

U2-0046



Technischer Bericht

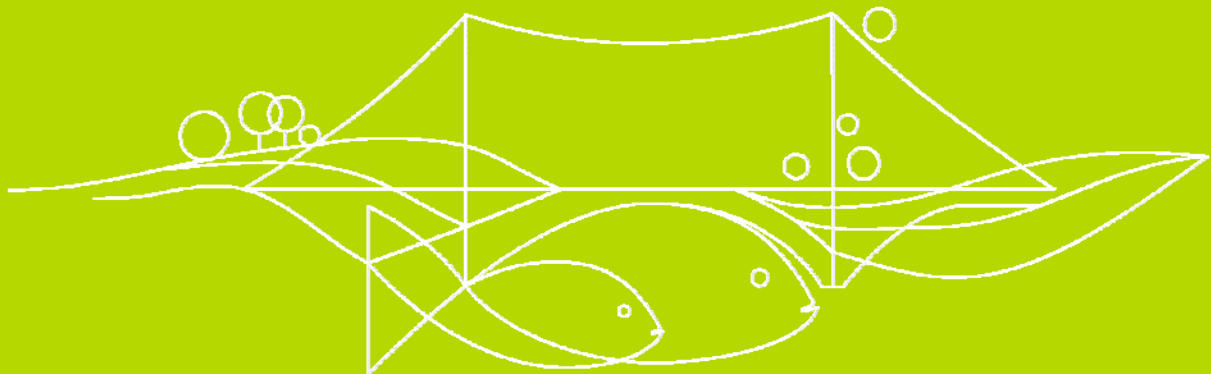
Galileo Group Inc., Michael Frank

November 2010



Multitemporale Erfassung von gestörten
Röhrichtflächen im Deichvorland der Tideelbe für die
Vegetationsperiode 2010 mittels eines hyperspektralen,
flugzeuggestützten Sensors

Erstellt im Auftrag der
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Referat U2, Ökologische Wirkungszusammenhänge
Koordinator: Maike Heuner





Applied Hyperspectral Imaging Services

Projektname: SPARROW

Multitemporale Erfassung von gestörten Röhrichtflächen im Deichvorland der Tideelbe für die Vegetationsperiode 2010 mittels eines hyperspektralen, flugzeuggestützten Sensors.

Abschlussbericht

Anlass:

Im Rahmen des KLIWAS-Projektes 3.09 „Änderung der Vorlandvegetation und ihrer Funktionen in Ästuaren sowie Anpassungsoptionen für die Unterhaltung“ (www.kliwas.de) wurden multitemporale, hyperspektrale Luftbilderfassungen ausgewählter störungsempfindlicher Flächen im Deichvorland durchgeführt. Die Daten sollen Aufschluss über saisonale Vegetationsentwicklung nach Störungsereignissen geben. Die daraus gewonnen Erkenntnisse liefern einen Beitrag für ein besseres Verständnis der Ästuarökologie. Das wiederum findet Eingang in die Handlungsempfehlungen für ein klimaangepasstes Vorlandmanagement.

Die multitemporalen Hyperspektraldaten wurden im Mai, August und Oktober 2010 von der Firma Galileo Group, Inc aufgenommen.

1. Befliegung am 20. Mai 2010
2. Befliegung am 06. und 07. August 2010
3. Befliegung am 09. Oktober 2010

Sensor:

Die Gebiete wurden mit dem AISA Eagle Hyperspektralsensor (400-1000nm, 122 spektrale Kanäle, 5 FWHM) befliegen.

- Seriennummer 100026 (Mai & August)
- Seriennummer 110014 (Oktober)

Aufnahmebedingungen:

- Mai
 - o Aufgrund anhaltender schlechter Wetterverhältnisse wurde die Überfliegung bei einer geschlossenen Wolkendecke durchgeführt.
 - o Sonnenstand: 46-51 Grad
 - o Sicht: 20 km
 - o Lagegenauigkeit: 0.19 – 0.24 Pixel RMSE
 - o Wasserstand: -1.0m bis -1.2m (NN)
- August
 - o Ideales Wetter
 - o Sonnenstand 32-35 Grad
 - o Sicht: 40 km
 - o Lagegenauigkeit: 0.20 - 0.23 Pixel RMSE
 - o Wasserstand: -0.4m bis -1.2m (NN)
- Oktober
 - o Ideales Wetter
 - o Sonnenstand 27-30 Grad
 - o Sicht 30 km
 - o Lagegenauigkeit: 0.20 - 0.22 Pixel RMSE
 - o Wasserstand: -0.4m bis -1.2m (NN)

Daten:

Alle Daten wurden radiometrisch, atmosphärisch und geometrisch korrigiert und einer Qualitätskontrolle unterzogen. Die Daten wurden mittels der ASD Spektrometermessungen vom Mai 2010 zu Reflektanzwerten umgerechnet.

Die Daten entsprechen den QS-Massnahmen der AdV-DOP.

Bitte beachten:

- **Alle Bilddaten sind in ENVI Format *.dat und TIFF Format *.tif (nur RGB)**
- **Alle Vektordaten sind in ENVI Format und Shapefile Format**
- **Die Projektion ist ETRS_1989_UTM_Zone_32N_8st**
- **Um die Projektion in ENVI darzustellen zu können kopieren sie bitte die Files im Ordner „ ENVI Projektion“ in den auf ihrem Computer installierten ENVI Ordner „menu“ (z.b. „C:\Program Files\ITT\IDL708\products\envi46\menu“).**
- **Alle georektifizierten Bilddaten sind auf das AOI (area of interest) zugeschnitten. Die ganzen Flugstreifen können mit den GLT_unmasked in ENVI generiert werden**

Datenstruktur:

- SPARROW \Delivery\Bodenmessungen\ASD Messungen
 - ASD Reflektanzmessungen (ASD Handheld VNIR, Bare fiber, Spectralon Panel) mit Shapefile (Lage und Index) und den dazugehörigen Photos.
- SPARROW \Delivery\Bodenmessungen\Passpunkte
 - Shapefile mit Passpunkten, aufgenommen mit einem Trimble XT mit Beacon (Lagegenauigkeit circa 20-40cm) und den dazugehörigen Photos.
- SPARROW \Delivery\Data\GLT Masked
 - Auf das AOI maskierte Geographic Lookup Tables (GLT).
- SPARROW \Delivery\Data\GLT Unmasked
 - Unmaskierte Geographic Lookup Tables (GLT) der ganzen Flugstreifen.
- SPARROW \Delivery\Data\GPS_INS Data
 - GPS/INS Navigationsdatei mit: line, time, X, Y, Altitude, Heading, Roll, Pitch, Speed.
- SPARROW \Delivery\Data\Radiance Georectified
 - Georektifizierte Radianzdaten (Flugstreifen, auf das AOI maskiert).
- SPARROW \Delivery\Data\Radiance Mosaic
 - Mosaik der georektifizierten Radianzdaten (Flugstreifen).
- SPARROW \Delivery\Data\Radiance Unrectified
 - Unrektifizierte Radianzdaten der ganzen Flugstreifen .

- SPARROW \Delivery\Data\Reflectance Georectified
 - Georektifizierte Reflektanzdaten (Flugstreifen, auf das AOI maskiert).
- SPARROW \Delivery\Data\Reflectance Mosaic
 - Mosaik der georektifizierten Reflektanzdaten (Flugstreifen).
- SPARROW \Delivery\Data\Reflectance Unrectified.
 - Unrektifizierte Reflektanzdaten der ganzen Flugstreifen.
- SPARROW \Delivery\Data\RGB Data
 - Georektifizierte RGB Daten (Flugstreifens und Mosaik).
- SPARROW \Delivery\Data\Vector AOI
 - Vektordaten der AOI's.
- SPARROW \Delivery\Data\Vector Masked
 - Maskierte Vektordaten .
- SPARROW \Delivery\Data\Vector Unmasked
 - Unmaskierte Vektordaten (ohne Boresight Korrektur (leichter Offset)).
- SPARROW \Delivery\Dokumente
 - Bildflugprotokoll, Radiometrische Kalibrierungsdatei, Vorprozessierung, Wellenlängendatei, Kalibrierungszertifikat.
- SPARROW \Delivery\ENVI Projektion
 - ENVI Projektionsdatei um die Projektion ETRS_1989_UTM_Zone_32N_8st in ENVI darstellen zu können.

Vorprozessierung

Galileo Group verwendet das Softwarepaket ENVI/IDL und eigene Programme für die Prozessierung der Daten.

Level 1a - Radiometrische Korrektur

1. Subtraktion des Dunkelbildes vom Hyperspektralbild (dark noise removal)

Als erstes wird der Mittelwert jedes Pixels des Dunkelbildes vom korrespondierenden Pixel der Rohdaten subtrahiert (dark noise removal oder dark current removal). Damit wird das „Sensorrauschen“ herausgerechnet. Für jedes Hyperspektralbild wird ein eigenes Dunkelbild aufgenommen.

2. Kalibrierung zu Radianzdaten mittels Kalibrierungsdatei

Danach werden die Rohdaten mittels einer Kalibrierungsdatei (SN100026_060410.cal) zu Radianzen umgerechnet. Jedem räumlichen und spektralen Pixel wird dabei ein Multiplikationswert zugewiesen. Die Multiplikationswerte der Kalibrierungsdatei wurde vom Hersteller SPECIM mittels einer Ulbrichtkugel für jeden Pixel des CCD bestimmt. Die Brennweite unsere Objektives ist dabei 18.04 mm.

Die Einheit der Radianzwerte ist $(\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{str} \cdot \text{um}) \cdot 1000.00$

3. Smile Korrektur (Änderung der Wellenlänge über das Field of View)

4. Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle wird mittels Spektrometermessungen und etablierten Qualitätsprotokollen (Kontrolle der Wellenlängebereiche) durchgeführt.

Level 1b – Atmosphärische Korrektur

1. Atmosphärische Korrektur

Mittels spektralen Referenzflächen (Reflektanzwert 56%) und Spektrometermessungen von „uniformen“ Flächen (z.B. Asphalt, Parkplätzen, usw.) ,die zur Zeit des Überfluges genommen wurden, werden die Radianzwerte in Reflektanzwerte umgerechnet. Dazu wird die „empirical line correction“ Methode angewendet. Hierbei wird das Referenzspektrum mit dem Bildspektrum (Radianzspektrum) verglichen und ein Gain- und Offsetwert ermittelt, der dann auf das ganze Bild angewendet wird. Nach der

Korrektur werden die Spektralwerte dann noch leicht geglättet. Die Reflektanzwerte sind Reflektanzen*10000.

2. Qualitätskontrolle

Die Reflektanzwerte werden mit unabhängigen Spektrometermessungen verglichen.

Level 2b – Geometrische Korrektur

1. Bestimmung der Lagekorrektur des Sensors (Boresight)

Während des Projektes werden einige Kalibrierungsstreifen geflogen, die sich kreuzen. Anhand dieses Überlappungsbereiches wird dann der Offset vom GPS/IMU zum Blickwinkel der Kamera am Boden berechnet. Die Werte (Roll, Pitch and Yaw in Grad) werden dann als Input für die geometrische Korrektur benutzt.

2. Aufbereitung der GPS/INS Daten

Die GPS/INS Daten werden entkodiert und so aufbereitet, dass sie für die Geo-Rektifizierung verwendet werden können:

Navigation data file: line, time, X, Y, Alt., Heading, Roll, Pitch, Speed

0,247930.002,467769.8477652,3162808.4484594,334.905,114.271,-0.454,-3.054,43.263

3. Erstellung eines GLT files (Geographic Lookup Table)

Danach wird für jeden Flugstreifen ein GLT (Geographic Lookup Table) mittels der GPS/INS Daten, der Boresightdaten und eines DEM's erstellt. Das GLT gibt die geographische Lage der Pixel im unrektifizierten Bild dar. Mittels des GLT kann das unrektifizierte Bild geo-rektifiziert werden.

4. Qualitätskontrolle

Qualitätskontrolle mittels DGP Punkten und amtlichen Luftbildern. Gegebenfalls Korrektur der Lagegenauigkeiten mittels Passpunkten.

Level 3 – Orthorektifizierte Bilddaten

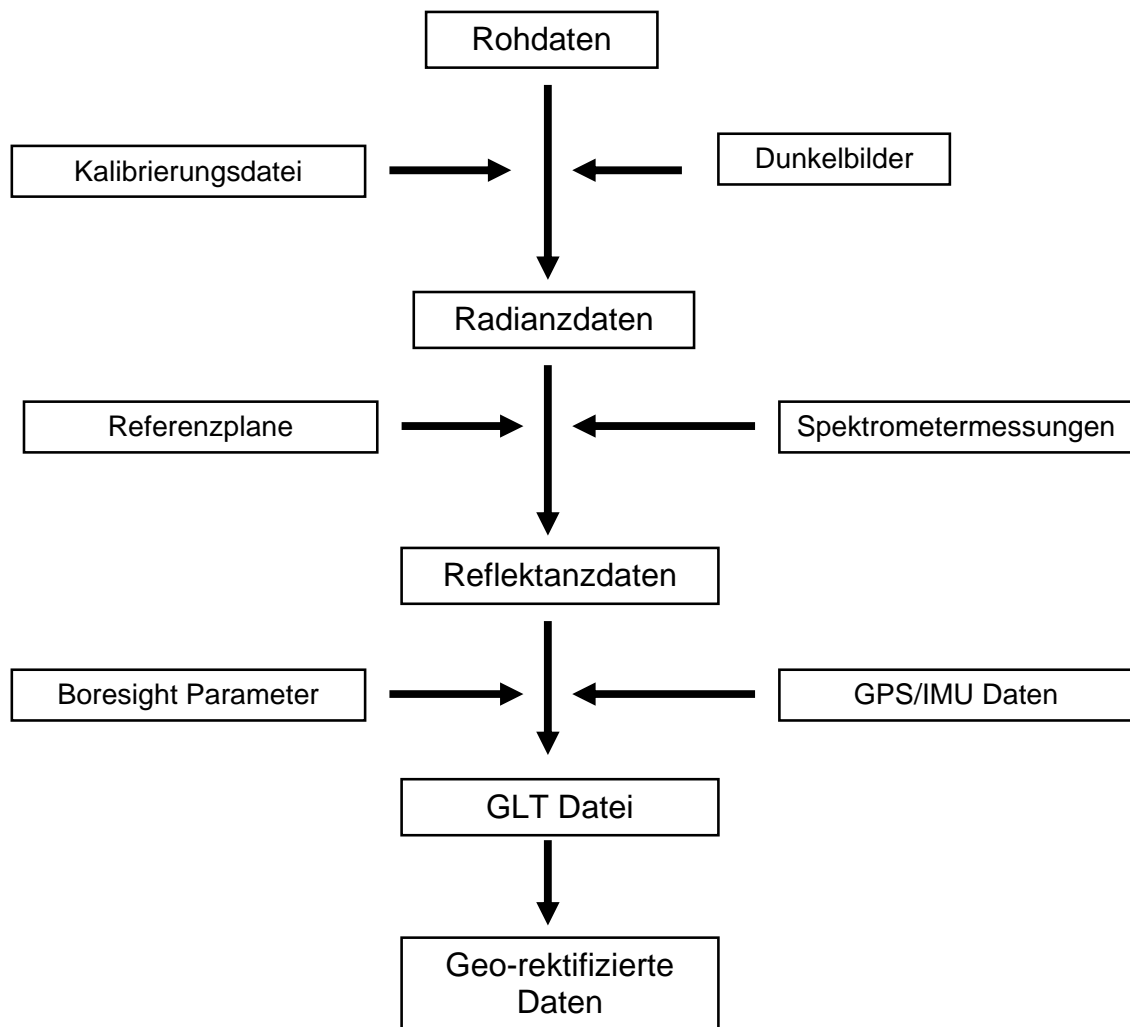
1. Rektifizierung aller Daten mittels des GLT

Anhand der GLT Daten werden die unrektifizierten Radianz- und Reflektanzdaten georektifiziert und in die Projektion ETRS89 transformiert. Alle Daten haben die Projektion: ETRS_1989_UTM_Zone_32N_8st.

Mit freundlichen Grüßen,

Michael Frank

Michael Frank
Director of Airborne Remote Sensing
Galileo Group, Inc.
100 Rialto Place, Suite 737
Melbourne, FL 32901
Phone: (321) 733-0960
Email: mfrank@galileo-gp.com
Homepage : www.galileo-gp.com

Übersicht über die Vorprozessierung:



Applied Hyperspectral Imaging Services

Bildflugprotokoll Mai 2010

Bitte beachten: Aufgrund anhaltender schlechter Wetterverhältnisse wurde die Überfliegung bei einer geschlossenen Wolkendecke durchgeführt.

Datum des Überfluges: 20. Mai 2010

Datum der Bodenmessungen: 20. Mai 2010

Geometrische GPS/INS Korrekturparameter (Boresight Parameter) fuer alle Gebiete.

- dRoll = 1.59295 Grad
- dPitch = 0.0646215 Grad
- dYaw = -0.0006 Grad

St. Magarethen:

- 0520-1507 – 20.Mai 2010 um 15:07 h (lokale Zeit)
- 0520-1514 – 20.Mai 2010 um 15:14 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: S-N
- Wind: WNW 8 knoten
- Sonnenstand: 50.5 Grad
- Sicht: 20 km
- Wasserstand: circa -1.0 (NN)
- Tnw: 14:07 h, - 1.3(NN), Brunsbuettel
- Lagegenauigkeit: 0.24 Pixel RMSE
- Flughoehe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

0520-1507:

- Roll = -1.5 bis 0.5 Grad
- Pitch = -0.8 bis 0.1 Grad
- Yaw = 294 bis 299 Grad

0520-1514:

- Roll = -2.8 bis 1.1 Grad
- Pitch = -0.95 bis -0.26 Grad
- Yaw = 293 bis 297 Grad

Eschschallen:

- 0520-1527 – 20.Mai 2010 um 15:27 h (lokale Zeit)
- 0520-1532 – 20.Mai 2010 um 15:32 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: S-N
- Wind: WNW 8 Knoten
- Sonnenstand: 48.2 Grad
- Sicht: 20 km
- Wasserstand: circa -1.1(NN)
- Tnw: 15:01, -1.4m(NN), Kolmar
- Lagegenauigkeit: 0.19 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

0520-1527:

- Roll = -2.5 bis 1.5 Grad
- Pitch = -1.8 bis 1.2 Grad
- Yaw = 334 bis 339 Grad

0520-1532:

- Roll = -1.4 bis 1.7 Grad

- Pitch = 0.07 bis -0.8 Grad
- Yaw = 334 bis 338 Grad

Heuckenlock:

- 0520-1548 – 20.Mai 2010 um 15:48 h (lokale Zeit)
- 0520-1554 – 20.Mai 2010 um 15:54 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: S-N
- Wind: WNW 8 Knoten
- Sonnenstand: 46 Grad
- Sicht: 20 km
- Wasserstand: circa -1.2(NN)
- Tnw: 16:54 h, - 1.5(NN), Hamburg St. Pauli
- Lagegenauigkeit: 0.19 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1220m
- GPS/INS Parameter:

0520-1548:

- Roll = -0.4 bis 2.0 Grad
- Pitch = 0.47 bis 2.4 Grad
- Yaw = 304 bis 312 Grad

0520-1554:

- Roll = -0.6 bis 1.9 Grad
- Pitch = 0.45 bis 1.7 Grad
- Yaw = 303 bis 312 Grad



Applied Hyperspectral Imaging Services

Bildflugprotokoll August 2010

Das Wetter war an beiden Tagen ideal für die hyperspektrale Befliegung - keine Wolken, keine Schatten, blauer Himmel.

Leider hatte unser ASD Handheld einen Defekt bei den Messungen. Alle ASD Messungen sind unbrauchbar und sind nicht beigefügt. Die atmosphärische Korrektur wurde mit den ASD Messungen der ersten Überfliegung und den Tarpmessungen dieser Überfliegung durchgeführt.

Datum des Überfluges: 06.-07. August 2010

Datum der Bodenmessungen: 07. August 2010

Geometrische GPS/INS Korrekturparameter (Boresight Parameter):

- dRoll = 1.56773 Grad
- dPitch = 0.178455 Grad
- dYaw = 0.157447 Grad

St. Magarethen:

- 0806-1724 – 06.August 2010 um 17:24 h (lokale Zeit)
- 0806-1730 – 06.August 2010 um 17:30 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: N-S
- Wind: W 4 knoten
- Sonnenstand: 32 Grad
- Sicht: 40 km
- Wasserstand: circa -1.2 (NN)
- Tnw: 17:35 h, - 1.2(NN), Brunsbuettel
- Lagegenauigkeit: 0.21 Pixel RMSE

- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

0806-1724:

- Roll = -2.4 bis 1.2 Grad
- Pitch = -2.4 bis 2.4 Grad
- Yaw = 109 bis 115 Grad

0806-1730:

- Roll = -3.0 bis 1.0 Grad
- Pitch = -1.7 bis 1.6 Grad
- Yaw = 111 bis 122 Grad

Eschschallen:

- 0807-0928 – 07.August 2010 um 09:28 h (lokale Zeit)
- 0807-0936 – 07.August 2010 um 09:36 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: S-N
- Wind: W 4 knoten
- Sonnenstand: 32 Grad
- Sicht: 40 km
- Wasserstand: circa -0.4(NN)
- Tnw: 7:28, -1.2m(NN), Kolmar
- Lagegenauigkeit: 0.23 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

0807-0928:

- Roll = -2.0 bis 1.2 Grad
- Pitch = -2.7 bis 1.0 Grad
- Yaw = 329 bis 340 Grad

0807-0936:

- Roll = -1.2 bis 1.4 Grad
- Pitch = -2.1 bis 1.0 Grad
- Yaw = 332 bis 336 Grad

Heuckenlock:

- 0807-0953 – 07.August 2010 um 09:53 h (lokale Zeit)
- 0807-0959 – 07.August 2010 um 09:59 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: S-N
- Wind: W 4 knoten
- Sonnenstand: 35 Grad
- Sicht: 40 km
- Wasserstand: circa -1.1(NN)
- Tnw: 9:11 h, - 1.5(NN), Hamburg St. Pauli
- Lagegenauigkeit: 0.22 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

0807-0953:

- Roll = -1.7 bis 1.3 Grad
- Pitch = -1.8 bis 1.3 Grad
- Yaw = 302 bis 309 Grad

0807-0959:

- Roll = -1.4 bis 1.1 Grad
- Pitch = -2.3 bis -0.1 Grad
- Yaw = 302 bis 307 Grad

Heuckenlock (zusätzliche Überfliegung, kein Niedrigwasser aber höherer Sonnenstand):

- 0807-1203 – 07.August 2010 um 12:03 h (lokale Zeit)
- 0807-1208 – 07.August 2010 um 12:08 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: S-N
- Wind: W 4 knoten
- Sonnenstand: 50 Grad
- Sicht: 40 km
- Wasserstand: circa +0.4(NN)
- Tnw: 9:11 h, - 1.5(NN), Hamburg St. Pauli
- Lagegenauigkeit: 0.2 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

0807-1203:

- Roll = -1.5 bis 1.0 Grad
- Pitch = -2.0 bis 2.3 Grad
- Yaw = 302 bis 308 Grad

0807-1208:

- Roll = -2.3 bis 0.3 Grad
- Pitch = -2.0 bis 1.3 Grad
- Yaw = 303 bis 309 Grad



Applied Hyperspectral Imaging Services

Bildflugprotokoll Oktober 2010

Das Wetter war ideal für die hyperspektrale Befliegung - keine Wolken, blauer Himmel.

Die atmosphärische Korrektur wurde mit den ASD Messungen der ersten Überfliegung und den Tarpmessungen dieser Überfliegung durchgeführt.

Bei dieser Ueberfliegung wurde ein neueres Modell desselben Kameratyps verwendet (AISA EAGLE II).

Datum des Überfluges: 9. Oktober 2010

Geometrische GPS/INS Korrekturparameter (Boresight Parameter) fuer alle Gebiete.

- dRoll = -0.147908 Grad
- dPitch = 0.214472 Grad
- dYaw = 0.182143 Grad

St. Magarethen:

- 1009-1212 – 9. Oktober 2010 um 12:12 h (lokale Zeit)
- 1009-1218 – 9. Oktober 2010 um 12:18 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: N-S
- Wind: Ost 8 Knoten
- Sonnenstand: 30 Grad
- Sicht: 30 km
- Wasserstand: circa -0.8 (NN)
- Tnw: 10:47 h, - 1.2(NN), Brunsbuettel
- Lagegenauigkeit: 0.20 Pixel RMSE
- Flughoehe: 1300m

- GPS/INS Parameter:

- 1009-1212:

- Roll = -0.3 bis 1.3 Grad
 - Pitch = -0.4 bis 1.2 Grad
 - Yaw = 153 bis 155 Grad

- 1009-1218:

- Roll = 0.3 bis 1.4 Grad
 - Pitch = 0.1 bis 0.9 Grad
 - Yaw = 152 bis 155 Grad

Eschschallen:

- 1009-1158 – 9. Oktober 2010 um 11:58 h (lokale Zeit)
- 1009-1203 – 9. Oktober 2010 um 12:03 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: N-S
- Wind: Ost 8 Knoten
- Sonnenstand: 29 Grad
- Sicht: 30 km
- Wasserstand: circa -1.3(NN)
- Tnw: 12:05, -1.3m(NN), Kolmar
- Lagegenauigkeit: 0.21 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

- 1009-1158:

- Roll = -1.0 bis 1.2 Grad
 - Pitch = -0.1 bis 0.4 Grad
 - Yaw = 117 bis 119 Grad

1009-1203:

- Roll = -0.4 bis 1.1 Grad
- Pitch = -0.3 bis 1.1 Grad
- Yaw = 116 bis 118 Grad

Heuckenlock:

- 1009-1127 – 9. Oktober 2010 um 11:27 h (lokale Zeit)
- 1009-1136 – 9. Oktober 2010 um 11:36 h (lokale Zeit)
- Flugrichtung: N-S
- Wind: Ost 8 Knoten
- Sonnenstand: 27.5 Grad
- Sicht: 30 km
- Wasserstand: circa -0.4(NN)
- Tnw: 13:30 h, - 1.4(NN), Hamburg St. Pauli
- Lagegenauigkeit: 0.22 Pixel RMSE
- Flughöhe: 1300m
- GPS/INS Parameter:

1009-1127:

- Roll = -0.3 bis 1.0 Grad
- Pitch = 0.8 bis 1.2 Grad
- Yaw = 127 bis 129 Grad

1009-1136:

- Roll = -0.2 bis 1.0 Grad
- Pitch = 0.7 bis 1.3 Grad
- Yaw = 127 bis 129 Grad

