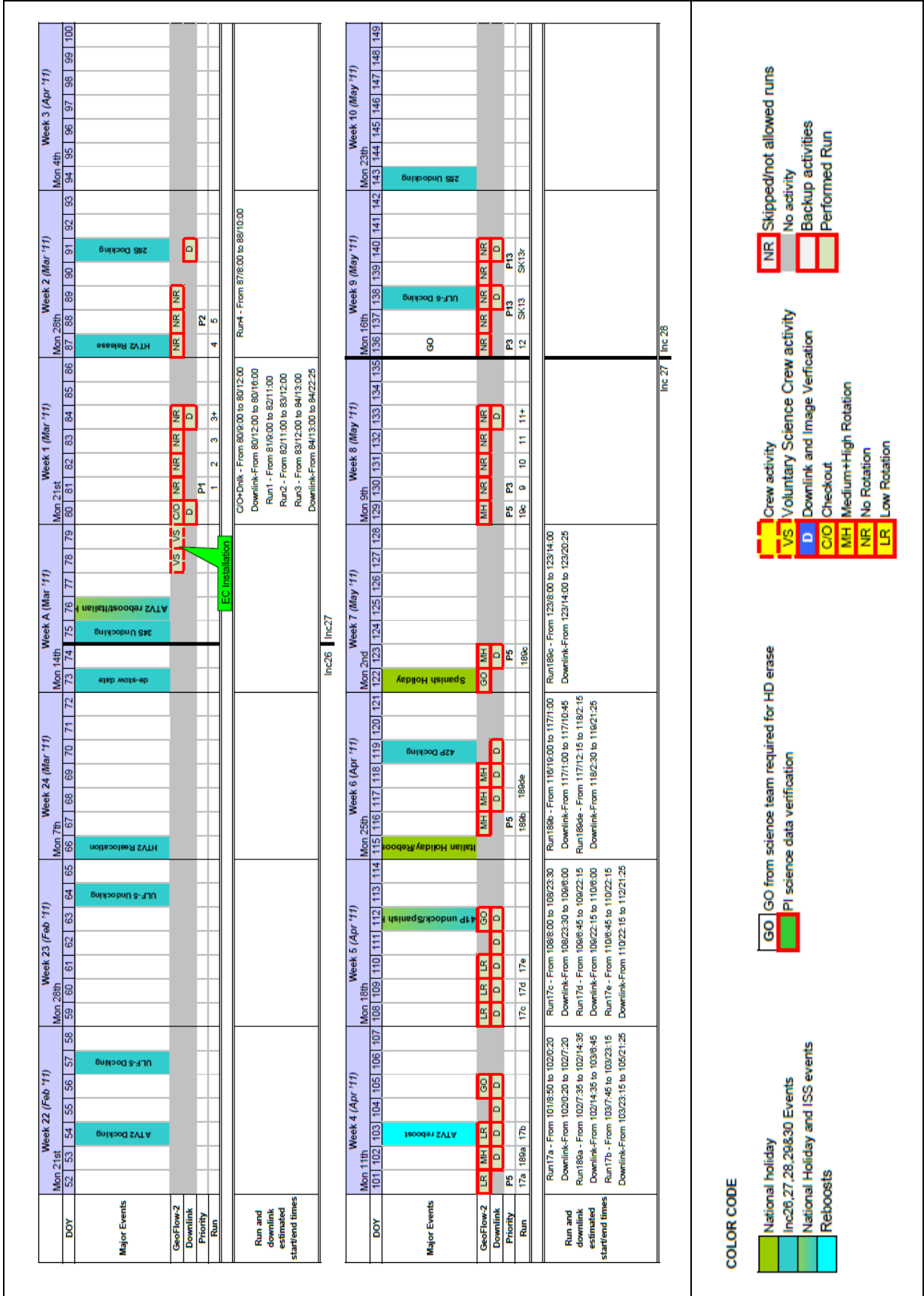
DOY	Week 22 (Feb '11)					Week 23 (Feb '11)					Week 24 (Mar '11)					Week A (Mar '11)					Week 1 (Mar '11)					Week 2 (Mar '11)					Week 3 (Apr '11)																													
	Mon 21st	Mon 28th	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 6th	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 4th	Mon 21st	Mon 28th	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 28th	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 26th	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 4th	Mon 11th	Mon 18th	Mon 25th	Mon 2nd	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 4th	Mon 11th	Mon 18th	Mon 25th	Mon 2nd																								
Major Events	ATV2 Docking					ULF-5 Undocking					HTV2 Reallocation					3M5 Undocking					ATV2 reboost/Italian					3M5 Docking					HTV2 Release					3M5 Docking																								
GeoFlow-2																																																												
Downlink																																																												
Priority																																																												
Run																																																												
Run and downlink estimated start/end times																																																												

Inc26 Inc27

DOY	Week 4 (Apr '11)					Week 5 (Apr '11)					Week 6 (Apr '11)					Week 7 (May '11)					Week 8 (May '11)					Week 9 (May '11)					Week 10 (May '11)																								
	Mon 11th	Mon 18th	Mon 25th	Mon 2nd	Mon 9th	Mon 16th	Mon 23rd	Mon 30th	Mon 6th	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 4th	Mon 11th	Mon 18th	Mon 25th	Mon 1st	Mon 8th	Mon 15th	Mon 22nd	Mon 29th	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 26th	Mon 2nd	Mon 9th	Mon 16th	Mon 23rd	Mon 30th																									
Major Events	ATV2 reboost					4TP undock/Spainsh					42P Docking					Spanish Holiday										GO					ULF-6 Docking					2M5 Undocking																			
GeoFlow-2																																																							
Downlink																																																							
Priority																																																							
Run																																																							
Run and downlink estimated start/end times																																																							

Inc 27 Inc 28





	Week 11 (May '11)	Week 12 (Jun '11)	Week 13 (Jun '11)	Week 14 (Jun '11)	Week 15 (Jun '11)	Week 16 (Jul '11)	Week 17 (Jul '11)	
DOY	150   151   152   153   154   155   156   157   158   159   160   161   162   163   164   165   166   167   168   169   170   171   172   173   174   175   176   177   178   179   180   181   182   183   184   185   186   187   188   189   190   191   192   193   194   195   196   197   198	Mon 6th	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 4th	Mon 11th	Mon 18th
Major Events	ATV2 reboost/Italian	GO	ATV reboost	ATV Docking/Spanish	ATV2 Undock (TBO)	ATV reboost	ATV2 Docking	
GeoFlow-2	NR   NR   NR   NR   MH	NR   NR   NR   NR   MH	NR   NR   NR   NR   D	NR   NR   NR   NR   NR	NR   NR   NR   NR   NR	NR		
Downlink	D	D	D	D	D			
Priority	P2	P4	P2	P2	P4   P2   P4	P1		
Run	6   6+	7   7	13   14   14+	8   9   9C2   10   10+	10   11   11+   12   13			
Run and downlink estimated start/end times		Power Down- GMT 160 16:00-02:24 GO received on GMT 160 for HDDs PSE-GeoFlow-2 issues - no runs ease on GMT 161 before MR run	KU-BAND coverage issues + PSE-GeoFlow-2 issues - no runs GMT 175 1 NR run gain on week 14					
	Week 18 (Jul '11)	Week 19 (Jul '11)	Week 20 (Aug '11)	Week 21 (Aug '11)	Week 22 (Aug '11)	Week 23 (Aug '11)	Week 24 (Aug '11)	
DOY	199   200   201   202   203   204   205   206   207   208   209   210   211   212   213   214   215   216   217   218   219   220   221   222   223   224   225   226   227   228   229   230   231   232   233   234   235   236   237   238   239   240   241   242   243   244   245   246   247	Mon 18th	Mon 25th	Mon 1st	Mon 8th	Mon 15th	Mon 22nd	Mon 29th
Major Events		Spanish Holiday			Spanish Holiday	Progress reboost	ATV Undocking	
GeoFlow-2								
Downlink								
Priority								
Run								
Run and downlink estimated start/end times								
	Week 25 (Sep '11)	Week 26 (Sep '11)	Week 1 (Sep '11)	Week 2 (Sep '11)	Week 3 (Oct '11)	Week 4 (Oct '11)	Week 5 (Oct '11)	
DOY	248   249   250   251   252   253   254   255   256   257   258   259   260   261   262   263   264   265   266   267   268   269   270   271   272   273   274   275   276   277   278   279   280   281   282   283   284   285   286   287   288   289   290   291   292   293   294   295   296	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 26th	Mon 3rd	Mon 10th	Mon 17th
Major Events		Spanish Holiday	Italian Holiday			Spanish Docking	Spanish Holiday	
GeoFlow-2								
Downlink								
Priority								
Run								
Run and downlink estimated start/end times								

Inc 28 Inc 29

DOY	Week 6 (Oct '11)		Week 7 (Oct '11)		Week 8 (Nov '11)		Week 9 (Nov '11)		Week 10 (Nov '11)		Week 11 (Nov '11)		Week 12 (Dec '11)	
	Mon 24th	Mon 31th	Mon 7th	Mon 14th	Mon 21th	Mon 28th	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 26th	Mon 3rd	Mon 10th	Mon 17th	Mon 24th
Major Events	42P Undocking		45P Docking		Spanish Holiday		28S Docking		27S Undocking		NR NNR NNR		Spanish Holiday	
GeoFlow-2 Downlink Priority Run	Ground support constraints Colloid Operation		Ground support constraints Colloid Operation / GeoFlow Preparation		NR NNR		No runs until MRB decision		NR NNR NNR		NR NNR NNR		Spanish/Italian Holiday	
Notes and remarks					No science on GMT325 due to 27S undock power down				48 hours of science No 10 Mbps downlink required		53 hours of science No 10 Mbps downlink required		24/3 schema 4Mbps/10Mbps required	

DOY	Week 13 (Dec '11)		Week 14 (Dec '11)		Week 15 (Dec '11)		Week 16 (Jan '12)		Week 17 (Jan '12)		Week 18 (Jan '12)		Week 19 (Jan '12)	
	Mon 12th	Mon 19th	Mon 26th	Mon 2nd	Mon 9th	Mon 16th	Mon 23rd	Mon 30th	Mon 6th	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 3rd	
Major Events	29S Docking		Spanish Holiday		Spanish Holiday		GO		Spanish Holiday		GO		46P Docking	
GeoFlow-2 Downlink Priority Run	Ground support constraints - no runs		Ground support constraints - no runs		Ground support constraints - no runs		Ground support constraints - no runs		NR LR		NR LR MH		NR LR MH	
Notes and remarks	PI support needed on GMT347 to contour with SKC24 seipoints 55 hours of science No 10 Mbps downlink required								38 + 14 hours of science No 10 Mbps downlink required		Back to 24/3 schema SKC24 10 seipoints, 10 hr 117d 12 seipoints, 9 hr 48 hours of science 4Mbps required		4Mbps/10 Mbps downlink required	

DOY	Week 20 (Jan '12)		Week 21 (Feb '12)		Week 22 (Feb '12)		Week 23 (Feb '12)		Week 24 (Feb '12)		Week 25 (Feb '12)		Week 26 (Mar '12)	
	Mon 30th	Mon 6th	Mon 13th	Mon 20th	Mon 27th	Mon 5th	Mon 12th	Mon 19th	Mon 26th	Mon 3rd	Mon 10th	Mon 17th	Mon 24th	
Major Events	GO		GO		GO MH		GO MH		28S Undocking		28S Undocking		28S Undocking	
GeoFlow-2 Downlink Priority Run	NR NNR NNR NNR		NR NNR		NR NNR		NR NNR		NR NNR		NR NNR		NR NNR	
Notes and remarks	SK113 X hours of science 100 hours of science 4Mbps required		4Mbps/10Mbps required		SK113 X hours of science X hours of science 4Mbps/10Mbps required									

<b>E-USOC</b>	Date: 2012-01-09 (GMT 2012/009)
<b>Daily Operations Report</b>	Position: E-USOC OPS
<b>GeoFlow-2</b>	Name: José Fernández, Ana Hernández
<u>Activities and achievements of the payload:</u>	
<b>FSL rack activation</b>	Rack powered on at 08:36 GMT, no issues.
<b>GeoFlow-2 files uplink + transfer + rename</b>	3 GeoFlow-2 files uplinked to FSL RIC: Data141.tcl (renamed to data.tcl) Data142.tcl Data143.tcl
<b>FSL to Nominal mode</b>	FSL moved to C&C at 09:19 GMT.  EC powered up at 09:25 GMT, all TM nominal.  FSL transition to Nominal mode completed at 09:52 GMT, no issues. SWLA pump speed commanded to 8800 rpm, telemetry shows 8500 rpm as in previous days (no impact).  MVIS powered up at 09:52 GMT, using MVIS configuration files for 750 Hz acquisition. All previous MVIS files deleted 10:07 GMT (GO received from PI). MVIS configuration completed at 10:13 GMT.
<b>GeoFlow run ski24</b>	Before starting the run at 10:31 GeoFlow EC TM is not received. As per Payload Regulation 05-10 GeoFlow Recovery Actions, a power cycle to the EC is performed (ref. CFN11087 for the recovery plan).  TM from ESEM 6-1 currents is acquired from FSL side and readings are nominal. EC powered off at 11:45 GMT. EC powered up at 11:49 GMT. FSL to EC power lines are ON but no TM is received from GeoFlow EC.  After a Ku band outage of ~ 2h, the recovery plan is resumed and performed with success as follows (ref. CFN11090): <ul style="list-style-type: none"> <li>- FSL is power cycled at 17:47 GMT in order to recover the communication link between FSL and GeoFlow EC</li> <li>- FSL moved to C&amp;C at 17:53 GMT.</li> <li>- MVIS powered up at 17:58 GMT, using MVIS configuration files for 750 Hz acquisition.</li> <li>- MVIS configuration completed at 18:01 GMT.</li> <li>- EC powered up successfully at 18:06 GMT. TM is being received, all values are nominal.</li> <li>- FSL transition to Nominal mode completed at 18:34 GMT, no issues. SWLA pump speed commanded to 8800 rpm, telemetry shows 8500 rpm as in previous days (no impact).</li> </ul> Run ski24 started at 19:08 GMT. Zero pictures completed. Real time images show good quality.  Science acquisition status: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2/2 reference setpoints (at Tcold=30.5 degC) completed</li> <li>- 2/25 scientific setpoints completed. No gradient deviations observed.</li> </ul> Run in progress.  Accumulated delay ~8 h.

E-USOC											Date: 2012-01-09 (GMT 2012/009)			
Daily Operations Report											Position: E-USOC OPS			
GeoFlow-2											Name: José Fernández, Ana Hernández			
Run	Type	Priority	DOY	Optical Mode	Tcold	HV	ΔT	Rot	Start Time	End Time	Accumulated Data On-Orbit (MB)	Remarks	Images	MMA
C/O	Checkout	-	80	59_2	30.5	06.5	01.90	0.008	21-08-2011 10:22	21-08-2011 16:10	166	Pi selects camera exposure time 1 ms		
1	No Rotation	1	81	59_2	20	06.5	00.20	0.008	22-08-2011 13:01	23-08-2011 12:54	1043	2 last scientific set points skipped by PID control		
2	No Rotation	1	82	59_2	20	06.5	00.30	0.008	23-08-2011 12:54	24-08-2011 11:10	1811	2 last scientific set points skipped by PID control		
3	No Rotation	1	83	59_2	20	06.5	00.40	0.008	24-08-2011 11:10	25-08-2011 10:30	2221	Last scientific setpoint skipped by PID control		
4	No Rotation	1	87	59_2	20	06.5	00.50	0.008	28-08-2011 14:24	29-08-2011 16:17	2427	6 last scientific setpoint skipped by PID control		
9	No rotation	2	88	59_2	20	06.5	09.80	0.008	29-08-2011 16:17			First 4 scientific setpoint skipped by PID control, Run aborted		
5	No Rotation	2	88	59_2	30.5	06.5	00.20	0.008	29-08-2011 19:17	30-08-2011 16:22	3121	1 setpoint skipped by PID control, 5 last s/p lost due to TEC board trip		
17a	Low Rotation	5	101	59_2	30.5	06.5	00.20	0.008	11-04-2011 08:00	12-04-2011 00:20	7166	Completed without issues		
189a	MH Rotation	5	102	59_2	30.5	06.5	00.20	0.200	12-04-2011 07:38	12-04-2011 14:35	15147	Rotating tray stalled at 1.8 Hz. Run aborted		
17b	Low Rotation	5	103	59_2	30.5	06.5	0.6	0.008	13-04-2011 10:08	14-04-2011 01:25	22264	Completed without issues		
17c	Low Rotation	5	108	59_2	30.5	06.5	1	0.008	18-04-2011 11:47	19-04-2011 08:27	7090	Completed without issues		
17d	Low Rotation	5	109	59_2	30.5	06.5	1.4	0.008	19-04-2011 07:31	19-04-2011 23:00	14180	Completed without issues		
17e	Low Rotation	5	110	59_2	30.5	06.5	1.9	0.008	20-04-2011 07:58	20-04-2011 23:24	21213	Completed without issues		
9	No rotation	2	116	59_2	20	06.5	09.00	0.008	26-04-2011 10:22			TEC2 board trip in 2nd scientific setpoint, Run aborted		
189b	MH Rotation	5	116	59_2	30.5	06.5	00.60	0.200	26-04-2011 19:18	27-04-2011 01:26	7790	1.8 - 2.0 Hz not performed		
189c	MH Rotation	5	117	59_2	30.5	06.5	01.00	0.200	27-04-2011 01:27	27-04-2011 04:38	9109	FSL TM freeze at rot=1.0 Hz, run aborted		
189d	MH Rotation	5	117	59_2	30.5	06.5	01.40	0.200	27-04-2011 12:15	27-04-2011 18:15	16855	1.8 - 2.0 Hz not performed		
189e	MH Rotation	5	117	59_2	30.5	06.5	01.90	0.200	27-04-2011 19:28	28-04-2011 01:14	24603	1.8 - 2.0 Hz not performed		
189c	MH Rotation	5	123	59_2	30.5	06.5	01.00	0.200	03-05-2011 11:47	03-05-2011 17:28	6029	Last setpoint lost due to FSL VMU issue 1.8 - 2.0 Hz not performed		
6	No rotation	2	129	59_2	30.5	06.5	00.30	0.008	09-05-2011 09:53		88	PID control divergence in all setpoints TEC2 board trip		
19c	MH Rotation	5	129	59_2	30.5	6.5	01.00	1.4	09-05-2011 22:27	10-05-2011 01:18	3313	1.8 - 2.0 Hz not performed		
9	No rotation	3	130	59_2	20	6.5	09.80	0.008	10-05-2011 10:26	11-05-2011 13:55	4158	Intermediate setpoint skipped by PID control (7.8 degC)		
10	No rotation	3	131	59_2	20	6.5	09.90	0.008	11-05-2011 13:55	12-05-2011 13:32	4969	Completed without issues		
11	No rotation	3	132	59_2	20	6.5	10.00	0.008	12-05-2011 13:32	13-05-2011 12:46	5812	Completed without issues		
12	No rotation	3	136	59_2	20	6.5	10.1	0.008	16-05-2011 15:57	17-05-2011 14:14	778	4 sci setpoints skipped by EP		
SK1	No rotation	1	137	59_2	20	6.5	00.20	0.008	17-05-2011 15:48	18-05-2011 06:47	1252	2 sci setpoint skipped by EP		
SK3	No rotation	3	138	59_2	20	6.5	09.80	0.008	18-05-2011 06:47	18-05-2011 09:13	1322	Run aborted due to ULFS docking		
SK1z												ISS maneuver between GMT17:05-17:15		
8	No Rotation	1,3	139	59_2	20	6.5	00.20	0.008	19-05-2011 14:59	20-05-2011 07:50	1923	1 setpoint skipped by EP, Pi confirms re-run is not needed		
6	No rotation	2	151	59_2	30.5	06.5	00.30	0.008	31-05-2011 15:35	01-06-2011 16:15	2797	No TM for deltaT=7.1K due to HCO2 T/S		
189a	MH Rotation	15	154	59_1	30.5	06.5	00.20	00.20	03-06-2011 08:55	03-06-2011 14:55	10436	1.8 - 2.0 Hz not performed		
7	No rotation	2	157	59_2	30.5	06.5	00.40	0.008	06-06-2011 09:34	07-06-2011 08:53	11226	2 sci setpoint skipped by EP		
13	No rotation	4	158	59_2	30.5	06.5	10.00	0.008	07-06-2011 08:53	08-06-2011 07:24	12010	Completed without issues		
14	No rotation	4	159	59_2	30.5	06.5	09.90	0.008	08-06-2011 08:47	09-06-2011 09:37	12897	Completed without issues		
189b	MH Rotation	15	161	59_1	30.5	06.5	00.60	00.20	10-06-2011 06:20	10-06-2011 12:05	7552	1.8 - 2.0 Hz not performed		
8	No rotation	2	171	59_2	30.5	06.5	00.50	0.008	20-06-2011 10:04	21-06-2011 11:03	8420	Completed without issues ISS maneuvers due to ATV2 undock between GMT12:25-15:35		
15	No rotation	4	172	59_2	30.5	06.5	09.80	0.008	21-06-2011 11:03	22-06-2011 09:50	9215	Completed without issues		
SK2	No rotation	2	173	59_2	30.5	06.5	00.30	0.008	22-06-2011 09:50	23-06-2011 00:42	9732	Completed without issues		
16	No rotation	4	174	59_2	30.5	06.5	09.70	0.008	23-06-2011 00:42	23-06-2011 23:45	8930	Completed without issues ISS maneuvers due to 43P dock between GMT13:37-17:27		
16	No rotation	12	178	59_1	30.5	06.5	00.30	0.008	27-06-2011 09:35	28-06-2011 10:39	9781	Completed without issues		
113	No Rotation	14	179	59_1	30.5	06.5	10.00	0.008	28-06-2011 10:39		9783	Debris/ISS conjunction. Microgravity disturbances between GMT 10:35-10:55 and 12:45-12:55 Run aborted due to FSL TM Frozen		
17	No Rotation	12	180	59_1	30.5	06.5	00.40	0.008	29-06-2011 19:38	30-06-2011 20:14	10629	Completed without issues		
14	No Rotation	14	181	59_1	30.5	06.5	09.90	0.008	30-06-2011 20:14	01-07-2011 19:31	11420	Completed without issues 43P reboost within GMT 12:16-12:30		
13	No Rotation	11	187	59_1	20	06.5	00.40	0.008	06-07-2011 21:08	07-07-2011 17:53	12159	Last 4 setpoint lost due to GeoFlow TM lost Possible microg disturbances between 14:35-16:45 GMT due to EPM-VU-RBR		
19	No Rotation	13	265	59_1	20	06.5	09.80	0.008	22-09-2011 09:38	22-09-2011 21:05	210	Run aborted due to VMU error		
12	No Rotation	11	269	59_1	20	06.5	00.30	0.008	26-09-2011 21:10	27-09-2011 22:26	1050	Completed without issues		MVIS
19	No Rotation	13	270	59_1	20	06.5	09.80	0.008	27-09-2011 22:26	28-09-2011 21:36	1640	Completed without issues		MVIS
1e1	No Rotation	11	271	59_1	20	06.5	00.20	0.008	28-09-2011 22:01	30-09-2011 01:33	2580	Possible microg disturbances due to ISS debris avoidance maneuver between 16:45-16:50 GMT ±0.2 degC gradient deviations at deltaT=8.2, 8.6, 9.0 and 9.4 degC 2 sci setpoints skipped by EP		MVIS
110	No Rotation	13	311	59_1	20	06.5	09.90	0.008	07-11-2011 11:09	08-11-2011 09:44	3100	Run aborted due to MVIS error		MVIS





E-USOC	Date: 2012-01-09 (GMT 2012/009)
Daily Operations Report	Position: E-USOC OPS
GeoFlow-2	Name: José Fernández, Ana Hernández
AR-588	FSL C&C mode not reached correctly
AR-594	GeoFlow EC P/U – EC not powered properly
AR-595	GeoFlow run 9 (GMT116) – TEC 2 board trip
AR-598	FSL Telemetry frozen
AR-602	GeoFlow EC P/U (GMT123) – ESEM 4-2 not powered on
AR-603	FSL File not Switched on MMU after Uplink
AR-606	FSL SWLA pump speed discrepancy
AR-608	GeoFlow-2 run 6 – Thermal control not converging with EP v5.0
AR-611	GeoFlow run 9 (GMT130) – intermediate setpoint skipped by EP
AR-612	FSL-VMU BEEPING
AR-617	GeoFlow runs 12, SK1 – intermediate iterations skipped by EP
AR-618	GeoFlow-2 scientific setpoints skipped by EP before PID control timeout
AR-619	GMT 139 FSL TM Frozen reoccurrence
AR-621	GeoFlow EC P/U (GMT139) – ESEM 4-2 not powered on
AR-622	GeoFlow run SK1r – intermediate iteration skipped by EP
AR-623	FSL ODM optical mode issue
AR-626	Laser Check Troubleshooting
AR-640	FSL TM lost on GMT 167
AR-641	GeoFlow EC P/U (GMT167) – ESEM 4-2 not powered on
AR-645	FSL VMU TAPE Recorder No Access
AR-652	FSL Telemetry Frozen
AR-653	FSL uncorrect transition to C&C
AR-656	FSL Telemetry Frozen
AR-657	FSL uncorrect transition to C&C
AR-661	GeoFlow-2 telemetry frozen
AR-699	Telecommand ACKs not processed by CDMCS-S

E-USOC	Date: 2012-01-09 (GMT 2012/009)
Daily Operations Report	Position: E-USOC OPS
GeoFlow-2	Name: José Fernández, Ana Hernández
AR-703	FSL MVIS TM Packets is not updating
AR-705	FSL – VMU issue
AR-717	Some MVIS files missing to ground at the end of the downlink activities
n/a	<b>SPR-933:</b> GeoFlow-2 unexpected deltaT variations
AR-732	Variations in GeoFlow-2 EC Fluid Pumps current
AR-733	MVIS not storing acceleration data
AR-734	GeoFlow run ie1 (GMT271-273) - 2 setpoints skipped by EP
AR-743	FSL ODM optical mode issue
AR-749	GeoFlow runs i15, i13, i16 – 3 setpoints skipped by EP
AR-764	FSL-EC serial line TM freeze

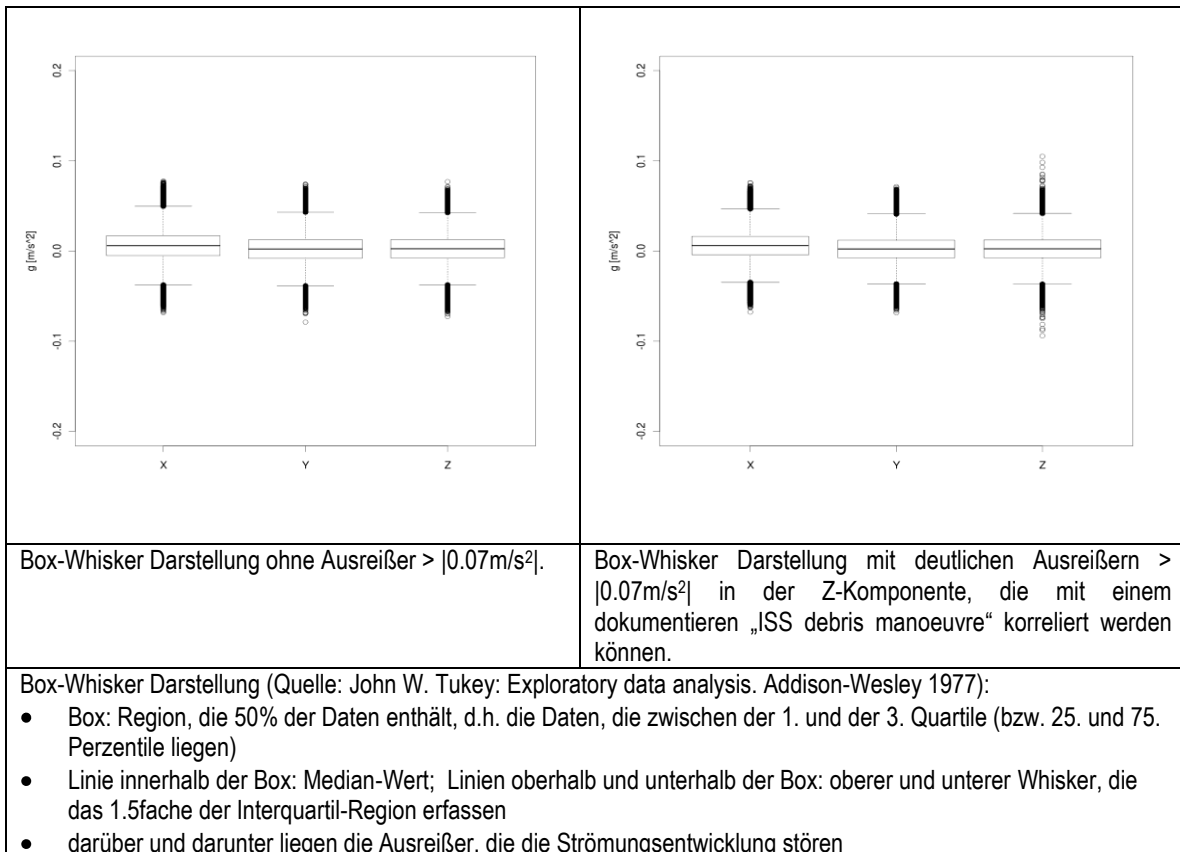


Nr.	Datum	Fokus (ausgewählt) der Aktivitäten mit „impact on science“
1	11.03.2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung der „mandatory set points“ aus Experiment Scientific Requirements Document ESR mit Wollaston-Prismen-Position Nr.1 (horizontales Referenzstreifenbild)</li> <li>• Datendownload und Aufbau der GeoFlow-Datenbank</li> <li>• Go zum Löschen der VMU hard disk (auf Basis von Checksummen wird der Transfer der Daten technisch validiert)</li> <li>• Begleitung der Messungen mit so genannten MMA-Daten (Mikrogravitationsmessungen), die sich jedoch als fehlerhaft erweisen</li> <li>• Technische Kontrolle der Thermostatisierung der Fluid Cell Assembly FCA erfordern eine Modifikation und Validierung der EP (Experiment Protocol zur automatischen Ansteuerung des EC)</li> <li>• Fluid Science Laboratory FSL und Video Managing Unit VMU zeigen Anomalien die wiederholt dazu führen, dass Runs abgebrochen werden müssen.</li> </ul>
2	25.03.2011	
3	29.03.2011	
4	04.04.2011	
5	11.04.2011	
6	14.04.2011	
7	20.04.2011	
8	21.04.2011	
9	05.05.2011	
10	12.05.2011	
11	18.05.2011	
12	25.05.2011	
13	01.06.2011	
14	07.06.2011	
15	20.06.2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung der „desired set points“ aus Experiment Scientific Requirements Document ESR mit Wollaston-Prismen-Position Nr.2 (vertikales Referenzstreifenbild)</li> </ul>
16	29.06.2011	
17	08.07.2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Experimentdurchführung</li> <li>• Klärung der Mikrogravitationsmessung</li> <li>• Inbetriebnahme der Datenbank</li> <li>• Update VMU hard disk</li> </ul>
18	20.07.2011	
19	08.08.2011	
20	18.08.2011	
21	29.08.2011	
22	12.09.2011	
23	23.09.2011	
24	30.09.2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung der „desired set points“ aus Experiment Scientific Requirements Document ESR mit Wollaston-Prismen-Position Nr.2 (vertikales Referenzstreifenbild)</li> <li>• Begleitung der Messungen mit so genannten MVIS-Daten (Mikrogravitationsmessungen)</li> <li>• Einführung GO deletion MVIS hard disk</li> <li>• Hierzu: Entwicklung der MVIS-Datenanalyse mit Hilfe von statistischen Methoden</li> </ul>
25	14.10.2011	
26	28.10.2011	
27	18.11.2011	
28	25.11.2011	
29	07.12.2011	
30	22.12.2011	

Im Vergleich zur GeoFlow I-Mission ist hervorzuheben, dass die GeoFlow II-Mission durch eine Verbesserung des Informationsflusses und eine Steigerung der Effizienz bei der Durchführung (24h-Betrieb war im Rahmen der GeoFlow-I Mission nicht unterstützt worden) gekennzeichnet ist. Im Rahmen der laufenden GeoFlow II-Mission werden seit September 2011 die Experimente von Mikrogravitationsmessungen begleitet. Zum Einsatz kommt hier das so genannte im FSL integrierte MVIS-System (Microgravity Vibration Isolation System)<sup>1</sup> zum Einsatz. Die sich für die

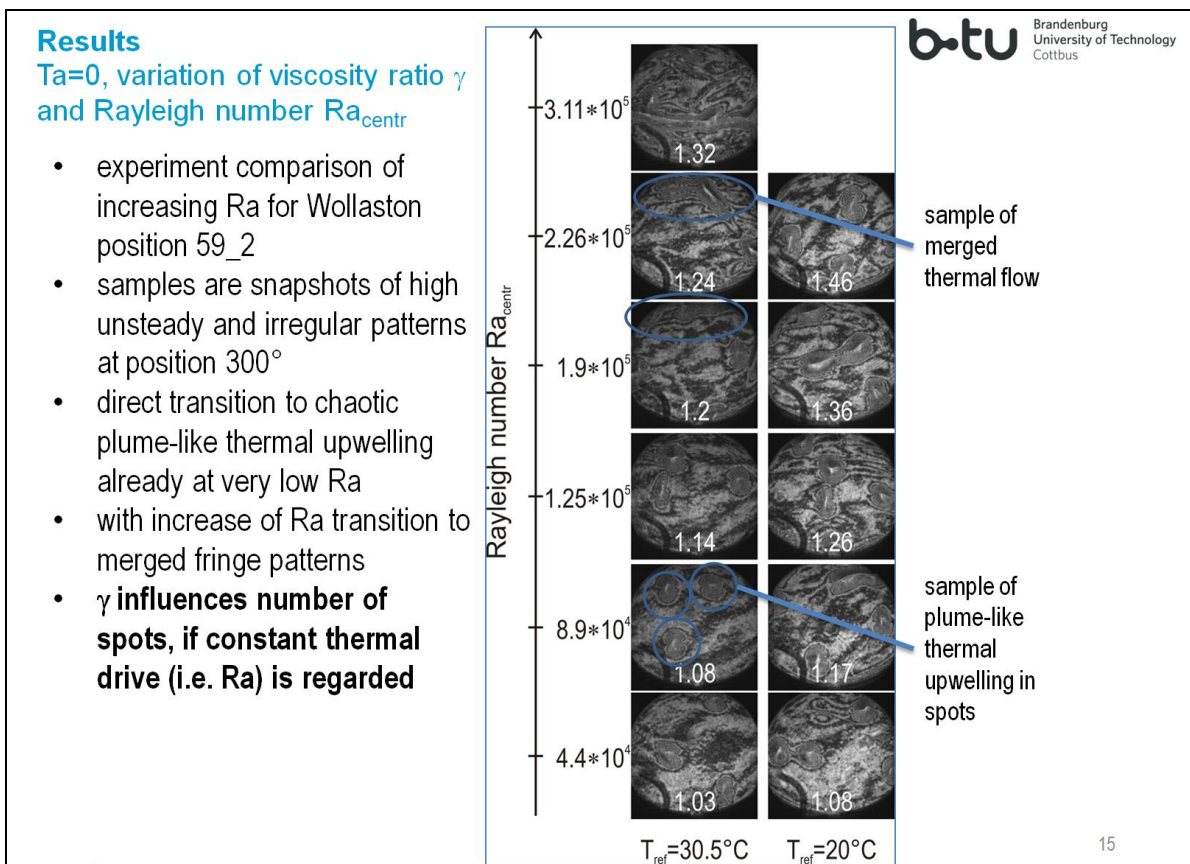
<sup>1</sup> <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/sciences/mvis.asp>

FSL VMU (Video Managing Unit) ergebenden Datenmengen kumulieren sich dabei derart, dass zusätzlich zum Löschen der Bild- und Telemetriedaten ein „GO“ zum Löschen der MVIS-Festplatte eingeführt wurde. Während für die technische Prüfung der Qualität der von der ISS über Italien nach Spanien und dann zum Zuwendungsempfänger in Deutschland transferierten Bild- und Telemetriedaten die im Rahmen der GeoFlow-I Mission entwickelten Skripte genutzt werden, wurde für die Prüfung der MVIS-Daten auf Zeitreihenanalyse und statistische Methoden zurückgegriffen, die einerseits bestätigen, ob alle Daten zur Verfügung stehen. Andererseits ermöglichen diese nun eine Einschätzung der Mikrogravitationsqualität während des Experimentes und damit gegebenenfalls eine Wiederholung von Experimentparametern, die z.B. von so genannten „ISS events“ beeinträchtigt worden sind. Exemplarisch hierfür sind die Berichte „FSL EC GeoFlow II, On-Orbit Microgravity Level during Performance of Run #No...“ (Dokument-Nummern F6-TN-BTU-0041, F6-TN-BTU-0042, F6-TN-BTU-0043, Issue1, Revision0, Date of Issue: 21.01.2012) dem Bericht zugefügt. Zusätzlich wird eine Präsentation zur Verfügung gestellt, die den Stand der Arbeiten hierzu beleuchtet (120122\_GeoFlowII\_MVIS\_data\_analysis.pdf). Die folgende Abbildung zeigt am Beispiel zweier Runs aus dem Bereich ohne Rotation, wie sich z.B. ein „ISS debris manoeuvre“ in den Daten widerspiegelt.



Bestandteil des laufenden Betriebes ist, neben der Experimentdurchführung, der Datendownload (inkl. Datenvalidierung), sowie die Synchronisation der Bilddaten mit den Telemetriedaten in Form einer Datenbank. Für GeoFlow I ist dieser Teil abgeschlossen. Diese Datenbank wird weiterhin genutzt, um GeoFlow I abschließend auszuwerten. Durch eine Weiterentwicklung im Hinblick auf die Gesamtausführung der GeoFlow-Experimentreihe (Performance), ergibt die Datenvalidierung

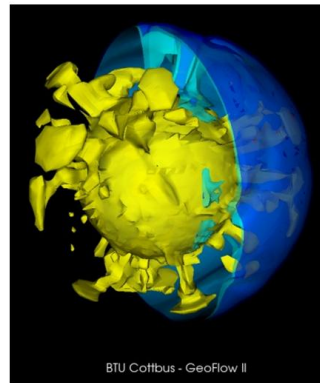
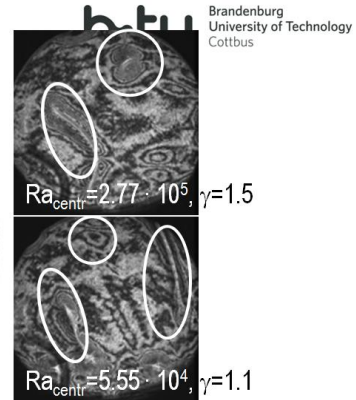
für GeoFlow II derzeit Fehlerquoten von nahezu 0%. Die Synchronisation der GeoFlowII-Daten wird im laufenden Vorhaben parallel zur Experimentdurchführung und dem Datendownload aktuell angepasst, da in den Telemetriedaten zusätzliche Informationen (im Vergleich zu GeoFlow I) enthalten sind, sowie in dieser Mission auch Mikrogravitationsdaten zur Verfügung gestellt werden. Die Datenbank für GeoFlow II steht seit Herbst 2011 im vollen Umfang zur Verfügung. Hier konnten bereits umfangreich erste Auswertungen vorgenommen werden, die auch darin münden, weitere Parameter zu definieren. Auch hierfür wird eine Präsentation zur Verfügung gestellt, die den Stand der Arbeiten in Bezug auf die wissenschaftliche Auswertung im Januar 2012 widerspiegelt (120119\_GeoFlowII\_ExperimentParameterAccomplishedandAdds.pdf). Es ist dabei anzumerken, dass der im Rahmen des laufenden Vorhabens bisher in GeoFlow I genutzte numerische Code (vom Projektpartner Rainer Hollerbach, Universität Leeds zur Verfügung gestellt) im Berichtszeitraum erfolgreich aktuell an die GeoFlow II - Bedingungen angepasst wurde. Seit Herbst 2011 laufen die das Experiment begleitenden numerischen Simulationen. Die folgende Abbildung fasst kurz den Stand der Analysen zusammen und ist der oben erwähnten Präsentation entnommen. Die Analysen basieren auf der Vorwärtsmethode, d.h. aus den numerischen Simulationen wird aus dem Temperaturfeld ein Interferogramm berechnet und die Muster mit den experimentellen Interferogrammen abgeglichen. Im Anschluss daran folgt eine kurze Zusammenfassung zum Stand der Arbeiten für die Rückwärtsmethode.



## Results

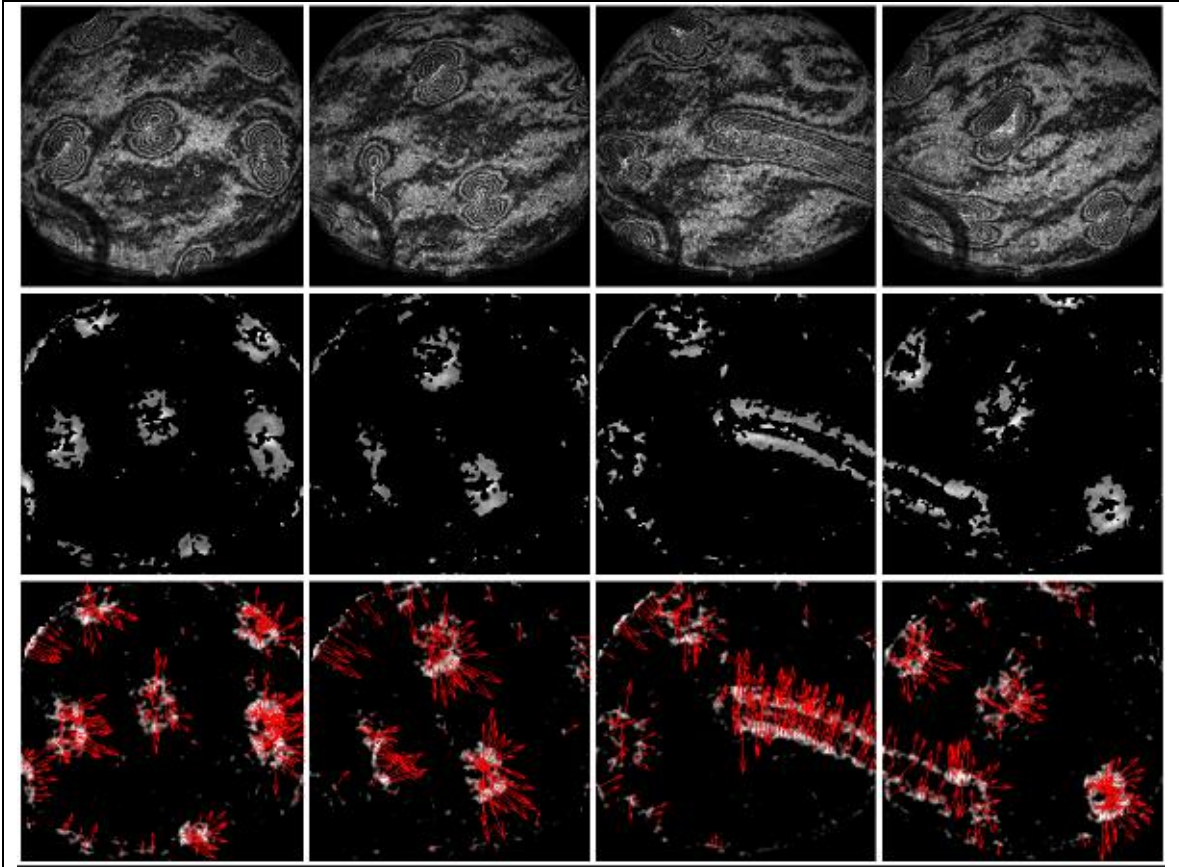
Ta=0, variation of viscosity ratio  $\gamma$  and Rayleigh number  $Ra_{\text{centr}}$

- sample of simulation above transition from steady state to unsteady flow with  $\gamma=1.5$  and  $Ra_{\text{centr}}=5 \cdot 10^5$
- spots of thermal upwelling and merged fringes are co-existing
- aspects comparable with
  - $Ra_{\text{centr,exp}}=5.55 \cdot 10^4$ ,
  - $Ra_{\text{centr,exp}}=2.77 \cdot 10^5$
- numerically simulated internal structure demonstrates highly turbulent and chaotic in the sense that the spacial and temporal plume structure is not predictable



19

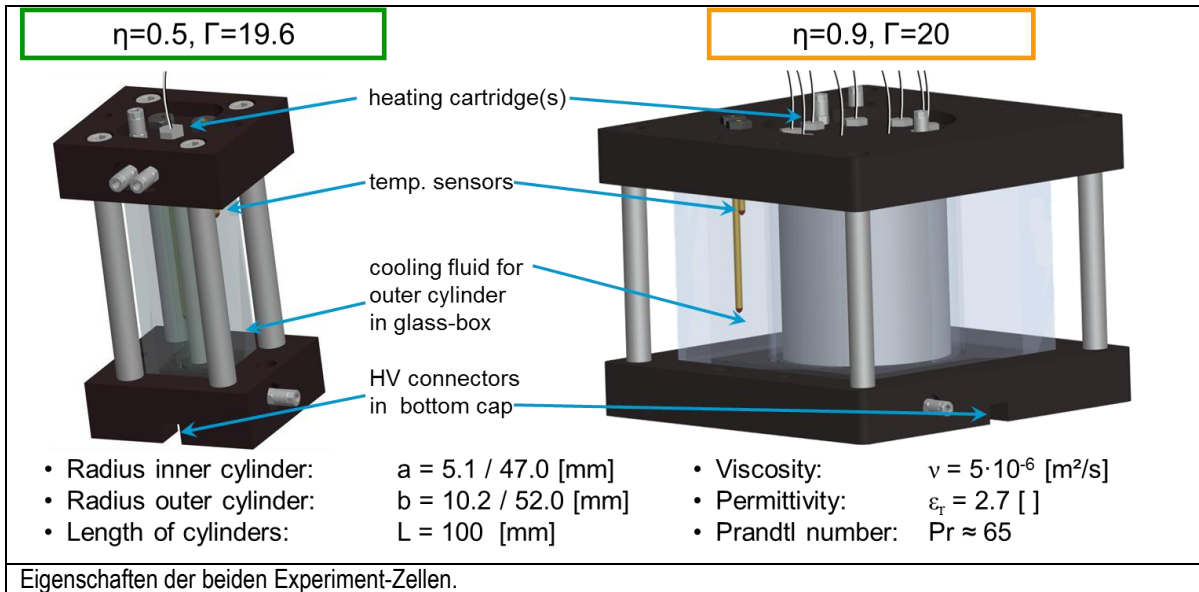
Nach Implementierung der *Abbildungsgleichung*, bei der die Zuordnung Punkt auf der Kugel versus Punkt im Interferometriebild mathematisch beschrieben wird und eine Betrachtung von Ideal- und Realfall (Fehljustierung von  $< 10\text{mm}$ ) möglich sind, wurde im Berichtszeitraum weiter auf die *Identifikation der Streifen und die Abstandsmessung in Richtung der Polarisation* fokussiert. Der Ansatz hierfür besteht darin, eine lokale Frequenzanalyse anzuwenden. Die Orientierung der Streifen kann erfolgreich geschätzt werden. Die Frequenzschätzung wurde mit einem so genannten Kalibrierungsphantom erfolgreich validiert. Derzeit wird sie nun auf die Frequenzen der Geoflow-Bilder qualitativ und quantitativ übertragen. Zur Verbesserung der Frequenzschätzung werden derzeit zwei Verfahren geprüft: a) nach Bigun: Frequenzspezifizierte Gabor-Filter, b) nach Grandlund/Knutsson: Frequenzadaptierte Rauschfilterung. Dies ist Voraussetzung für die Projektion der Frequenzen auf die Interferometrie-Richtung. Die Interferometrie-Richtung selbst kann bereits erfolgreich auf die Bilder projiziert werden. Dabei birgt die erfolgreiche Orientierungsschätzung zusätzlich einen Ausgangspunkt die Interferenzstreifenstrukturen automatisch zu erkennen und ihren Ort und ihre Ausdehnung in Polarkoordinaten zu vermessen (Stichworte hier: verallgemeinerte Hough-Transformierte, Fourierdeskriptoren). Die folgende Darstellung zeigt den Stand der Bildverarbeitung im Hinblick auf die Richtungsschätzung aus den Rohbildern, die auch zu einer signifikanten Rauschreduktion führen.



## 1.2 PFC-CiC

Das für die GeoFlow-Experimentreihe als Auftriebsfeld genutzte elektro-hydrodynamische Kraftfeld findet außerhalb geophysikalisch motivierter Strömungen mögliche technische Anwendungen im Bereich aktiver Strömungskontrolle, die innerhalb dieses Vorhabens unter anderem mit Hilfe von Parabelflug-Experimenten (Parabolic Flight Campaign ‚Convection in a Cylinder‘ **PFC-CiC**) noch weiter untersucht werden. Zentrales Thema dabei ist eine Optimierung von Wärmeaustausch und Wärmetransport in einem Zylinderspalt mit Hilfe elektrischer Kraftfelder.

Kurz vor Beginn des Berichtszeitraums fand im November 2010 eine Parabelflugkampagne statt, deren Ergebnisse im Folgenden kurz vorgestellt werden. Dabei ergänzt der nun vorhandene Aufbau die im Berichtszeitraum 2009 durchgeführte Kampagne zum einen um einen weiteren Experimentzelle (Radienverhältnis  $\eta=0.9$ ). Zum anderen ergeben sich technische Weiterentwicklungen im Hinblick auf die Messtechnik. Die folgende Abbildung zeigt die Darstellung der Experiment-Hardware.

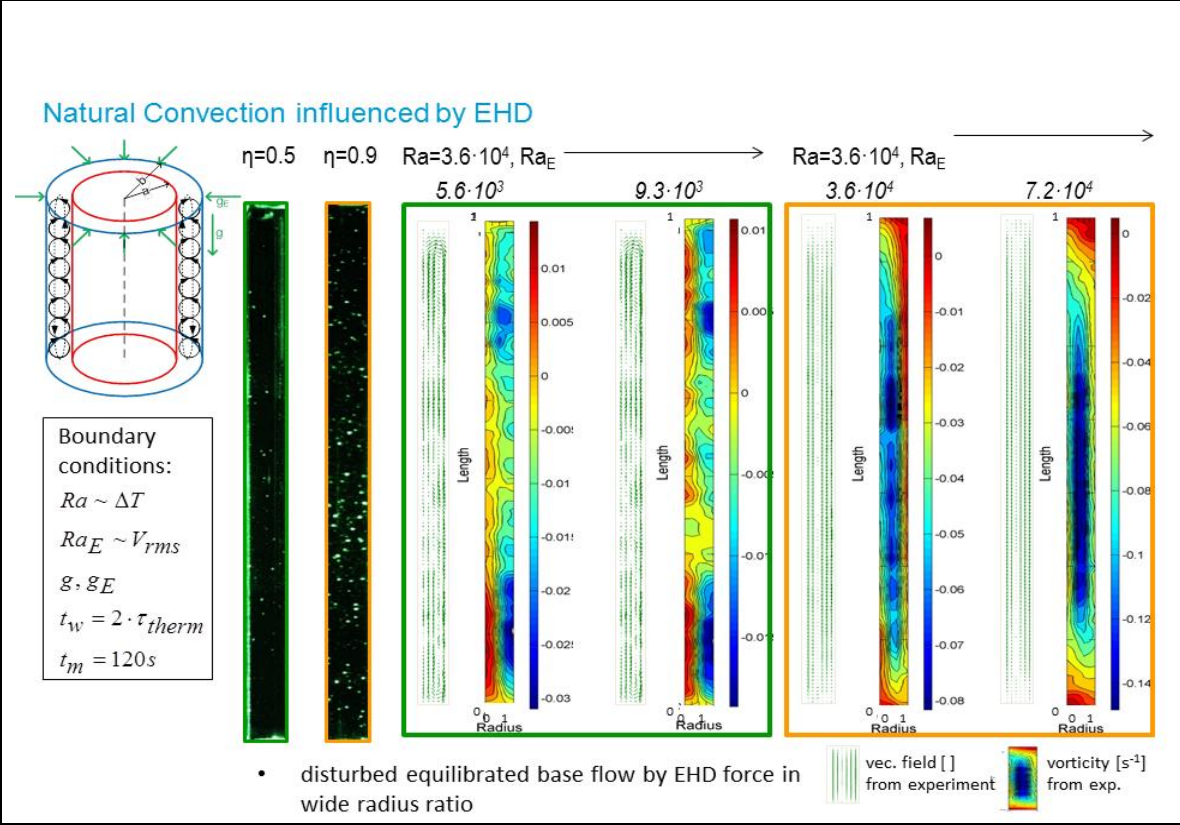
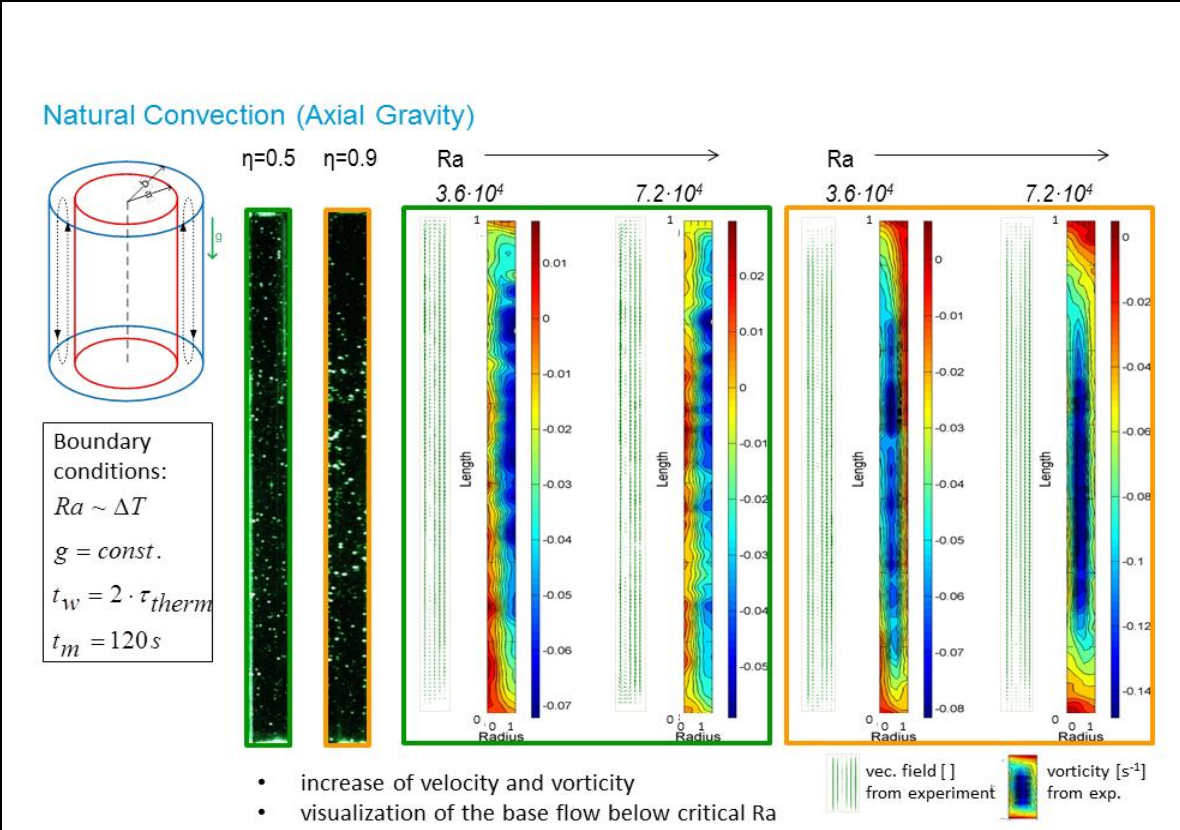


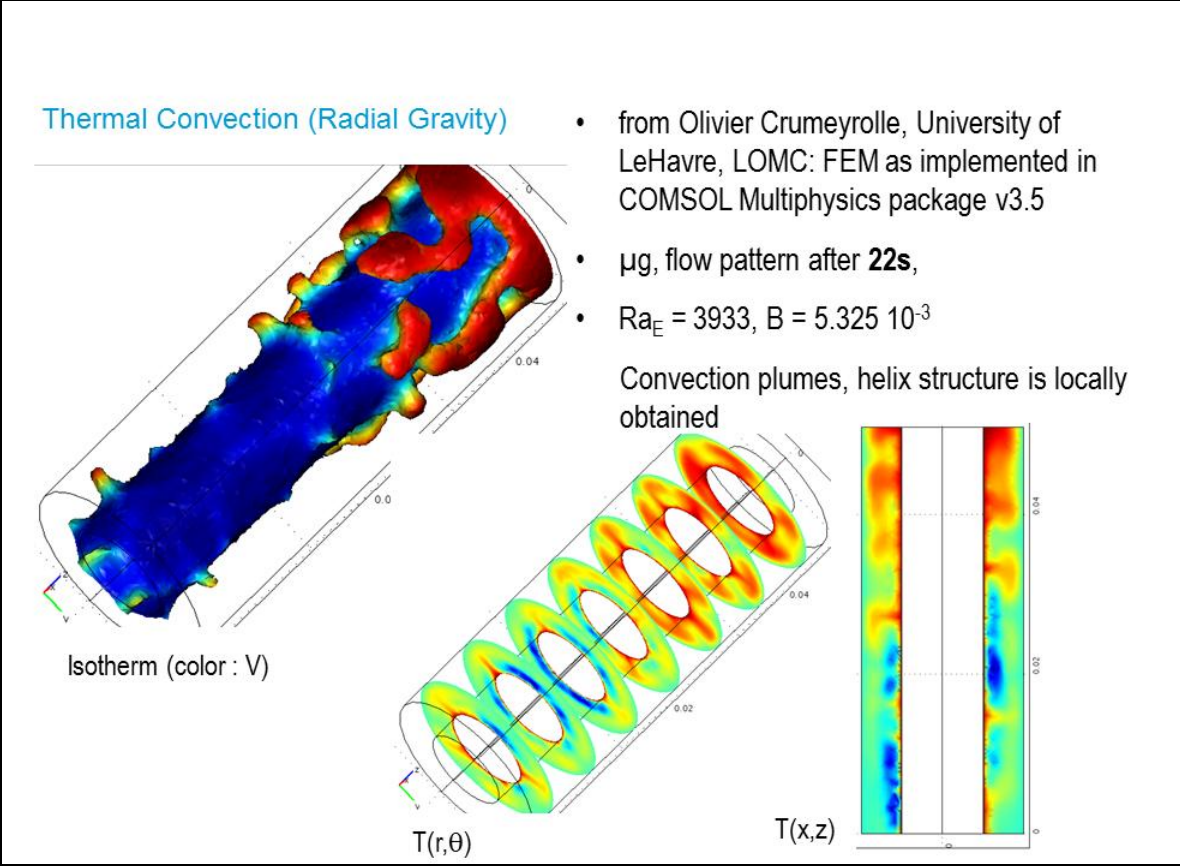
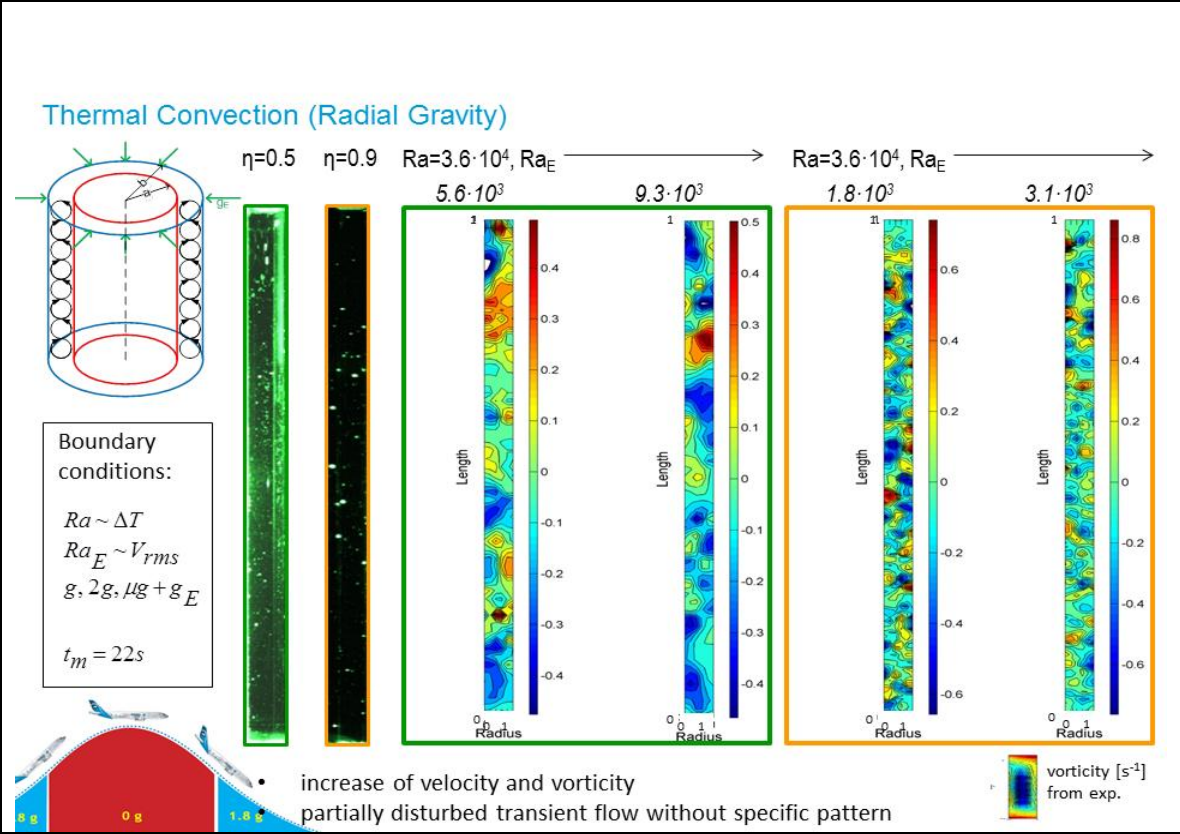
Im Bereich elektro-hydrodynamischer Strömung in vorliegender zylindrischer Geometrie ergeben sich drei Fragestellungen:

1. Natürliche thermische Konvektion bei axialer Gravitation im Labor: Untersuchung der hydrodynamischen Stabilität der Grundströmung in Form einer großräumigen Konvektionszelle.
2. Überlagerung des axialen Gravitationsfeldes mit dem künstlichen radialen Kraftfeld im Labor: Induktion von Instabilitäten/Erhöhung des Wärmetransports.
3. Thermische Konvektion bei elektro-hydrodynamischer Gravitation durch das radiale künstliche Kraftfeld in Mikro-Gravitationsbedingungen  $\mu g$ /Effektivität des elektro-hydrodynamischen Kraftwirkungsprinzips.

Die folgenden Abbildungen zeigen Ergebnisse zu den beschriebenen Aspekten. Die ersten dreidimensionalen numerischen Simulationen von Seiten des französischen Partners bestätigen dabei insbesondere die Interpretation der zweidimensionalen Visualisierungsebenen aus den Experimentdaten.

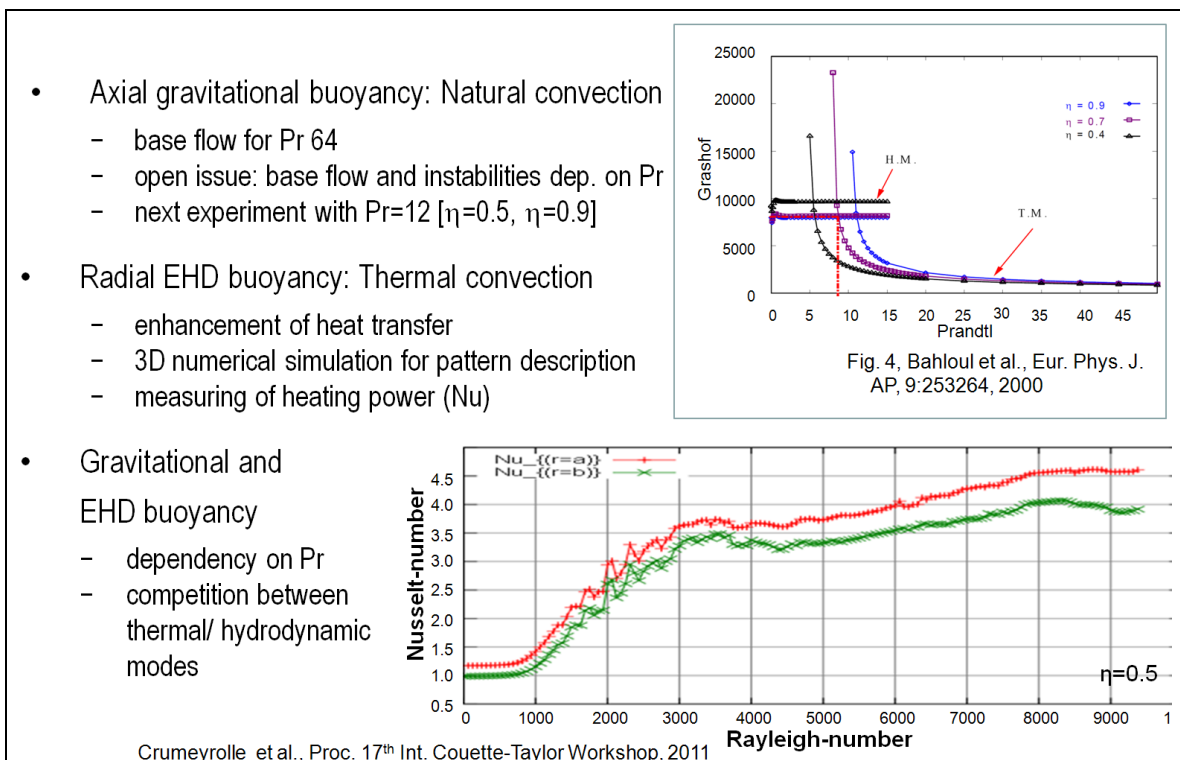








Auf Basis der Ergebnisse der Arbeiten zum Parabelflug 2009 und der sich anschließenden Bodenexperimente in 2010 fokussiert das Parabelflugexperiment 2012 und die damit verbundenen Bodenexperimente (in 2012) auf eine Variation der Viskosität der Flüssigkeit um die Grundströmung und Instabilitäten der Grundströmung in Abhängigkeit der Prandtl-Zahl zu untersuchen. Dabei wurde zunächst eine Spaltweite von  $\eta=0.5$  verwendet. Zusätzlich zur Visualisierung der Strömung wurde im Berichtszeitraum eine Messung der Heizleistung implementiert, um den Wärmetransport auch zu quantifizieren. Die Einbettung dieser Fragestellung in aktuelle Arbeiten zeigt die folgende Darstellung, die auf einem Workshop mit dem französischen Partner in LeHavre iteriert wurde. Die technischen Vorarbeiten für das Parabelflugexperiment 2012 sind im „Experiment Safety Data Package ESDP - Dielectrophoretic flow control of thermal convection in cylindrical geometries“ (Doc. No. ESDP-2011-2\_EN) zusammengefasst und dem Bericht beigelegt.



### 1.3 Koordination mit Projektpartnern

Der wissenschaftliche Austausch mit den ESA-AO-Partnern und dem Topical Team wurde u.a. in Form von gemeinsamen Treffen/Workshops realisiert.

Im Frühjahr des Berichtszeitraumes fand ein Topical Team Treffen in Cottbus statt:

---

**Programme for the ESA Topical Team-meeting on Geoflow  
BTU Cottbus, Fluid-Center, Laboratory Hall 3D**

**3./4. March 2011**

**Thursday, 3. March:**

- 13:00 Introduction to Geoflow  
(Prof. Christoph Egbers, BTU)
- 13:30 Results and summary from Geoflow 1  
(Dr. Birgit Futter, M.Sc. Sandy Koch, BTU)  
Analysis and outcome of Geoflow 1 mission
- 14:00 Symmetry breaking bifurcations of central forced and heated convection in  
Geoflow 1  
(Dr. Fred Feudel, University of Potsdam, Prof. Laurette Tuckerman, ESPCI,  
Paris)
- 15:00 Coffee break
- 15:30 Preparation and actual status of Geoflow 2  
(Prof. Egbers and Geoflow Team, BTU)  
Scientific Model  
Parameter space (Matrix)  
Experiment programme on orbit / Time schedule
- 16:00 Numerical simulations for Geoflow 2  
(Prof. Doris Breuer, DLR, Berlin; Dr. Birgit Futterer, Dr. Florian Zaussinger, BTU)
- 16:45 How to obtain the temperature from interferometry fringe pattern  
(Dr. Andreas Krebs, BTU)
- 17:00 Actual informations from ESA on Geoflow mission  
Out-come from Geoflow 2 Challenge (process is running)  
(Dr. Olivier Minster, Dr. Stefano Mazzoni, ESA)
- 17:30 Preparation of 3 years ESA scientific report  
(Prof. Christoph Egbers, BTU and TT-Team)
- 18:00 Discussion
- 19:00 Dinner at "Klosterkeller"

**Friday, 4. March:**

- 09:00 Results from Parabolic flights in cylindrical geometries  
Numerical simulation of flow control in concentric cylinders heated from within  
(Prof. Mutabazi, Dr. Olivier Crumeyrolle, University of LeHavre)  
Parabolic flight experiments on flow control in concentric cylinders heated from  
within (M.Sc. Norman Dahley, BTU)
  - 10:00 Scientific topics for Geoflow 3  
(Prof. Christoph Egbers, BTU)  
Models for planetary atmospheres  
(Prof. Tilman Spohn, DLR, Berlin)  
Convection in spherical shells with differential heating  
(Prof. Andreas Tilgner, Univ. of Göttingen)  
Hardware aspects  
(TT Team and Dr. Gerold Picker, EADS, Astrium, Friedrichshafen)
  - 11:30 Discussion
  - 12:30 Lunch
  - 14:00 Departure/ alternative: Lab-Tour on rotating fluids experiments
-

Für die Code-Weiterentwicklung wurde ein bilaterales Treffen zwischen Florian Zaussinger, BTU und Rainer Hollerbach, Gastprofessur ETH Zürich in Zürich durchgeführt (05.-08.07.2011).

Im Rahmen der Kooperation mit den Projektpartner in LeHavre, Frankreich, wurde der wissenschaftliche Austausch über den Deutschen Akademischen Austauschdienst DAAD durch das Förderinstrument PROCOPE (Projektbezogener Personenaustausch mit Frankreich/Programme de Coopération Scientifique) zum Thema „Dielektrophoretische Strömungskontrolle thermischer Konvektion in Zylindergeometrie“ intensiviert. Die folgende kurze Beschreibung ist aus dem hierfür eingereichten Sachbericht 2011 entnommen und listet die Tätigkeiten, die insgesamt dem Thema zuzuordnen sind:

- Durchführung von Laborexperimenten (Konvektion im Zylinderspalt unter Einfluss eines künstlichen Kraftfeldes) und
- Vorbereitung eines weiteren Parabelflugexperimentes (elektrohydrodynamische Konvektion im Zylinderspalt unter Mikrogravitationsbedingungen), Flug Februar 2012
- Durchführung von komplementären numerischen Computersimulationen durch die französischen Partner
- Tagungsteilnahmen: 13. European Turbulence Conference ETC, 12.-15. September 2011; Warsaw, Poland, 3rd Micro and Nano Flow Conference, Thessaloniki, Greece, 2011
- Nutzung des Personen-Austauschs im Rahmen von mehreren Treffen:
  1. Austausch nach LeHavre: April 2011, Juni/Juli 2011, November 2011;
  2. Austausch nach Cottbus: Mai 2011, November/Dezember 2011

Für die Vorbereitung der Mission wurde ein Treffen in Madrid vom 12.-13. Januar 2011 durchgeführt mit folgenden Beiträgen realisiert:

---

**GEOFLOW Ops and Science Meeting @ E-USOC (12/13 January 2011)  
Final Agenda**

DAY 1, start at 9:30

- 1- GeoFlow overview (status/planning)
- 2- GEOFLOW-1 history
- 3- Hardware status (including status on open SPRs, NCRs)
  - a. FSL EM & FM
  - b. GEOFLOW-2 EM & FM
  - c. Schedule
  - d. Engineering support for FSL/GeoFlow2
  - e. Infrastructure (E-USOC and MARS)
- 4- Operations readiness
- 5- Operation concept (MOIC)
  - a. The basics; flowchart(s)
  - b. E-USOC/MARS/GEOFLOW-2 PI interfaces, including dataflow
  - c. What-if scenarios
  - d. Response to system anomalies

DAY 2, start at 9:30

- 5- Operation concept (MOIC) (Continuation)

- 6- EP Thermal Control: Science impact/Operational constraints
  - a. Test during last familiarization session
- 7- Optical configuration improvement
  - b. Tests during last familiarization session
- 8- Flexibility in the calendar; possibility to perform some additional runs with the Wollaston prism in position 1.
- 9- Science analysis on the 2 positions of the Wollaston prism.
- 10- Agreement on the final sequence of runs (matrix with the scientific parameters)
- 11- Meeting wrap up

Tour of E-USOC Control Room if time available

## 2 Vergleich des Standes des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgaben-/Kostenplanung.

GeoFlow I war in einem Zeitraum von Februar 2008 bis März 2009 auf der Internationalen Raumstation (Experimentbetrieb Juli 2008 bis Januar 2009) erfolgreich in Betrieb. Die wissenschaftliche Bewertung ist nahezu abgeschlossen. Die Bildverarbeitungsmethoden, die für GeoFlow II entwickelt werden, sollen auf stark zeitabhängige Strömungsbereiche übertragen werden.

GeoFlow II ist mit dem ESA Automatic Transfer Vehicle ATV „Johannes Kepler“ zur ISS transportiert worden. Der für den Berichtszeitraum 2010 für den 18. November 2010 geplante Start wurde auf den 16. Februar 2011 verschoben und durchgeführt. Damit verschoben sich insgesamt die Experimentdurchführung und der Datendownload, sowie die Auswertung und Interpretation. Auf Basis des Jahresberichts 2008 und 2009, sowie der Aufstockungsanträge vom 24.06.2009 und vom 18.09.2010 enthält die folgende Tabelle die wesentlichen Eckdaten der Planung für die relevanten Quartale des Gesamt-Projektzeitraums. Für die Parabelflugaktivitäten ergeben sich keine Änderungen.

Aufgabenbeschreibung	Gesamtprojektzeitraum (Stand 27.03.2012)															
	I 09	II 09	III 09	IV 09	I 10	II 10	III 10	IV 10	I 11	II 11	III 11	IV 11	I 12	II 12	III 12	IV 12
<b>GeoFlow I/II</b>																
GeoFlow I Experimentdurchführung	X															
Rückkehr	X															
Refurbishment		X	X	X	X	X	X	X								
GeoFlow II Start									X							
Experimentdurchführung										X	X	X	X	X	X	X
Wissenschaftliche Auswertung/Berichterstattung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Topical Team Treffen</b>						X			X				X			
<b>PFC-CiC</b>																
Design/Konstruktion/Fertigung					X	X	X				X	X	X			
Inbetriebnahme	X	X				X	X					X	X			
Sicherheitsscheck	X	X					X	X					X			
Parabelflugkampagne		X	X				X	X					X			
Wissenschaftliche Auswertung/Berichterstattung			X					X	X	X	X	X	X	X	X	X

Eine zusätzliche Planungshilfe stellen die folgenden Tabellen mit einem Balkenplan und dem Zeitablauf des Vorhabens für den Berichtszeitraum dar, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Arbeitspaketen:

## 2.1 GeoFlow II

Aufgabenbeschreibung	01/11	02/11	03/11	04/11	05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11	11/11	12/11
<b>GeoFlow II – Experiment</b>												
Vorbereitungen der Mission in Kooperation mit EADS Astrium, MARS, E-USOC Start	X	X										
Experimentdurchführung			X				X	X	X	X	X	X
Validierung der Runs (Datendownload, Datenbank, Mikrogravitationsmessungen)							X	X	X	X	X	X
Numerische Simulationen (teilweise durch Projektpartner in Berlin)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Publikation der Ergebnisse (Präsentation auf Tagungen, Veröffentlichung in Zeitschriften)		X	X	X	X	X	X		X		X	X
Wissenschaftliche-Technische Bewertung/Berichterstattung (auch Experiment Scientific Requirements Document ESR GeoFlow II)	X	X	X		X	X	X			X	X	X
<b>Topical Team Treffen</b>			X									

## 2.2 PFC-CIC

Aufgabenbeschreibung	01/11	02/11	03/11	04/11	05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11	11/11	12/11
<b>PFC-CIC</b>												
Konstruktion und Fertigung						X	X	X	X	X	X	
Qualifikation						X	X	X	X	X	X	X
Sicherheitsscheck												X
Flugvorbereitung											X	X
Parabelflugkampagne												
Datenauswertung/Interpretation	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Bodenexperimente			X	X	X	X				X	X	X
Numerische Simulationen (durch den franz. Partner)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Publikation der Ergebnisse				X	X	X	X	X	X			X
Wissenschaftliche Bewertung/Berichterstattung			X	X							X	X

### 3 Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Ausgaben-/Kostenzeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Die im Erstantrag, im Aufstockungsantrag 2008, 2009 und 2011 beschriebenen wirtschaftlichen und wissenschaftlich und/oder technischen Erfolgsaussichten sind unverändert. Aufgrund der oben ausführlich dokumentierten Ergebnisse werden die Ziele weiterhin als sehr gut erreichbar eingeschätzt. Eine Änderung erfolgte nicht.

### 4 Sind inzwischen von dritter Seite FE-Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind (auch Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 6.1 NKBF 98)?

Es sind keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt, die Einfluss auf die Durchführung des Projekts haben.

## 5 Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

In der allgemeinen Zielsetzung des Vorhabens sind keine Änderungen notwendig.

## 6 Fortschreibung des Verwertungsplans

### 6.1 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom ZE oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie ggf. auch deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten.

Es wurden keine Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen gemacht/vorgenommen. Schutzrechte wurden vom ZE nicht erteilt oder in Anspruch genommen.

### 6.2 Evtl. wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen / Anwenderindustrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt).

Die in diesem Projekt definierten Erfolgsziele sind in Bezug auf das Raumstationsexperiment auf Grundlagenforschung im Bereich der experimentellen und numerischen Strömungsmechanik ausgerichtet. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten stehen demzufolge naturgemäß zunächst nicht unbedingt im Vordergrund. Die Ergebnisse der Experimente und auch die Kalibrierung/Verbesserung der numerischen Codes durch die Verifizierung der numerischen Rechnungen mit experimentellen Ergebnissen können jedoch zukünftigen wirtschaftlichen Projekten bzw. wissenschaftlich-wirtschaftlichen Gemeinschaftsprojekten dienen.

In Bezug auf das Parabelflug-Experiment sollen die Untersuchungen zur Realisierung der technischen Nutzung des Kraftfeldes (z.B. in Wärmeaustauschersystemen für die Energietechnik sowie Mikropumpen und Dosiersysteme für die Biotechnologie und Pharmazie) einen Schritt in Richtung wirtschaftlicher Verwertbarkeit ermöglichen.

### 6.3 Evtl. wissenschaftliche und / oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für weitere öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen.

Als Stichworte seien an dieser Stelle die strömungsmechanische Untersuchung auf dynamische und strukturbildende Mechanismen bei der Transition in chaotische bzw. turbulente Strömungen genannt. Die wissenschaftlich/technologischen Resultate aus der Numerik sowie aus dem Mikrogravitationsexperiment werden - in guter Tradition des ZE - auf nationalen und internationalen Tagungen und Workshops vorgetragen sowie in einschlägigen Fachzeitschriften publiziert.

Die Verwendung von Daten zur Einschätzung der Mikrogravitation aus dem FSL MVIS-System und die Entwicklung von Analysetools wird auch von Seiten der ESA als neuartig und sehr hochwertig eingeschätzt. Es wird angestrebt auch hier entsprechende Publikationen zu erarbeiten und die Erfahrungen anderer Experimentatoren im COLUMBUS Modul und im FSL zur Verfügung zu stellen.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen zur elektrohydrodynamischen Theorie und der damit verbundenen Möglichkeit zur künstlichen Krafterzeugung unter  $\mu\text{g}$ -Bedingungen wird insbesondere

ein Beitrag für mögliche technische Anwendungen unter Erdbedingungen geleistet, z.B. für Mikropumpensysteme, Dosiersysteme, Wärmetauscher- und Abscheidersysteme. Die in der Parabelflugkampagne untersuchte Instabilität erhöht künstlich den Wärmefluss innerhalb der Zylinderspaltströmung. Eine Erhöhung des Wärmeflusses unter Mikrogravitation ist häufig erwünscht. Weiterentwicklungen zur Anwendung im Bereich der Kühlung und des Wärmetransportes unter Mikrogravitation könnten nach einem erfolgreichen Parabelflug-Experiment möglich sein.

Der Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse geschieht im Wesentlichen durch Publikationen bzw. Konferenzbeiträge (national und international) sowie durch regelmäßige Projektbesprechungen der Kooperationspartner. Im Folgenden sind die im Berichtszeitraum erfolgten Veröffentlichungen gelistet.

### 6.3.1 Im Berichtszeitraum erfolgte Veröffentlichungen

#### Zeitschriften

- B. Futterer, N. Dahley, S. Koch, N. Scurtu, C. Egbers: From GeoFlow I to II - fluid physics experiments on-board ISS for modeling convection phenomena in Earth's outer core and mantle with isoviscous and temperature-dependent viscous behaviour, In: Acta Astronautica, 71 (2012), S. 11-19
- F. Feudel, K. Bergemann, L. Tuckerman, C. Egbers, B. Futterer, M. Gellert, R. Hollerbach: Convection patterns in a spherical fluid shell, In: Phys. Rev. E, 83 (2011), 046304 (8pp)

#### Veröffentlichungen in Tagungsbänden und Vorträge / Poster

- Futterer, B.; Zaussinger, F.; Krebs, A.; Egbers, C.:  
Non-linear effects and associated instabilities in spherical Rayleigh-Bénard experiments with variation of the viscosity contrast.  
FOR 1182 Workshop 2011, Dynamics of Coherent Structures in Turbulent Flows, Bad Dürkheim, September 19-21, 2011
- Koch, S.; Harlander, U.; Hollerbach, R.; Egbers, Ch.:  
Laboratory experiment and numerical simulations of inertial wave-interactions in a rotating spherical shell.  
13. European Turbulence Conference ETC, 12.-15. September 2011, Warsaw, Poland  
in: **J. Phys.: Conf. Ser. 318 082022**
- Dahley, N.; Crumeyrolle, O.; Futterer, B.; Egbers, C., Mutabazi, I.:  
Parabolic flight experiment 'Convection in a Cylinder' - Convection patterns in different buoyancy forces.  
13th European Turbulence Conference, 12-15 September 2011, Warsaw, Poland  
in: **J. Phys.: Conf. Ser. 318 082003**
- Futterer, B.; Koch, S.; Egbers, C.:  
Traveling waves in low and intermediate rotating spherical shell convection.  
13th European Turbulence Conference, 12-15 September 2011, Warsaw, Poland  
in: **J. Phys.: Conf. Ser. 318 082006**
- Zaussinger, F.; Plesa, A.-C.; Futterer, B.; Breuer, D.; Egbers, C.:  
Two numerical methods to simulate flows with temperature-dependent viscosity in the

spherical shell.

12th International Workshop on Modeling of Mantle Convection and Lithospheric Dynamics, 20.-25. Aug. 2011, Groß Dölln, Germany

- Dahley, N.; Futterer, B.; Egbers, C.:  
Active control of convection in different buoyancy forces.  
3rd Micro and Nano Flows Conference Thessaloniki, Greece, 22-24 August 2011  
in: **Brunel University Press, 2011, Hrsg.: T. Karayiannis, M. Collins, ISBN: 978-1-9023169-8-7**
- Futterer, B.; Zaussinger, F.; Koch, S.; Krebs, A.; Egbers, Ch.:  
Nonlinear effects and associated instabilities in iso-viscous and temperature-dependent viscous thermal convection in spherical shells, the geophysical flow simulation experiment integrated in Fluid Science Laboratory.  
17th International Couette-Taylor Workshop, Leeds, UK, July 25-25, 2011
- Crumeyrolle, O.; Smieszek, M.; Mutabazi, I.; Egbers, Ch.:  
Dielectrophoretic instabilities in annular configurations.  
17th International Couette-Taylor Workshop, Leeds, UK, July 25-25, 2011
- Koch, S.; Harlander, U.; Hollerbach, R.; Egbers, Ch.:  
Laboratory experiment and numerical simulations of inertial wave interactions in a rotating spherical shell.  
17th International Couette-Taylor Workshop, Leeds, UK, July 25-25, 2011
- Futterer, B.; Dahley, N.; Koch, S.; Scurtu, N.; Egbers, C.; Chossat, P.; Hollerbach, R.; Beltrame, B.; Breuer, D.; Feudel, F.; Mutabazi, I.; Tuckerman, L.:  
From isoviscous to temperature-dependent viscous flow within the fluid physics ISS COLUMBUS laboratory experiment 'GeoFlow'.  
4th International Symposium on Physical Sciences in Space (ISPS-4), July 11-15 2011, Bonn, Germany
- Futterer, B.; Zaussinger, F.; Egbers, C.; Scurtu, N.:  
Variation of viscosity contrast for convection experiments in spherical shells as part of geophysical flow simulation experiment 'GeoFlow II'.  
Geophysical Research Abstracts, (EGU) 8th General Assembly, Vol. 13, EGU2011-5562, 2011
- Koch, S.; Harlander, U.; Hollerbach, R.; Egbers, Ch.:  
Laboratory experiment of inertial wave-interactions in a rotating spherical shell.  
Geophysical Research Abstracts, (EGU) 8th General Assembly, Vol. 13, EGU2011-7984, 2011
- Zaussinger, F.:  
Semiconduction  
Geophysical Research Abstracts, (EGU) 8th General Assembly, Vol. 13, EGU2011-2590, 2011

### Eingeladene Vorträge

1. B. Futterer: Hydrodynamic stability and transition in spherical systems with effects of rotation and thermoviscosity, Wissenschaftlicher Vortrag im Rahmen Berufungsvortrag für Professur (W1) für Strömungsmechanik, 15. November 2011, Leibniz Universität Hannover



2. C. Egbers: Reflight activities for Geoflow-like experiments (Geoflow III): Model of planetary atmospheres ESA Physical Science Working Group PSWG meeting, 02. Sept. 2011, Nordwijk, NL
3. Futterer and C. Egbers: Nonlinear effects and associated instabilities in nonmagnetic geophysical laboratory experiments using the example of the ISS experiment GeoFlow, Geophysikalisches Seminar 3. Mai 2011, Geophysikalisches Institut, Georg August Universität Göttingen
4. Koch, S.; Harlander, U.; Hollerbach, R.; Egbers, Ch.:  
Laboratory experiments of inertial waves in containers rotating with time modulation. Ecole de Physique des Houches, 'Geophysical and Astrophysical Internal Waves', 2011, organized by Thierry Dauxois and Thomas Peacock

### 6.3.2 Im Berichtszeitraum durchgeführte Reisen

#### Auflistung der Auslandsdienstreisen 2011 zum Vorhaben 50WM0822

Reisender	Reiseziel	Datum	Reisezweck
Prof. Christoph Egbers	Madrid	11.01.2011 bis 13.01.2011	Geoflow Testkampagne
Dipl.-Ing. Andreas Stöckert	Madrid	11.01.2011 bis 13.01.2011	Geoflow Testkampagne
Dr. Florian Zaussinger	Wien	05.04.2011 bis 10.04.2011	EGU Tagung
Prof. Christoph Egbers	Leeds	25.07.2011 bis 27.07.2011	17th International Couette-Taylor Workshop

#### Auflistung der Inlandsdienstreisen 2011 zum Vorhaben 50WM0822

Reisender	Reiseziel	Datum	Reisezweck
Prof. Christoph Egbers	Berlin	19.01.2011	Parlamentarischer Abend Raumfahrt
Prof. Christoph Egbers	Köln/Bonn	23.03.2011 bis 24.03.2011	10 Jahre FuW auf ISS
B. Eng. Steffen Fischer	Dresden	19.04.2011	Weiterbildung Labview
Prof. Christoph Egbers	Friedrichshafen	20.07.2011 bis 22.07.2011	Kooperationsgespräche Geoflow
B. Eng. Robin Stöbel	Berlin	16.11.2011	Flugtauglichkeitsuntersuchung Parabelflug
B. Eng. Steffen Fischer	Berlin	16.11.2011	Flugtauglichkeitsuntersuchung Parabelflug
M. Sc. Norman Dahley	Berlin	16.11.2011	Flugtauglichkeitsuntersuchung Parabelflug
Benjamin Richter	Berlin	16.11.2011	Flugtauglichkeitsuntersuchung Parabelflug

---

## **7 Evtl. wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der FuE-Ergebnisse.**

Die wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit ist gegenüber dem Erstantrag unverändert.

Wesentlich für die Durchführung der Raumstationsexperimente ist das so genannte *Experiment Scientific Requirements* Dokument, GeoFlow II gilt die Dokument-Nummer SCI-ESA-HSF-ESR-GEOFLOW II). Im Berichtszeitraum 2008 wurde die erste Ausgabe erarbeitet, im Berichtszeitraum 2009 wurde dieses Dokument von Seiten der ESA auf allen Ebenen genehmigt. Im Berichtszeitraum 2010 wurde das ESR mit Anpassungen an die Hardware und die bevorstehenden Mission überarbeitet und am 4. Juni 2010 von Seiten des ZE unterzeichnet. Im Berichtszeitraum 2011 wurde das ESR für die unmittelbar bevorstehende Mission im März 2011 in einer überarbeiteten Version von allen Seiten genehmigt. Dabei ergaben sich wesentliche Aspekte in Bezug auf die Durchführung der Experimente mit der Schlierentechnik (die vollständig aus dem ESR herausgenommen wurde) und in Bezug auf die Festlegung von so genannten „mandatory“ und „desired runs“. Die aktuelle Version des ESR ist dem Bericht beigelegt.

Im sich anschließenden Berichtszeitraum 2012 wurde ein erstes Topical Team Treffen durchgeführt (22.-23. März 2012), das als einen Fokus die Präsentation der ersten Ergebnisse in GeoFlow II und die darauf aufbauende Planung weiterer Experimentparameter hatte. Im Rahmen dieses Treffens wurde von Seiten des ESA „Project Scientists“ Stefano Mazzoni und dem ESA „Mission Science Officer“ Eric Istasse diese so genannte GeoFlow IIb Mission für den Zeitraum 2012 bestätigt. Diese Planung wird aktuell in das „Experiment Scientific Requirements Document“ ESR als Issue 4 implementiert.

Im Rahmen der 3-Jahres-Begutachtung des Projektes durch das „ESA Programme Board for Human Spaceflight, Microgravity and Exploration in Life Sciences or in Physical Sciences“ wird derzeit eine so genannte GeoFlow III Phase geprüft. Das „Proposal“ für GeoFlow III wurde im Rahmen des Berichtes vorgestellt. Der Bericht ist dem Jahresbericht beigelegt. Als zweiten Fokus hatte das TT Treffen daher auch die Festlegung der möglichen wissenschaftlichen Fragestellungen, aus denen sich zum einen Experimentmodifikationen und zum anderen dann Parametervariationen ergeben. Im Rahmen dieses Treffens wurde dem ZE auch der Begutachtungsbescheid übermittelt, der insgesamt sehr positiv die Missionen GeoFlow I und II bewertet und sich auch im Prinzip für eine GeoFlow III Mission ausspricht. Der Bescheid ist diesem Bericht beigelegt.

Das Zylinderspalt-Experiment im Rahmen einer Parabelflugkampagne dient der Evaluierung technischer Anwendungen. Hiermit wird die Möglichkeit geschaffen, Technologie und Wirtschaft im Sinne des Technologietransfers (zwischen FuE und Produktion) in einem ersten Schritt zu verknüpfen.