

Evaluierung digitaler photogrammetrischer Luftbildkamerasysteme

- Arbeitsgruppe Stereoplotting -

Stereoplotting in Bildern digitaler Luftbildkameras: Erste Vergleiche und Ergebnisse

DGPF-Projektsitzung, Stuttgart, 06.10.2009

RAG Aktiengesellschaft
Geschäftsbereich Geoinformation / Vermessung BG G
BG G1 Photogrammetrie / Fernerkundung
Andreas Schlienkamp
Tel: ++49 - (0) 2323 – 15 4644
FAX: ++49 - (0) 2323 – 15 4611

RAG Aktiengesellschaft
Geschäftsbereich Geoinformation / Vermessung BG G
BG G1 Photogrammetrie / Fernerkundung
Volker Spreckels
Tel: ++49 - (0) 2323 – 15 4640
FAX: ++49 - (0) 2323 – 15 4611

Aktive Teilnehmer in der Gruppe „Stereoplotting“

Prof. Dr. Michael Breuer und Prof. Dr. Martin Kähler

Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Fachhochschule Berlin
breuer@tfh-berlin.de, kaehler@tfh-berlin.de

Emil Wild

C+B Technik Gesellschaft für Computer und Bürotechnik mbH, Markgröningen
cub-technik.wild@t-online.de

Kay Clausen

Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Geotopographie, Hamburg
Kay.Clausen@gv.hamburg.de

Volker Spreckels

RAG Deutsche Steinkohle, BG G Photogrammetrie, Herne
volker.spreckels@rag.de

Bearbeitungsstand Anfang Oktober 2009

Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Geotopographie, Hamburg

- Blöcke für **RMK Top 15**, **DMC**, **UltraCam-X** wurden in ERDAS LPS aufgesetzt,
- Mitarbeiterwechsel sowie Datenverlust im Sommer 2009.
- *Es liegen keine zu veröffentlichenden Ergebnisse vor.*

Technische Fachhochschule Berlin

- bislang ausschließlich mit der Orientierung der Bilder der **DigiCam** 4-Kopf, 8 cm, mit ERDAS LPS beschäftigt. Grund: Nicht erwartete Schwierigkeiten bei der Triangulation.
- *Es liegen keine zu veröffentlichenden Ergebnisse vor.*

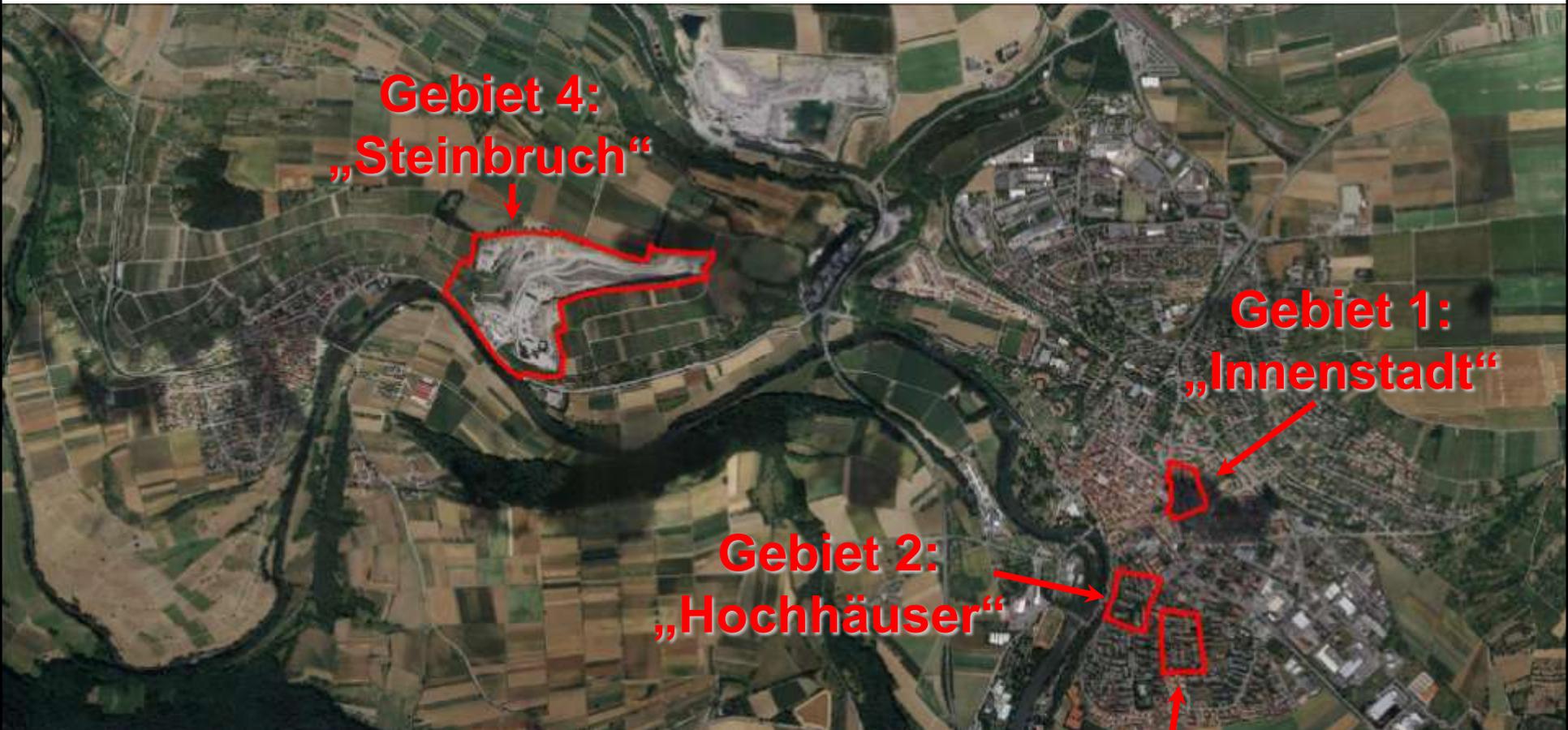
C+B Technik

- **DMC** 8 cm und 20 cm sowie **DigiCam** 8cm aufbereitet,
- Passpunkte zurückprojiziert und in Ausschnittmatrizen gesammelt,
- vergleichende Stereomessungen wurden begonnen.
- *Es liegen noch keine zu veröffentlichenden Ergebnisse vor.*

RAG Deutsche Steinkohle

- Gebietsauswahl: Innenstadt, Hochhäuser, Wohnbebauung, Steinbruch.
- RAG Objekt-Codes für LPS/PRO600 an Teilnehmer übermittelt.
- Stereoauswertungen erfolgt in 8 cm und 20 cm GSD für **RMK Top 15**, **DMC**, **UltraCam-X**, für die drei unterschiedlichen Bebauungsbereiche in Vaihingen und den Steinbruch.
- Erste Auswertungen zur **DigiCam** 4-Kopf sind erfolgt, weitere Bearbeitung ab Okt. 2009.
- **ADS40** Level1 Stereo-Daten wurden bereitgestellt, Bearbeitung ab Oktober 2009.
- *Es liegen erste Vergleiche und vorläufige Ergebnisse vor.*

Auswertegebiete



**Gebiet 3:
„Wohnbebauung“**

RAG Stereo-Auswertungen – 2/4

- Alle Stereomessungen wurden von der RAG-Operateurin Frau Luzie Syrek durchgeführt.
- Software: ERDAS LPS/PRO600.
 - Luftbilddaten auf externen Buffalo TeraStation 4 TByte Raid, Zugriff über Ethernet.



RAG Stereo-Auswertungen – 3/4		Bearbeitungsdauer in Stunden								Allgemeines	Bemerkungen
Gebiet		1: Altstadt		2: Hochhäuser		3: Wohnbebauung		4: Steinbruch			
GSD		8 cm	20 cm	8 cm	20 cm	8 cm	20 cm	8 cm	20 cm		
Sensor	Flugdatum	h Modelle	h Modelle	h Modelle	h Modelle	h Modelle	h Modelle	h Modelle	h Modelle		
RMK TOP RGB	24.07.2008	11 2		8 2		11 2		-/-		1	Schatten / Überstrahlung: Helligkeit & Kontrast ab und an manuell einstellen
RMK TOP CIR (70% / 45%)	06.08.2008		4,5 2		5,5 1		6 2		11 4	1 (+3)	Schatten / Überstrahlung: Helligkeit & Kontrast manuell einstellen. (Kalibr. Protokoll - mehrseitiges TIFF)
DMC 8cm	24.07.2008	10 3		-- to do --		-- to do --		-/-		1	Schatten / Überstrahlung: Helligkeit & Kontrast ab und an manuell einstellen
DMC 20cm	06.08.2008		6 4		6 2		8 4		16 4	1	Schatten / Überstrahlung: Helligkeit & Kontrast manuell einstellen
UltraCam-X	11.09.2008	12 5	8 2 mehr Details	11 4	10 2 mehr Details	-- to do --	7 2	-/-	14 4	1 / 1 (+9)	Keine manuelle Anpassungen nötig. Lage des Bildhauptpunktes: Vorzeichenwechsel in LPS nötig.
									Gesamtstunden: 172 (+12)		

Auswertereihenfolge:

Geplant war, erst die 20cm - Bilddaten und danach die 8cm-Bilddaten auszuwerten, aber

- | | | | |
|----|---------|------|--|
| 1. | RMK Top | 20cm | CIR ungünstig zur Stereoauswertung (Überstrahlungen) |
| 2. | RMK Top | 8cm | weil UC-X Daten pangeschärft nachgeliefert werden mussten. |
| 3. | UC-X | 20cm | |
| 4. | DMC | 20cm | |
| 5. | UC-X | 8cm | |
| 6. | DMC | 8cm | |

+ 10 Stunden für FME Vergleiche durch Spreckels / Schlienkamp

Bemerkungen:

Langsamer Bildaufbau. Grund: Bildpyramiden? Daten auf ext. Raid über Ethernet ?

Am angenehmsten auszuwerten: UC-X.
Trotzdem "Ausbeute" DMC gleich UC-X, digital höher als in analogen Bildern.

Bordsteine, -höhen sind in keinem Datensatz gut erkennbar, nur bei äusserst günstigen Blickwinkeln und Lichtverhältnissen. (Viel Interpretation!)

Erfassung "sichere Gullydeckel" unterschiedlich / konträr bei UC-X / DMC durch vorherrschende Lichtverhältnisse.

Bearbeitungszeit abhängig von Modellzahl, aber: manuelle Anpassungen der Helligkeit/Kontrast führte zu längerer Bearbeitung, da das Bild neu aufgebaut werden muss (dauert!!!) und das Auge sich an die Umgebung gewöhnen muss (helle Bereiche bleiben lange als Abbild auf der Netzhaut).

RAG Stereo-Auswertungen – 4/4

- Die weiteren Stereomessungen werden auch weiterhin von der RAG-Operateurin Frau Luzie Syrek durchgeführt, die ab Dez. 2009 in den Ruhestand geht.
- Software: ERDAS LPS/PRO600.
- Im Sept. 2009 erhielt RAG BG G eine neue Auswertestation mit dem PLANAR – Stereo-Betrachtungssystem. Es werden Vergleiche mit dem alten passiven Stereo-betrachtungssystem (Nuvision Vorsatz mit Röhren Monitor) und dem neuen PLANAR-System erfolgen.



Die Vergleiche erfolgten für die Stereomessungen in 8cm GSD und 20cm GSD der RMK Top 15, DMC und UltraCamX, wobei die Auswertungen für jeden Sensor in 20cm und in 8cm GSD erfolgten, sowie zwischen den Kameras (zuerst in 20cm GSD und danach in 8cm GSD gemessen).

Die 3D-Shapefiles der Stereo-Messungen zu Punkten und Linien wurden mit der Software FME zur Analyse aufbereitet.

Es wurden identische **Punkte** der Klassen **3504** (Kanaldeckel), **3505** (Gully), **5742** (Laterne) innerhalb eines Puffers von **50** cm selektiert. Für diese Punkte wurden dann bestimmt:

•Anzahl der Punkte

- min (dx, dy, dz)
- max (dx, dy, dz)
- mean (**dx, dy, dz**)
- median (**dx, dy, dz**)
- mode (dx, dy, dz)
- stdev (**dx, dy, dz**)

RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 2/11

Die Vergleiche erfolgten für die Stereomessungen in 8cm GSD und 20cm GSD der RMK Top 15, DMC und UltraCamX, wobei die Auswertungen für jeden Sensor in 20cm und in 8cm GSD erfolgten, sowie zwischen den Kameras erst in 20cm GSD und danach in 20cm GSD.

Die 3D-Shapefiles der Stereo-Messungen zu Punkten und Linien wurden mit der Software FME zur Analyse aufbereitet.

Es wurden identische **Linien** (-punkte) der Klassen **5101** (Strasse), **5201** (Weg) innerhalb eines Puffers von **1** m selektiert. Für diese Linien wurden dann bestimmt:

- **Anzahl der Linien**
- Anzahl der Linienpunkte
- Lagedifferenz, kürzester Abstand zwischen den Linien:

min dl

max dl

mean dl

median dl

mode dl

stddev dl

RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 3/11

Die Vergleiche für die Polygone / Flächen werden ab November 2009 erfolgen.

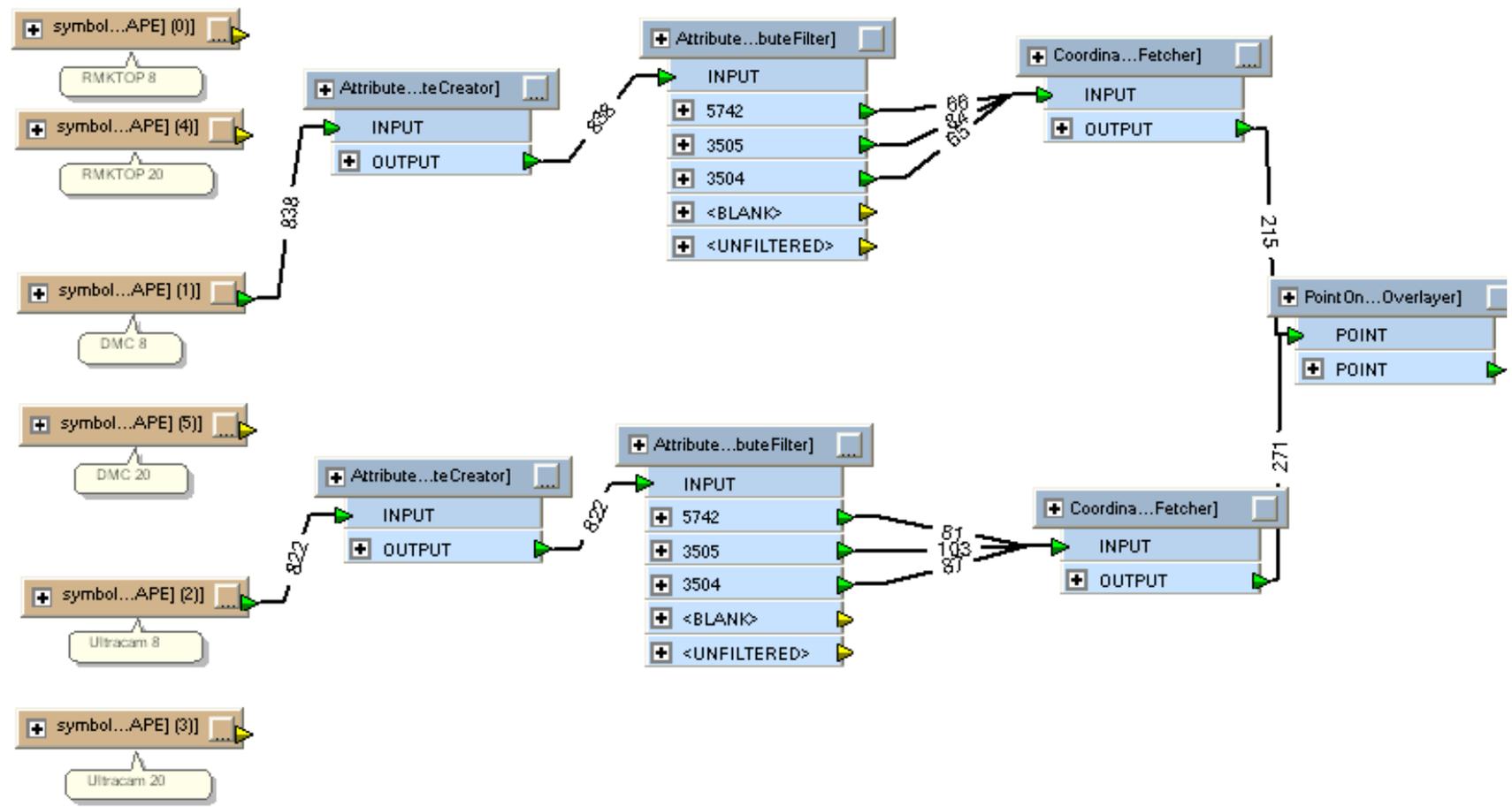
Es werden identische Polygone der Klasse 1001, 1002, 1004 (Gebäude) selektiert.

Für diese Polygone sollen dann bestimmt werden:

- Fläche Differenz
- Umfang Differenz
- Differenzen der Stützpunkte
 - min
 - max
 - mean
 - median
 - mode
 - stddev

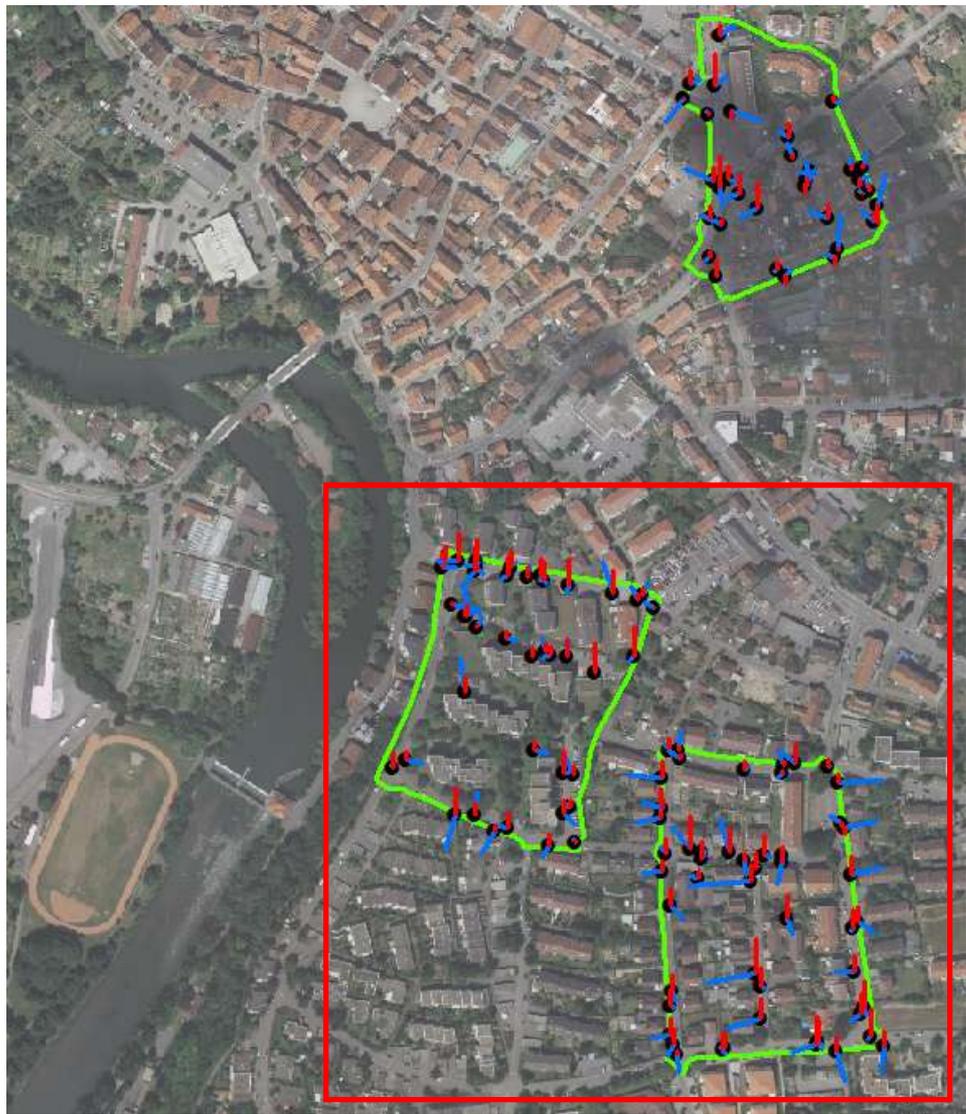
RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 4/11

FME Workbench: Ausschnitt



RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 5/11

Zusammenstellung: **Punkte**, RMK 8cm zu RMK 20cm



Gebiet 1:
„Innenstadt“

Gebiet 2:
„Hochhäuser“

Gebiet 3:
„Wohnbebauung“

RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 6/11

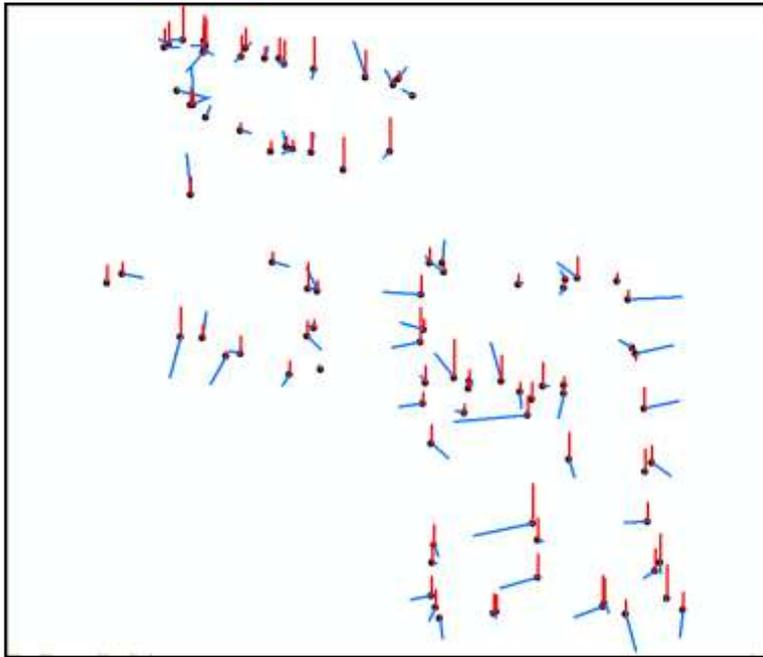
Zusammenstellung: GSD 8cm zu GSD 20cm

Punkte

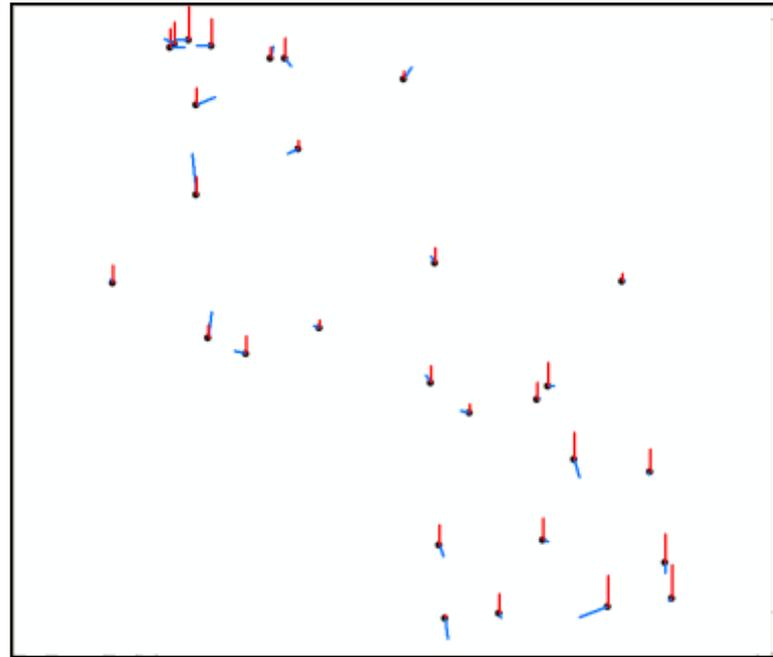
Sensor	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK	125	-1,9	0,7	17,7	-0,2	0,2	18,3	10,3	9,2	14,7
DMC	92	-0,7	2,2	6,2	-0,5	2,1	4,0	12,6	9,6	18,5
UCX	129	-2,0	6,1	7,3	-1,2	6,1	5,7	9,4	8,4	18,0
ADS	to do									
IGI	to do									

Kanaldeckel

Sensor	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK	36	-1,0	1,6	20,0	0,0	0,2	21,6	6,0	8,3	12,8
DMC	21	7,6	1,0	6,5	5,8	1,0	3,4	10,3	7,0	13,9
UCX	29	-0,6	4,8	10,1	0,3	5,4	9,7	6,4	7,1	15,1
ADS	to do									
IGI	to do									



RMK



RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 7/11

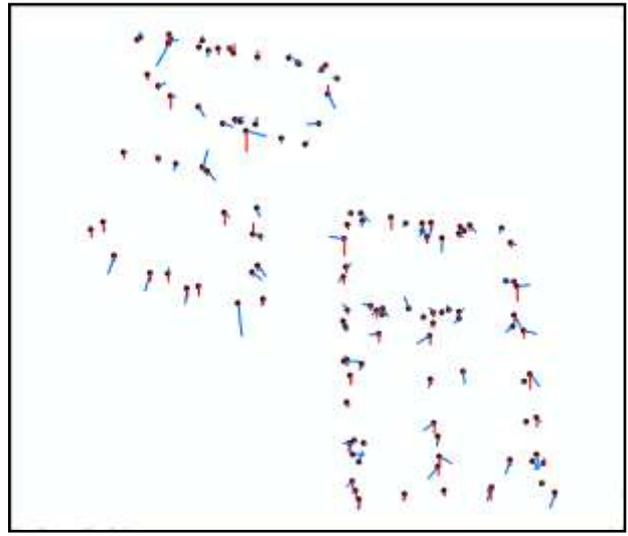
Zusammenstellung: GSD 8cm zu GSD 8cm

Punkte

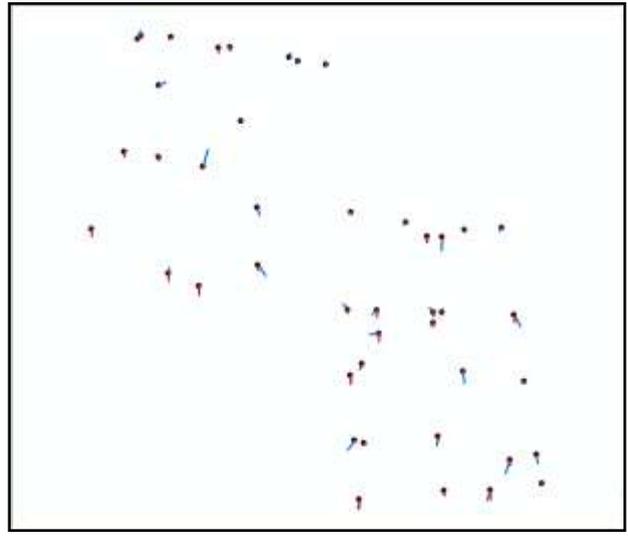
Sensoren	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK - DMC	182	-0,6	-2,6	-1,7	-1,2	-2,1	-2,3	5,7	5,5	10,6
RMK - UCX	183	-0,9	-0,9	2,6	-1,2	-0,6	2,6	6,1	5,2	11,0
RMK - ADS	to do									
RMK - IGI	to do									
DMC - UCX	184	-0,3	1,7	4,5	-0,2	1,8	4,0	4,7	5,6	11,1
DMC - ADS	to do									
DMC - IGI	to do									

Kanaldeckel

Sensoren	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK - DMC	53,0	-1,1	-1,9	-3,1	-1,3	-1,8	-3,4	2,9	5,2	7,7
RMK - UCX	54,0	-1,0	-0,5	2,9	-0,9	-0,6	2,6	3,6	4,9	8,3
RMK - ADS										
RMK - IGI										
DMC - UCX	54,0	0,0	1,2	5,5	0,1	1,6	5,3	3,0	3,9	8,1
DMC - ADS										
DMC - IGI										



RMK-DMC



RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 8/11

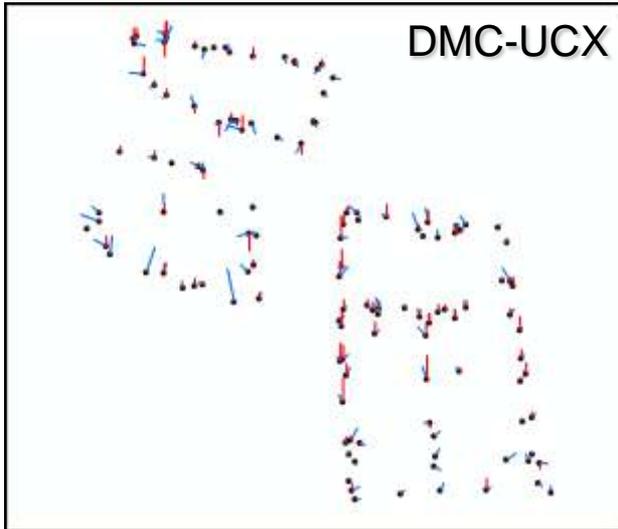
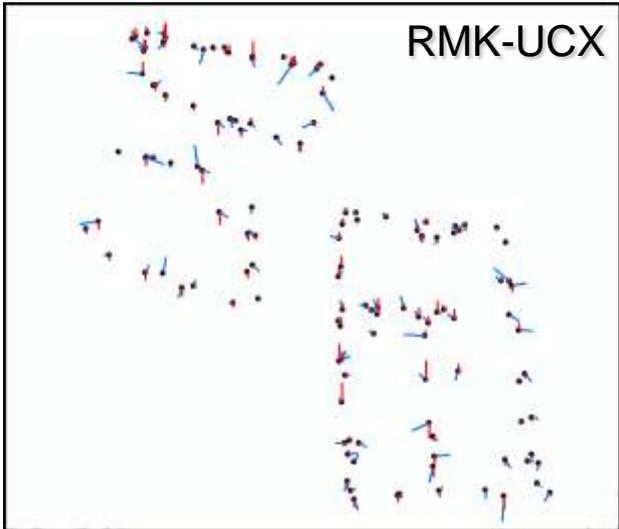
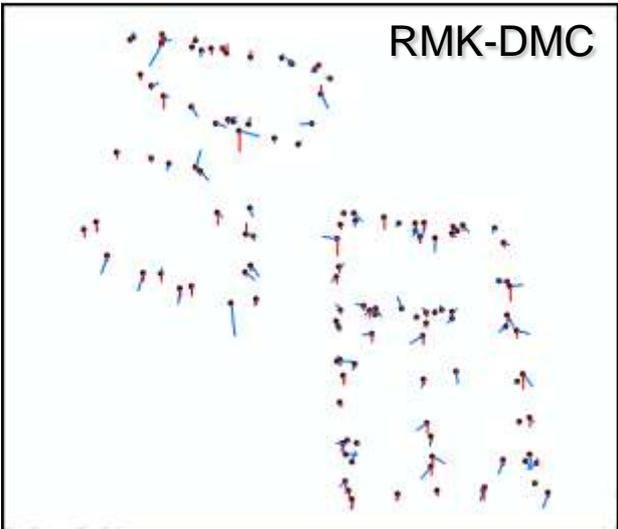
Zusammenstellung: GSD 8cm zu GSD 8cm

Punkte

Sensoren	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK - DMC	182	-0,6	-2,6	-1,7	-1,2	-2,1	-2,3	5,7	5,5	10,6
RMK - UCX	183	-0,9	-0,9	2,6	-1,2	-0,6	2,6	6,1	5,2	11,0
RMK - ADS	to do									
RMK - IGI	to do									
DMC - UCX	184	-0,3	1,7	4,5	-0,2	1,8	4,0	4,7	5,6	11,1
DMC - ADS	to do									
DMC - IGI	to do									

Kanaldeckel

Sensoren	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK - DMC	53,0	-1,1	-1,9	-3,1	-1,3	-1,8	-3,4	2,9	5,2	7,7
RMK - UCX	54,0	-1,0	-0,5	2,9	-0,9	-0,6	2,6	3,6	4,9	8,3
RMK - ADS										
RMK - IGI										
DMC - UCX	54,0	0,0	1,2	5,5	0,1	1,6	5,3	3,0	3,9	8,1
DMC - ADS										
DMC - IGI										



RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 9/11

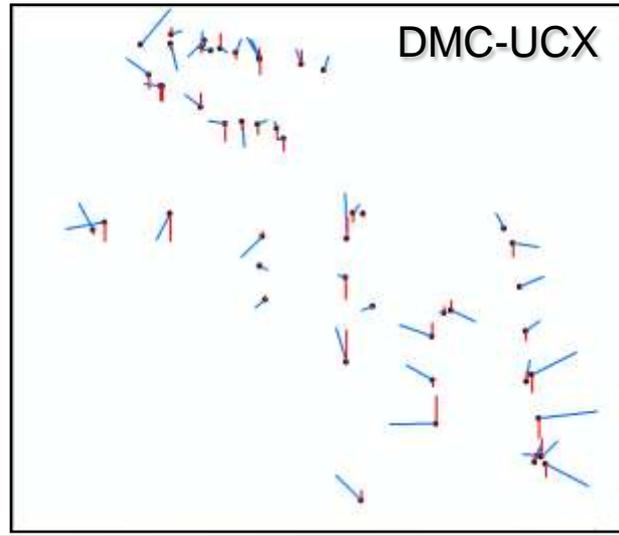
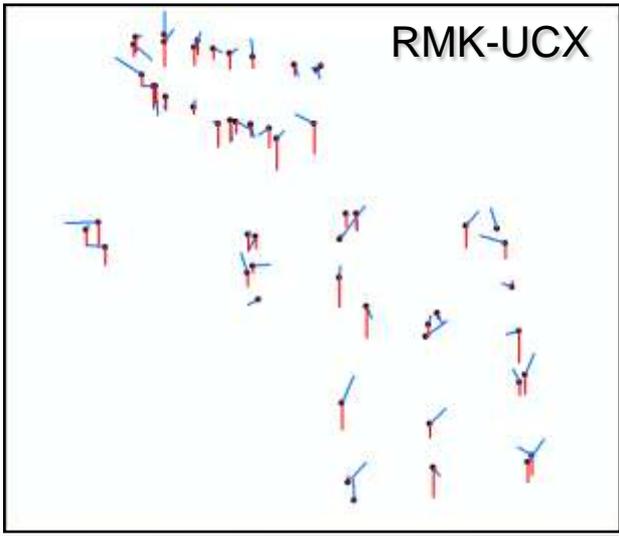
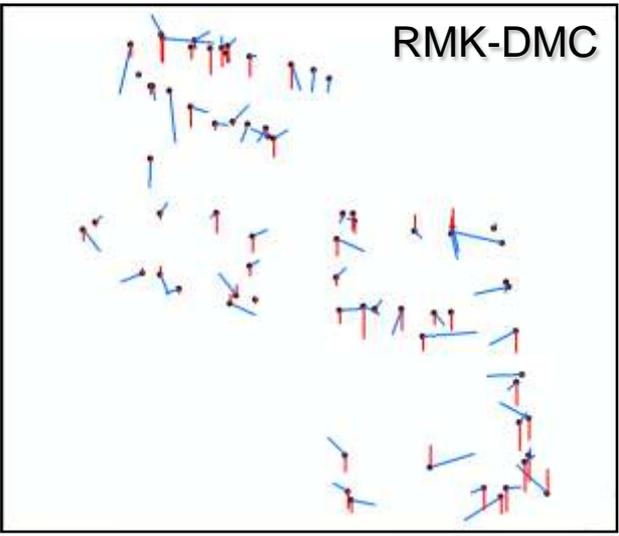
Zusammenstellung: GSD 20cm zu GSD 20cm

Punkte

Sensoren	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK - DMC	97	-0,6	-2,1	-9,7	-0,6	-1,2	-7,8	14,5	11,6	21,5
RMK - UCX	88	-0,9	2,3	-11,6	0,3	1,9	-18,5	9,4	10,6	23,3
RMK - ADS										
RMK - IGI										
DMC - UCX	72	-1,5	3,5	0,3	-1,7	2,6	-0,6	15,2	11,9	20,3
DMC - ADS										
DMC - IGI										

Kanaldeckel

Sensoren	Anzahl der Punkte	mean			median			stddev		
		dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz
RMK - DMC	20,0	7,5	-2,8	-14,1	6,8	-2,2	-17,0	11,7	8,8	20,7
RMK - UCX	22,0	-0,7	0,2	-4,2	0,1	0,4	-9,5	8,9	9,7	22,6
RMK - ADS										
RMK - IGI										
DMC - UCX	13,0	-6,7	3,6	1,7	-6,5	0,9	5,0	10,5	11,3	14,0
DMC - ADS										
DMC - IGI										

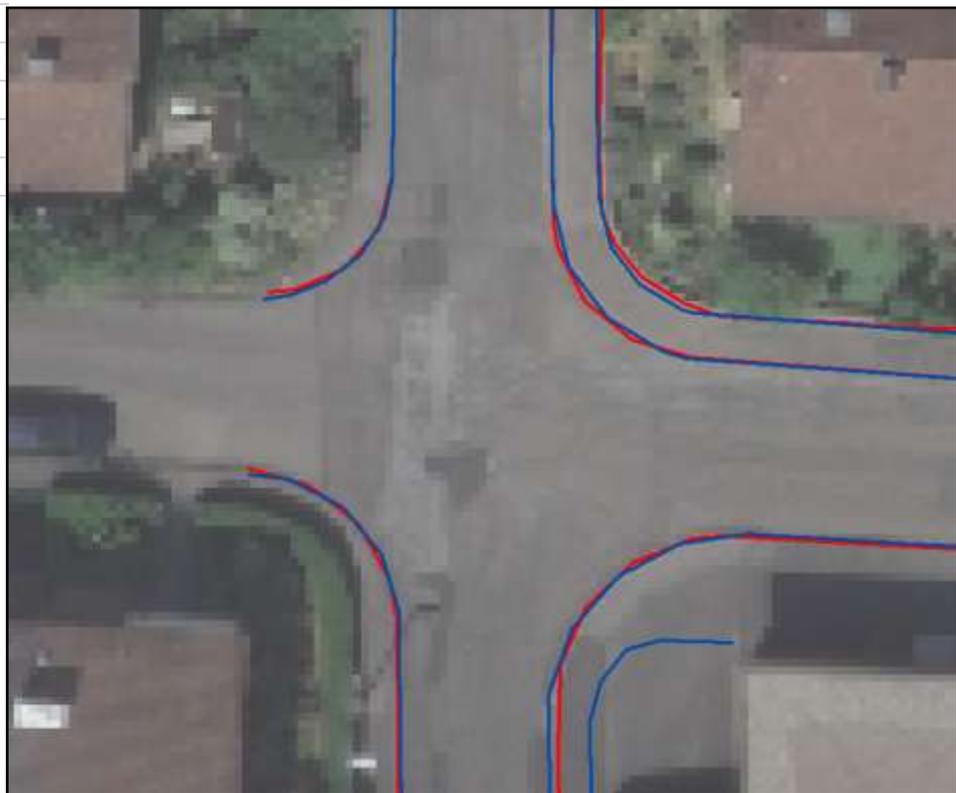


RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 10/11

Zusammenstellung: **Linien**, GSD 8cm zu GSD 20cm

Sensor	Anzahl der Linien	mean dl	median dl	stdev dl
RMK	83	5,3	2,1	7,4
DMC	57	8,7	3,7	10,1
UCX	87	5,7	2,1	7,6
ADS				
IGI				

— RMK 20 GSD
— DMC 20 GSD



RAG: FME-Vergleich der Stereo-Auswertungen – 11/11

Zusammenstellung: **Linien**

GSD 8cm zu GSD 8cm

Sensor	Anzahl der Linien	mean dl	median dl	stdev dl
RMK - DMC	85	2,9	1,4	4,8
RMK - UCX	102	4,2	2,3	5,3
RMK - ADS				
RMK - IGI				
DMC - UCX	111	3,2	1,2	5,0
DMC - ADS				
DMC - IGI				
UCX - ADS				
UCX - IGI				
ADS - IGI				

GSD 20cm zu GSD 20cm

Sensor	Anzahl der Linien	mean dl	median dl	stdev dl
RMK - DMC	65	7,4	3,0	10,6
RMK - UCX	83	4,7	2,0	7,7
RMK - ADS				
RMK - IGI				
DMC - UCX	57	7,3	2,8	9,0
DMC - ADS				
DMC - IGI				
UCX - ADS				
UCX - IGI				
ADS - IGI				

RAG: FME-Vergleiche: Ergebnisse/Erkenntnisse

aus den Vergleichen mit FME können folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

8cm zu 20cm:

Stereomessungen in 8 cm GSD liegen höher !

6-7 cm digital / 18 cm RMK gescannt

RMK ist deutlich höher -> Vermutung :

- durch 1. gescannte Bilder / Rauschen
- 2. CIR zu RGB

8cm zu 8cm:

Lagegenauigkeit bei 0,5 Pixel und besser

Höhengenauigkeit bei 1 Pixel

RMK, DMC und UCX liegen auf gleichem Höhenniveau

20cm zu 20cm:

Lagegenauigkeit bei 0,5 Pixel

Höhengenauigkeit bei 1 Pixel /

zwischen DMC und UCX bei 0,7 Pixel

RMK Auswertung liegt ca. 10cm unter DMC und UCX,

DMC und UCX auf einem Höhenniveau

Linienmessung: in den **DMC** Bildern **anders** aufgrund der **starken Kontraste** (Wetter bedingt).
Schatten führen zu einer anderen Wahrnehmung von Kanten (z.B. Bordsteine).
-> Größere Lageunterschiede von DMC zu RMK und UCX.

- *TFH Berlin: DiGiCam 4 Kopf*
- *GV Hamburg: Auswertung RMK Top, DMC, UltraCam-X*
- *C+B: ...*
- *RAG:*
 - *Restauswertungen in DiGiCam 8cm und 20cm*
 - *Auswertung in ADS40 8cm und 20cm Level1 RGB Stereodaten*
 - *Weitere Vergleiche:*
 - *Vektoren / Codierung* *8cm / 20cm: IGI / ADS mit bisherigen Auswertungen*
 - *Vergleiche Gebiet 4: DGM / Höhendifferenzen*
- *Abstimmung, Datenaustausch und Vergleich der Ergebnisse verschiedener Teilnehmer der Gruppe „Stereoplotting“ (zu vereinbaren nach Bearbeitungsstand, -fortschritt)*
- *...*



RAG Aktiengesellschaft
Bereich Standort- und Geodienste BG
Geschäftsbereich Geoinformation / Vermessung BG G
BG G1 Photogrammetrie / Fernerkundung

Shamrockring 1
44623 Herne

Volker Spreckels, Dipl.-Ing.

Tel: ++49 - (0) 2323 – 15 4640
FAX: ++49 - (0) 2323 – 15 4611
Email: volker.spreckels@rag.de

Andreas Schlienkamp, Dipl.-Ing.

Tel: ++49 - (0) 2323 – 15 4644
FAX: ++49 - (0) 2323 – 15 4611
Email: andreas.schlienkamp@rag.de