



# Evaluierung digitaler photogrammetrischer Luftbildkamerasysteme

Ergebnisse Projektsitzung Oldenburg, 25.04.08

Status 23.05.2008

## Projektsitzung im Rahmen der DGPF-Jahrestagung 2008 in Oldenburg *Ergebnisse und weiteres Vorgehen*

Im Rahmen der diesjährigen DGPF-Jahrestagung in Oldenburg fand unter großer Beteiligung die erste Sitzung von Vertretern aller Auswerteteams des DGPF-Kameraevaluierungsprojekts statt. Nach kurzer Einführung durch den Sitzungsleiter Herrn K. Komp wurden in Kurzvorträgen das Testfeld Vaihingen/Enz vorgestellt und die ersten Anmerkungen aus den bisherigen 4 Auswerteteams vorgetragen (siehe Tabelle). Die verwendeten Vortragsfolien stehen auch als PDF Dokumente zur Verfügung.

Dr. Klaus Komp DGPF & EFTAS Münster	Begrüßung/Moderation	5'
Dr. Norbert Haala ifp Uni Stuttgart	Einführung und Testfeld Vaihingen/Enz ( <a href="#">dgpf-projekt-Cramer.pdf</a> )	10'
Dr. Karsten Jacobsen IPI Uni Hannover	Vortrag Auswerteteam Geometrie ( <a href="#">dgpf-projekt-JACOBSEN.pdf</a> )	10'
Sascha Klonus IGF Uni Osnabrück	Vortrag Auswerteteam Radiometrie ( <a href="#">dgpf-projekt-KLONUS.pdf</a> )	10'
Dr. Kirsten Wolff IGP ETH Zürich	Vortrag Auswerteteam Höhenmodelle ( <a href="#">dgpf-projekt-WOLFF.pdf</a> )	10'
Volker Spreckels RAG Deutsche Steinkohle	Vortrag Auswerteteam Stereoplotting ( <a href="#">dgpf-projekt-SPRECKELS.pdf</a> )	10'

Im Anschluss an diesen ersten Sitzungsteil wurden über die Projektzuständigkeiten und den weiteren Ablauf (i.W. Flugplanungsparameter) diskutiert. Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Diskussion, ergänzt um Ergebnisse, die sich seit der Sitzung ergeben haben, sind im Folgenden zusammengefasst.

### Flugplanung

- Die Flugplanung ist an realitätsnahe Flugbedingungen anzupassen um praxisrelevante Aussagen ableiten zu können.
- Zwei unterschiedliche Flughöhen mit nachfolgenden (nominellen) Bodenauflösungen (ground sampling distance GSD) werden definiert: Flug 20cm GSD und Flug 8cm GSD. Der Flug 20cm erstreckt sich über das gesamte Testfeld Vaihingen/Enz. Der Flug 8cm beschränkt sich nur auf einen Teilbereich nämlich den bebauten Teil des Testgebiets

(i.W. bebaute Bereiche (Wohn-, Industriebebauung) im Bereich Stadt Vaihingen/Enz, ggf. zusätzliche Steinbruchbereiche) inkl. der radiometrischen Testmuster.

- Der Flug 20cm wird mit  $p=60\%$  /  $q=60\%$  Überdeckung geflogen, der Flug 8cm mit  $p=80\%$  /  $q=60\%$ . Die Befliegungen können später falls gewünscht auf  $p=60\%$  /  $q=30\%$  ausgedünnt werden.
- Zu beachten ist, dass die obigen Überdeckungsparameter als Richtwerte anzusehen sind. Aufgrund der spezifisch vorgegebenen Lage der Passpunkte im Testgebiet und der individuellen Sensorgeometrie kann sich die Lage der Streifen je Sensor leicht anders ergeben. Es ist durch die Flugplanung zu garantieren, dass am Blockrand jeweils Passpunkte liegen um gute geometrische Bedingungen zu erzielen.
- Die Streifen werden in Ost-West, West-Ost Richtung geflogen.
- Zusätzlich sind je Flughöhe folgende Querstreifen geplant:
  - Das Gebiet mit den radiometrischen Testtargets ist zusätzlich jeweils einmal in Nord-Süd und Süd-Nord Richtung zu befliegen (Radiometrie-Querstreifen). Es handelt sich um einen Querstreifen der 2-mal geflogen wird. Die radiometrischen Testtargets sind in der Streifenmitte. Dieser zweimalig geflogene Querstreifen ist für die späteren radiometrischen Analysen zwingend erforderlich.
  - Optional können mit 60% Querüberdeckung zum obigen Radiometrie-Querstreifen jeweils westl./östl. benachbart zwei weitere Querstreifen geflogen werden, in denen die radiometrischen Testtargets dann eher am Streifenrand abgebildet werden.
  - Optional können zur besseren Blockgeometrie 2 weitere Querstreifen am westl./östl. Blockrand geflogen werden.
- Die Flugplanungen werden von ifp Uni Stuttgart durchgeführt, über die Projekthomepage zur Verfügung gestellt und den Flugfirmen zusätzlich per Email mitgeteilt. Diese Planungen sind von allen Firmen während der Flüge bestmöglich zu realisieren.

### **Systeme und Flugfirmen**

Bisher stehen die folgenden Systeme und Flugfirmen zur Verfügung (siehe Tabelle). Zu beachten ist, dass neben den eigentlichen Kamerasystemen auch Laserscanner und ein Hyperspektrometer für die Erfassung von Referenzdaten für die Höhenmodelluntersuchungen und radiometrischen Tests zu fliegen sind. Die beiden ausgewiesenen Laserscanner sind jedoch optional zu sehen. Die Hyperspektralscannerflüge werden häufig aus 500m und 600m Höhe mit einer Fluggeschwindigkeit von 40-50 m/s geflogen. Die Bodenpixelauflösung beträgt dann ca. 0.70m (Schwadbreite 360m) bzw. 0.85m (Schwadbreite 433m).

Für einige Systeme sind Parallelflüge mit entsprechenden Doppelochflugzeugen geplant, u.a. für RMK-Top und AISA+. Aufgrund der z.T. sehr unterschiedlichen Sensorgeometrien können die vorgegebenen Flugparameter bei Parallelbefliegung nur für eines der Systeme eingehalten werden.

Parallele RMK-Top Flüge sollen aufgrund der in Praxis doch noch vorherrschenden Unsicherheit von Kunden bei der Entscheidung, ob für bestimmte Projekte auch digitale Aufnahmesysteme in Betracht kommen können, durchgeführt werden. Zum Einsatz kommt hochwertiges Filmmaterial, was dem heutigen Stand der Technik entspricht, um technische Vergleichbarkeit mit den Digitalsystemen zu garantieren.

#	System	Hersteller / Kontakt	Flugfirma
1	DMC	Intergraph/ZI C. Dörstel, K. Neumann	RWE Power AG H. Krauß, C. Weyand
2	Ultracam-X	Vexcel M. Gruber	bsf swissphoto GmbH A. Wiedemann
3	ADS40, 2nd	Leica Geosystems A. Rohrbach, R. Wagner	tbd
4	JAS-150	JenaOptronik S. Knuth, G. Albe	ILV Wagner
5	DigiCAM-H/39 dualhead	IGI mbH A. Grimm	Geoplana GmbH J. Knittel
6	AIC-x1, -x4	Rollei Metric GmbH T. Tölg, D. Stumpe, P. Jürgens	Alpha Luftbild GmbH H. Pohl
7	RMK-Top15 CIR- / CN-Film	RWE Power AG H. Krauß, C. Weyand	RWE Power AG H. Krauß, C. Weyand
8a	Litemapper Laserscanner	IGI mbH A. Grimm	tbd
8b	ALS50-II Laserscanner	Leica Geosystems A. Rohrbach, R. Wagner	tbd
9	AISA+ Hyperspektralsensor	Hochschule Anhalt (Besitzer) L. Bannehr	RWE Power AG H. Krauß, C. Weyand

#	System	Brennweite [mm]	Bildgröße längs x quer [pix]	Pixelgröße [um]
1	DMC	120,0 (virtuelles Bild)	7680 x 13824 (virtuelles Bild)	12,0
2	Ultracam-X	100,5 (virtuelles Bild)	9420 x 14430 (virtuelles Bild)	7,2
3	ADS40, 2nd, SH52	62,7	1 x 12000 V: 27°, R: 16°	6,5
4	JAS-150	150,0	1 x 12000 V: 20,5°, R: 20,5°	6,5
5	DigiCAM-H/39 dualhead	82	5412 x 13650	6,8
6	AIC-x1 AIC-x4	47 tbd	5428x7228 tbd	6,8 tbd
7	RMK-Top15 CIR- / CN-Film	153	10952 x 10952	21 Scanaufl.
8a	Litemapper Laserscanner	tbd	tbd	tbd
8b	ALS50-II Laserscanner	tbd	tbd	tbd
9	AISA+ Hyper- spektralsensor	18,54	1 x 512	24

Zusätzlich zu den eigentlichen Kamerasystemen sind Orientierungsdaten mit GPS/inertial Sensoren aufzuzeichnen. Diese stabilisieren den Bildverband bei der späteren Auswertung. Eine parallele Aufzeichnung von GPS/inertial Daten ist für alle zeilenbasiert aufzeichnenden Systeme zwingend. Im Ausnahmefall kann auf GPS/inertial Daten verzichtet werden, sofern nur Flächenkameras zum Einsatz kommen. Das Durchführen zumindest einer differentiellen GPS Bahnbestimmung (2 Frequenzempfänger) wird aber vorausgesetzt. Die Flugfirmen garantieren die eindeutige Dokumentation der Einbausituation der Sensoren und Abmessungen im Flugzeug (Skizzen und Fotos)!

### **Flugvorbereitung**

- Herr V. Spreckels (RAG, Deutsche Steinkohle) stellt die Farbmuster- und Graukeilplänen von Deutsche Steinkohle zur Verfügung.
- Die Flugfähigkeit des Testfelds wird vom ifp Uni Stuttgart hergestellt. Die Passpunkt-signale werden zeitnah zu den Flügen auf Vollständigkeit und Luftsichtbarkeit kontrolliert. Die erste Kontrolle ist bereits abgeschlossen. Sollte die Befliegungsperiode aufgrund Logistik und Wetterbedingungen länger dauern, kontrolliert ifp die Passpunkte entsprechend.
- Die radiometrischen Targets (Siemensstern, Graukeil, Farbtafeln) sind vorbereitet und werden erst am Flugtag vom Bodenteam ifp ausgelegt (Dauer ca. 2h).
- Das Bodenteam vom IRS Uni Stuttgart (Leitung Frau M. von Schönermark) stellt Bodenspektrometer und anderes Messinstrumentarium (Radiometrie) zur Verfügung. Diese Messgeräte können ebenfalls erst am Tag des Testflugs im Testgebiet installiert werden, die Messungen müssen zeitgleich mit den Bildflügen erfolgen.
- GPS Referenzstationsdaten werden für den Zeitraum der Bildflüge von LVA Baden-Württemberg (SAPOS Stationen, virtuelle Referenzstation im Testgebiet) mit 1 Hz Datenrate aufgezeichnet und zur Verfügung gestellt.
- Die jeweiligen Flugfirmen stellen in Abstimmung mit den Herstellern klar, dass sich ihre Kamera und sonstigen Sensorsysteme in einwandfreiem Zustand befinden und alle Parameter für die Testbefliegungen richtig eingestellt sind.

### **Flugdurchführung**

Die Koordinierung der Bildflüge erfolgt in enger Abstimmung zwischen den Bildflugfirmen und ifp, wobei die sicherheitstechnischen Belange der Flugdurchführung in den Händen der Flugfirmen liegen. Sollten mehrere Flieger am gleichen Tag das Testfeld befliegen wollen, muss die genaue Flugabstimmung zwischen den beteiligten Flugfirmen und Flugsicherung erfolgen. Wichtig ist auch der kontinuierliche Kontakt mit den Bodenteams von IRS und ifp, da parallele Messungen zu den Bildflügen durchgeführt werden müssen. Beide Bodenteams verfügen über Mobiltelefone, sodass die Bildflieger vor Start die Bodenteams vom geplanten Start und vom voraussichtlichen Beginn des Fluges über dem Testfeld in Kenntnis setzen werden. Bodenteam IRS hat zusätzlich einen Funkempfänger über den das Team während des Flugs über den genauen Überflug der Targets informiert wird. Die Bodenmannschaft kann über Flugfunk nur empfangen nicht selber senden. Die genaue Frequenz (übliche Sportpilotenfrequenz) ist vor der Befliegung mit der Flugmannschaft über Mobilfunk abzusprechen. Die Mobilfunktelefonliste wird allen an den Bildflügen Beteiligten vor den Befliegungen zur Verfügung gestellt.

Der prinzipielle Ablauf der Flüge ist wie folgt vorgesehen:

- Alle Bildflüge sind bei geeignetem Wetter im Zeitraum ab 26. Mai – Ende Juni durchzuführen.
- In Absprache zwischen Bildfliegern und ifp wird in diesem Zeitraum eine Bildflugwoche mit voraussichtlich gutem Flugwetter vor Ort ausgemacht. Vorlauf sollte ca. 2 Tage sein.
- Bildflieger prüfen kontinuierlich den Flugwetterbericht. ifp wird spätestens am Tag vor der Befliegung über einen möglichen Flug am darauffolgenden Tag in Kenntnis gesetzt (möglichst morgens). Der Flugtermin wird nachmittags bei Vorliegen des aktuellen Wetterberichts durch Bildflieger nochmals bestätigt.
- Bodenteam ifp signalisiert am Flugtag die radiometrischen Testtargets im Testgebiet. Bodenteam IRS installiert am Flugtag die radiometrische Bodenmessgeräte im Testgebiet, prüft Funktionsfähigkeit und führt später parallel die Bodenvergleichsmessungen durch. Flugbereitschaft ist am Flugtag spätestens ab 10.00 Uhr durch Bodenteams hergestellt.
- Bildflieger informieren Bodenteam ifp / IRS kurz vor Abflug über Mobiltelefon. Gleichzeitig erfolgt die Abstimmung der Funkfrequenz.
- Bildflieger führen Flüge gemäß Planung durch. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die radiometrischen Targets (Nord-Süd, Süd-Nord Querstreifen) möglichst zur Zeit des Sonnenhöchststandes zu überfliegen sind. Unmittelbar vor Flug des Radiometrie-Querstreifens (etwa 5min vorher) ist IRS Bodenteam über Flugfunk zu benachrichtigen.
- Der Radiometrie-Querstreifen soll für beide Flughöhen möglichst zum Zeitpunkt des Sonnenhöchststandes (für Vaihingen/Enz 13:23 Uhr MESZ) überflogen werden. Daher ist folgende Streifenflugreihenfolge einzuhalten:
  1. (ggf. optional Querstreifen (Photogrammetrie bzw. Randstreifen Radiometrie) GSD 20cm, siehe Planung),
  2. dann Radiometrie-Querstreifen GSD 20cm (2mal: nord-süd, süd-nord, gegen 13:23 MESZ ( $\pm 45$ min)).
  3. Anschließend Radiometrie-Querstreifen GSD 8cm (2mal: nord-süd, süd-nord, gegen 13:23 MESZ ( $\pm 45$ min)),
  4. (ggf. optionale Querstreifen (Photogrammetrie bzw. Randstreifen Radiometrie) GSD 8cm, siehe Planung),
  5. Längsstreifen GSD 8cm.

Die Flughöhen GSD 20cm und GSD 8cm können aber auch in vertauschter Reihenfolge geflogen werden

- Beim Überfliegen der Radiometrietargets müssen alle Farbkanäle eingeschaltet sein und aufgezeichnet werden. Zur Auswertung werden die Multispektraldaten in der Originalauflösung benötigt, keine nachgeschärften Daten! Zudem werden die Filterkurven gebraucht, möglichst in digitaler Form.
- Nach Landung und Beendigung des Bildflugs erfolgt unmittelbare Benachrichtigung der Bodenteams im Testfeld durch Bildflieger über Funk bzw. Mobilfunk.

## Projektorganisation und Zuständigkeiten

Aufgrund der umfassenden Auswertearbeiten werden die Auswertungen schwerpunktspezifisch in Auswerteteams durchgeführt. Die verschiedenen Institutionen in diesen Auswerteteams arbeiten sehr eng zusammen. Arbeitsfortschritte und Zwischenergebnisse werden kontinuierlich teamintern und an die Gesamtprojektleitung mitgeteilt. Diese Tätigkeiten werden durch den jeweiligen Leiter des Auswerteteams koordiniert. Ggf. sind auch (themenspezifische) Treffen der Auswerteteammitglieder vorzusehen. In regelmäßigen Abständen (quartalsweise) erfolgt Zwischenbericht aus den Auswerteteams an die Gesamtprojektleitung und über diese an den Vorstand der DGPF.

Veröffentlichungen über die Arbeitsfortschritte bzw. Zwischen- oder Endergebnisse werden in jedem Fall vorab mit der Projektleitung und den betreffenden Kameraherstellern abgestimmt. Die Veröffentlichungen erfolgen vorzugsweise in der PFG bzw. auf den DGPF-Jahrestagungen oder in Abstimmung mit der DGPF auf internationalen Tagungen.

Die Daten werden zentral von der Projektleitung in die Auswerteteams weitergeben. Die Datennutzung unterliegt einer speziellen Vereinbarung, die vom DGPF-Vorstand bereitgestellt, veröffentlicht und von jedem Datennutzer vorab rechtsverbindlich unterzeichnet werden muss.

Die Zuständigkeiten für die Projektteile sind wie folgt:

- **Gesamtprojektleitung:** Michael Cramer (Institut für Photogrammetrie (ifp), Universität Stuttgart, Telefon: 0711 685 84118, [michael.cramer@ifp.uni-stuttgart.de](mailto:michael.cramer@ifp.uni-stuttgart.de))
  - Koordinierung Gesamtprojekt, Abstimmung mit DGPF-Vorstand (i.W. H. Krauß und K. Komp), Ansprechpartner für Bildflieger zur Durchführung der Bildflüge, Koordinierung Datenausgabe und Ergebnisse
- **Auswerteteam Geometrie:** Karsten Jacobsen (Institut für Photogrammetrie und Geoinformation (IPI), Leibniz Universität Hannover, Telefon: 0511 762 2485, [jacobsen@ipi.uni-hannover.de](mailto:jacobsen@ipi.uni-hannover.de))
  - Koordinierung der Auswertungen mit Schwerpunkt Geometrie innerhalb des Auswerteteams. Zusammentragen der Ergebnisse der beteiligten Institutionen. Bericht an Projektleitung.
- **Auswerteteam Radiometrie:** Maria von Schönermark (Institut für Raumfahrtssysteme (IRS), Universität Stuttgart, Telefon: 0711 685 62417, [schoenermark@irs.uni-stuttgart.de](mailto:schoenermark@irs.uni-stuttgart.de))
  - Durchführung der terrestrischen Referenzmessungen Radiometrie
  - Koordinierung der Auswertungen mit Schwerpunkt Radiometrie innerhalb des Auswerteteams. Zusammentragen der Ergebnisse der beteiligten Institutionen. Bericht an Projektleitung.
- **Auswerteteam Höhenmodelle:** Norbert Haala (Institut für Photogrammetrie (ifp), Universität Stuttgart, Telefon: 0711 685 83383, [norbert.haala@ifp.uni-stuttgart.de](mailto:norbert.haala@ifp.uni-stuttgart.de))
  - Koordinierung der Auswertungen mit Schwerpunkt Höhenmodell innerhalb des Auswerteteams. Zusammentragen der Ergebnisse der beteiligten Institutionen. Bericht an Projektleitung.
  - Auf Vorschlag der bisherigen Arbeitsgruppe Stereoplotting wird diese bis auf weiteres neu dem Auswerteteam Höhenmodelle zugeordnet. Die Betreuung der Auswertungen mit Schwerpunkt Stereoplotting erfolgt durch Volker Spreckels (RAG Deutsche Steinkohle, Telefon: 02323 15 4640, [volker.spreckels@rag.de](mailto:volker.spreckels@rag.de))