

Digitale Kameras

Kalibrierverfahren und Internationale Standards



Michael Cramer

michael.cramer@ifp.uni-stuttgart.de

*Intergraph Anwendertreffen
Aalen, 2.-3. Mai 2007*



Digitale Kameras – Kalibrierung und Standards

Situation in der (digitalen) Luftbildaufzeichnung

“Die Welt ist komplexer geworden”

Digitale Luftbildkameras Systeme I



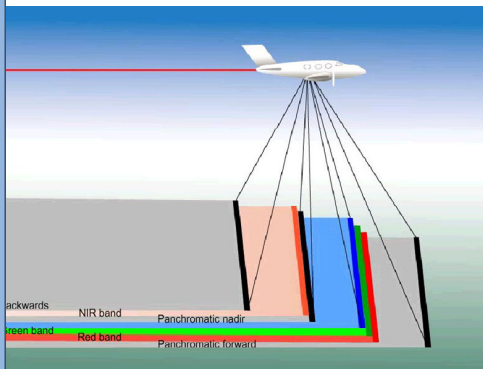
ADS40 – Leica



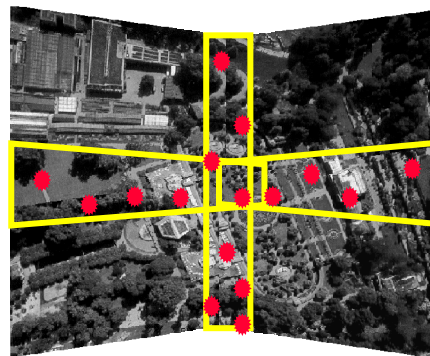
DMC – Intergraph
/ ZI-Imaging



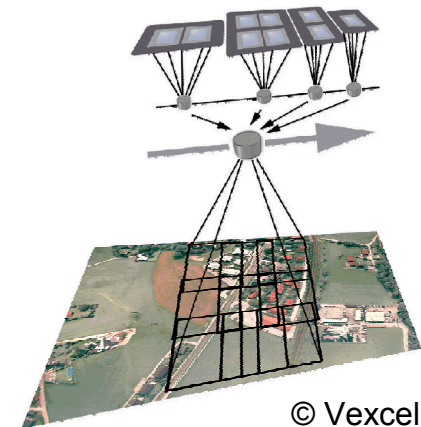
Ultracam_{D,X} – Vexcel



© Leica



© ZI-Imaging



© Vexcel



Digitale Luftbildkameras Systeme II



HRSC-A/Ax –
DLR



TLS / Starimager –
Starlabo

© Starlabo



DiMAC –
DimacSystems

© DimacSystems



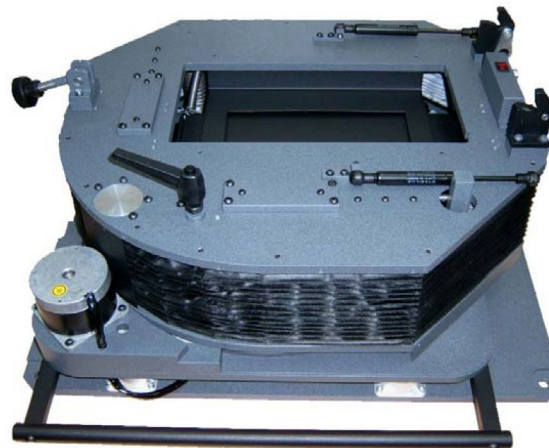
Digitale Luftbildkameras Systeme III



3-DAS-1 – Wehrli

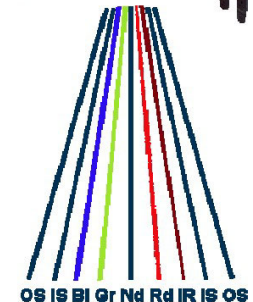


JAS-150 –
jenaoptronik



© Wehrli

© jenaoptronik



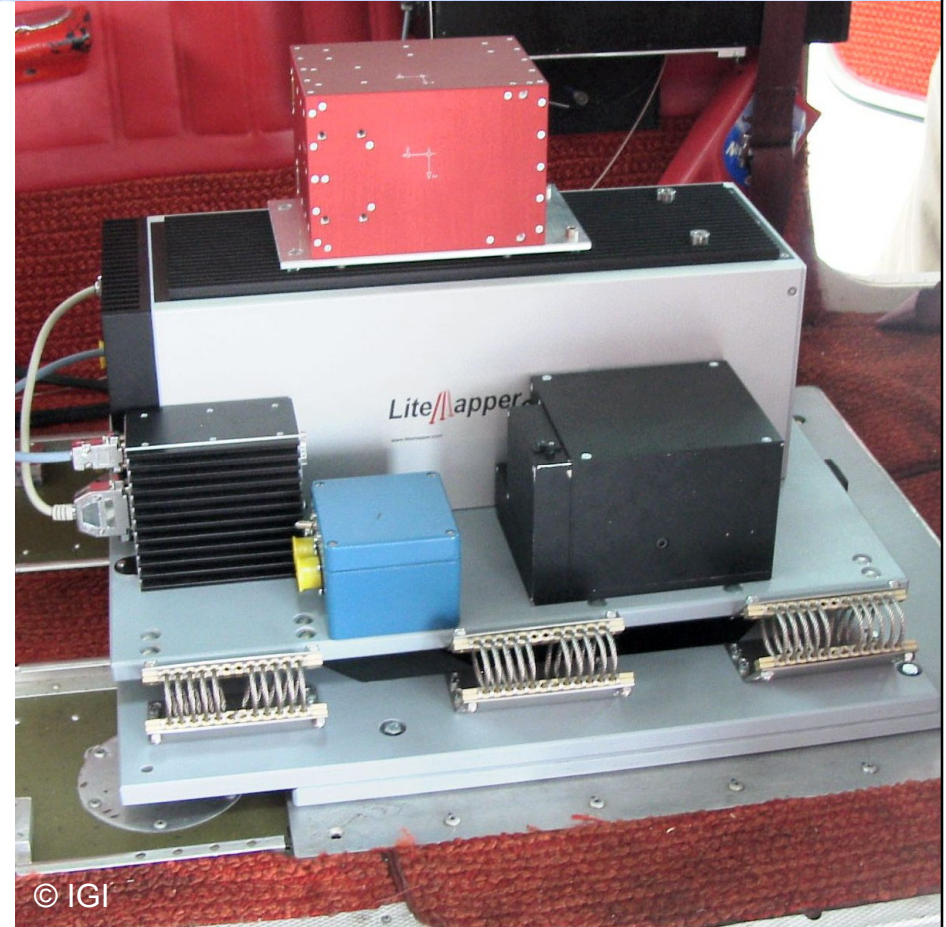
Digitale Luftbildkameras Systeme IV

ifp



© Applanix, image provided by B. Huberty

DSS – Applanix



© IGI

LiteMapper - IGI





Digitale Luftbildkameras Systeme V



© Airborne Data Systems

Spectra-View –
Airborne Data Systems



© GeoSistemas Aéreos



“off-the-shelf”
Kamerasysteme



Systemarchitekturen

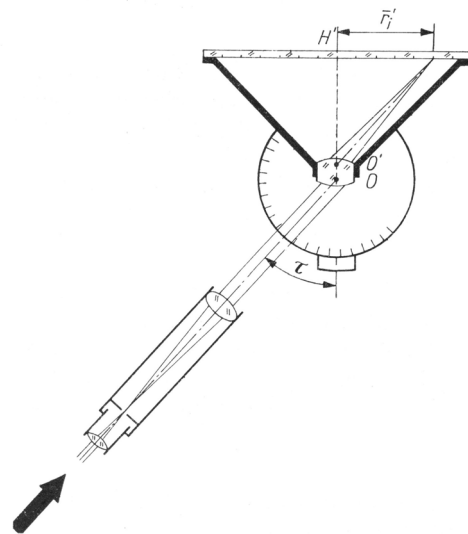


Universität Stuttgart



#	Sensor	Geometrie		Kameradesign		Bildformat		Aufnahmeprinzip	
		1D	2D	1-Kopf	Mehr-kopf	groß	mittel	synchr.	syn-top.
1	ADS40	X		X		X		X	
2	DMC		X		X	X		X	
3	Ultracam		X		X	X			X
4	DSS		X	X			X	X	
5	JAS-150	X		X		X		X	
6	DiMAC		X	X	X		X	X	
7	3-DAS-1	X			X	X		X	
	RC, RMK		X	X		X		X	

Teil II

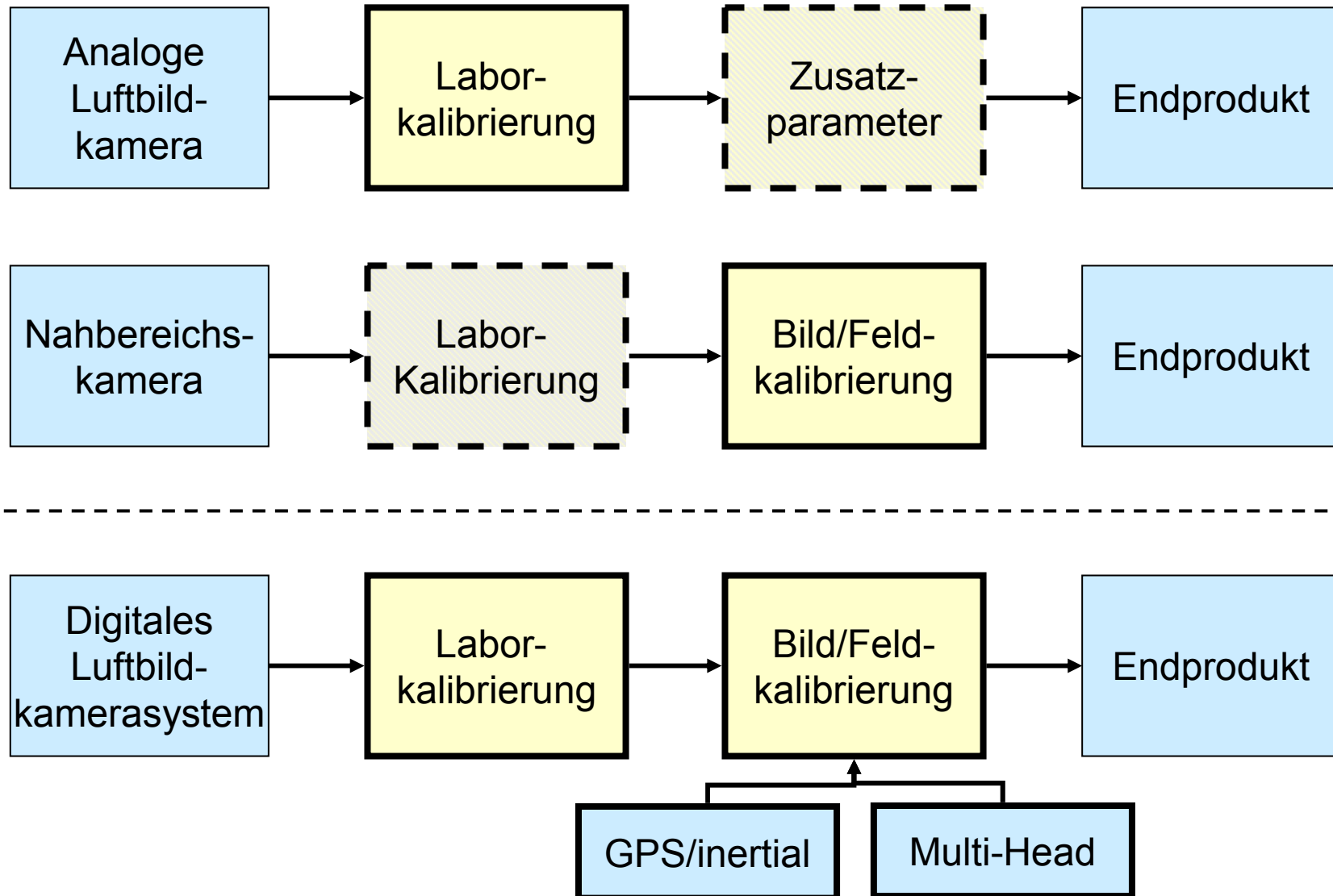


Digitale Kameras – Kalibrierung und Standards

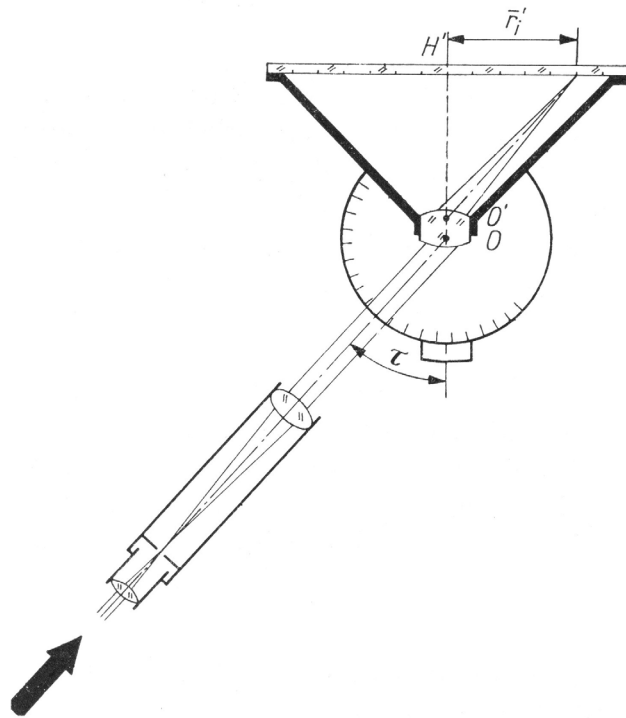
Ein paar Bemerkungen zur Kamerakalibrierung



Kamerakalibrierung

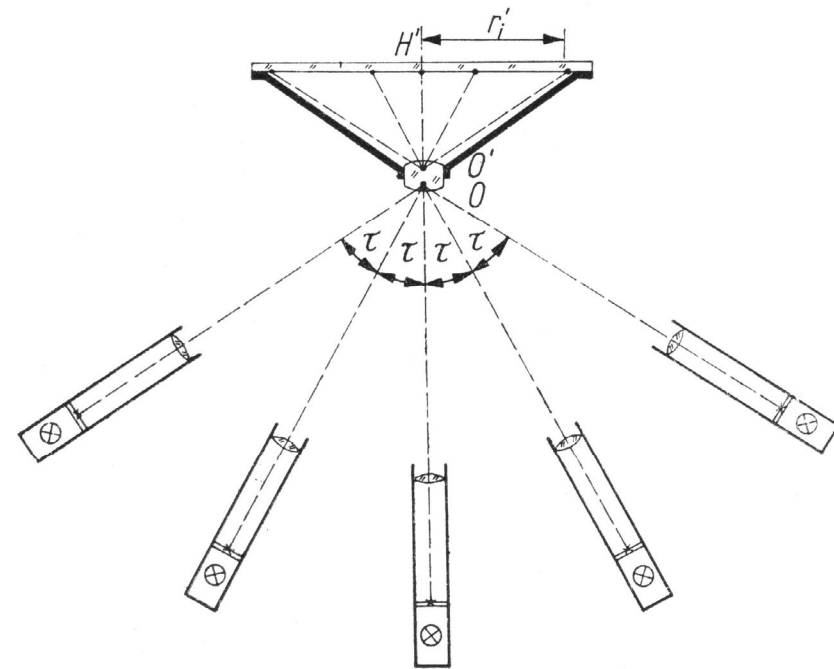


Laborkalibrierung



Goniometer
(Beweglicher Kollimator)

„Kalibrierung Komponente“



Fächerkollimator

„Kalibrierung System“



Klassische Kamerakalibrierung



© Zeiss

Goniometer
Zeiss, Oberkochen

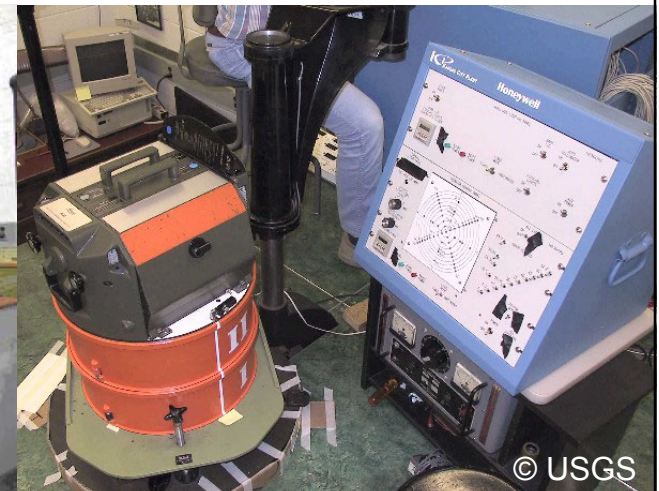


CVG Leica, Heerbrugg

© Leica



© USGS



© USGS

Multikollimator
USGS OSL, Reston



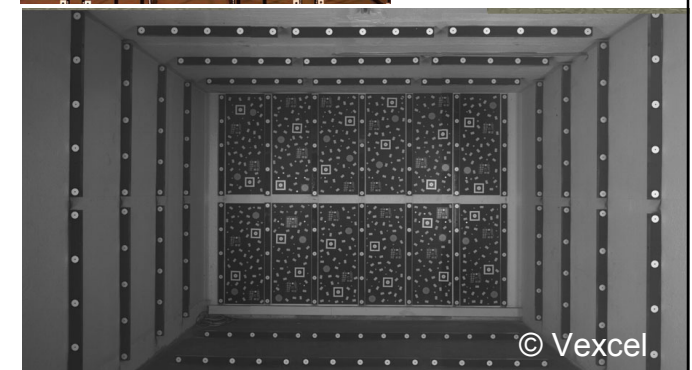
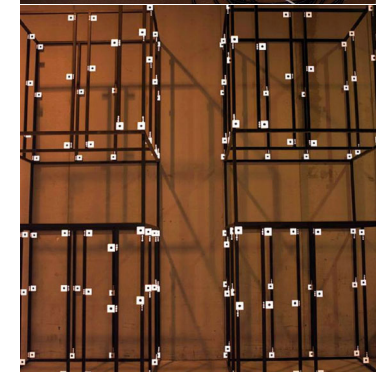
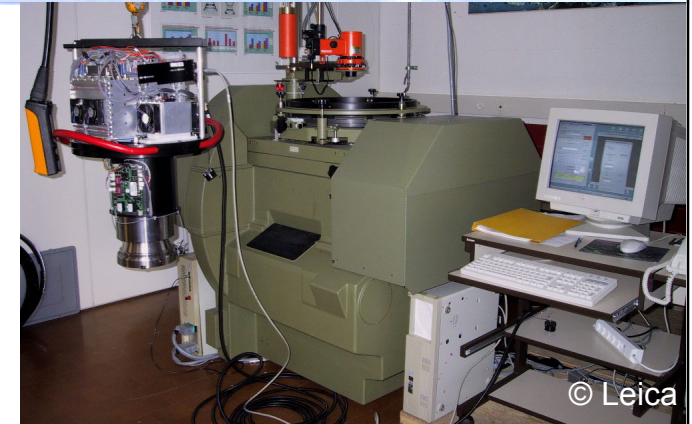
Kalibrierung digitaler Luftbildkameras



- ADS40
 - Coded-vertical Goniometer (Labor)
 - ergänzt um zusätzliche Kalibrierflüge zur Selbstkalibrierung (SC)

- DSS
 - Terrestrische Testfeldkalibration (Labor)
 - analog zu klassischer Nahbereichskalibrierung

- UltracamD
 - Terrestrische Testfeldkalibration (Labor) für jeden Kamerakopf
 - In flight Orientierung der Einzelköpfe über Verknüpfungspunkte

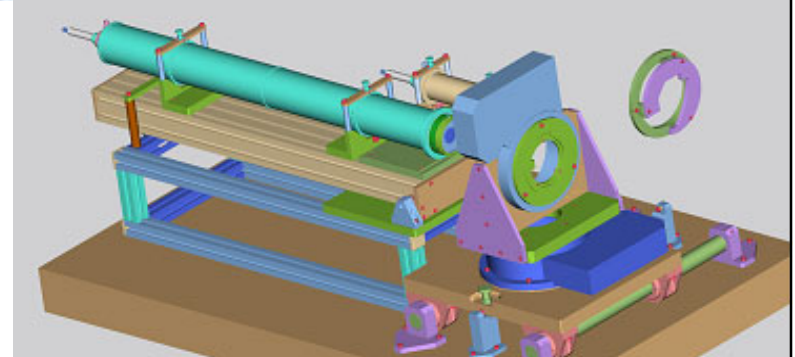




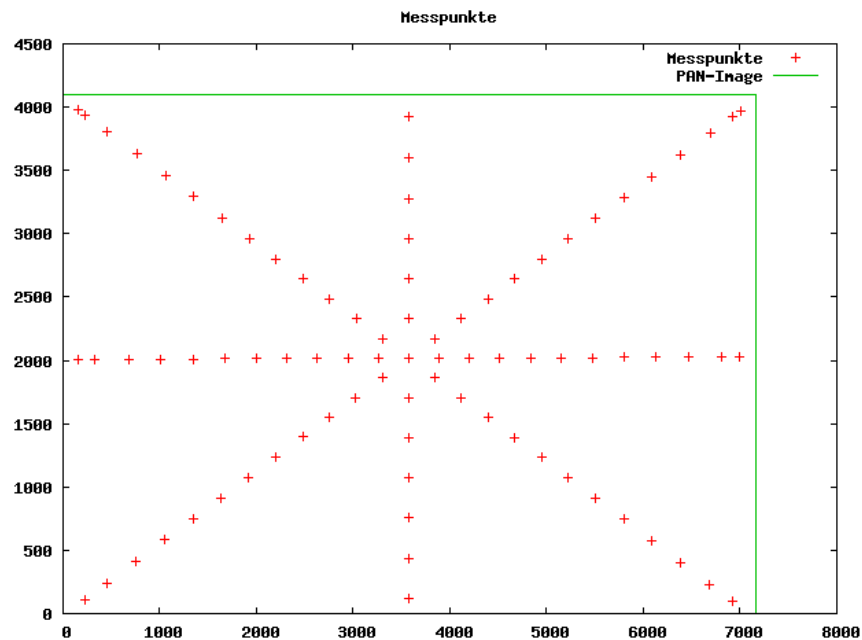
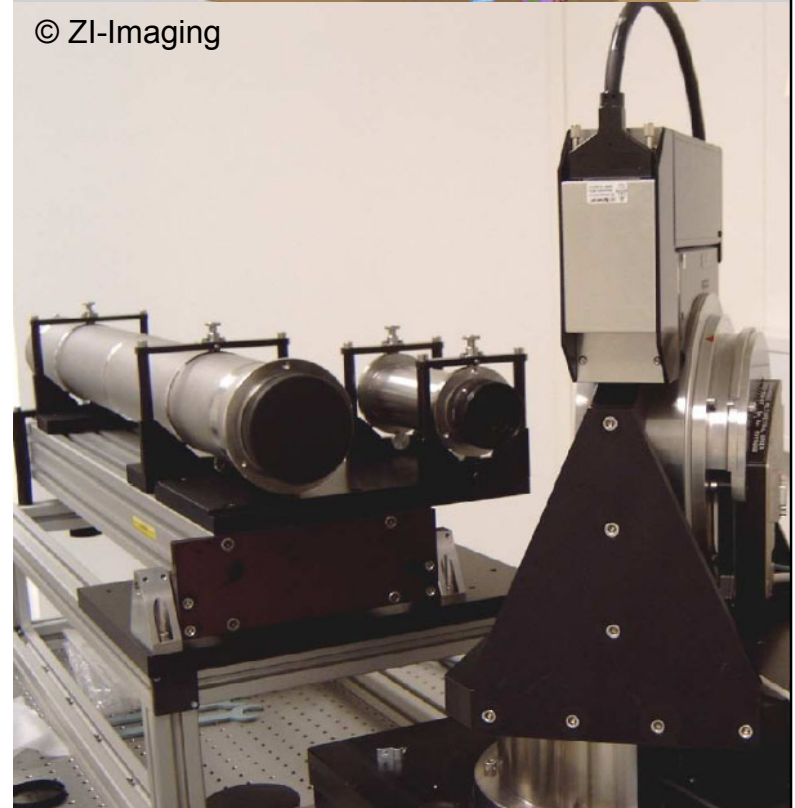
Kalibration DMC

Geometrische Einzelkopfkalibrierung

- früher **Goniometer** (Zeiss Oberkochen)
- jetzt **Kalibrierstand** (Zeiss Jena)
- Individuell für jeden Kamerakopf
- Blockausgleich (**physikalisches Parametermodell nach Brown**)



© ZI-Imaging

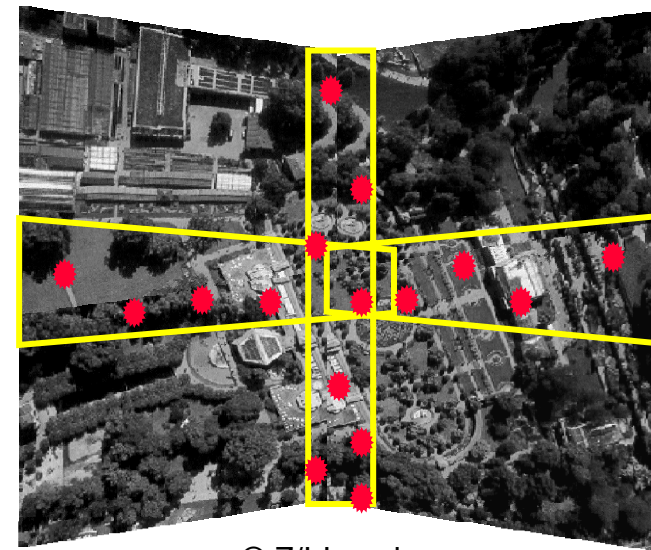
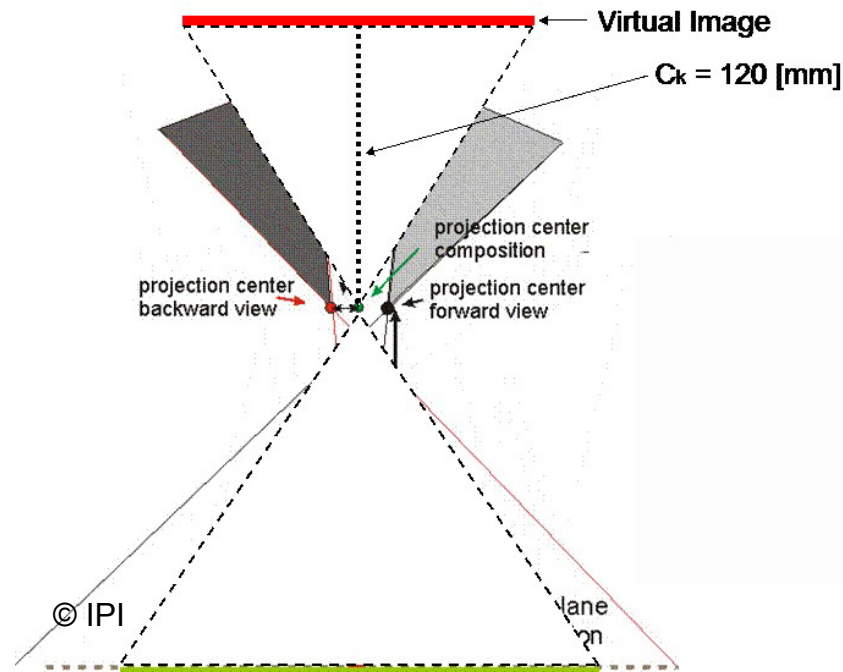


Kalibration DMC

Plattformkalibrierung



- Virtuelles Bild ergibt sich aus 4 individuellen Einzelbildern, Orientierung zueinander über Verknüpfungspunkte kontrolliert / realisiert wird

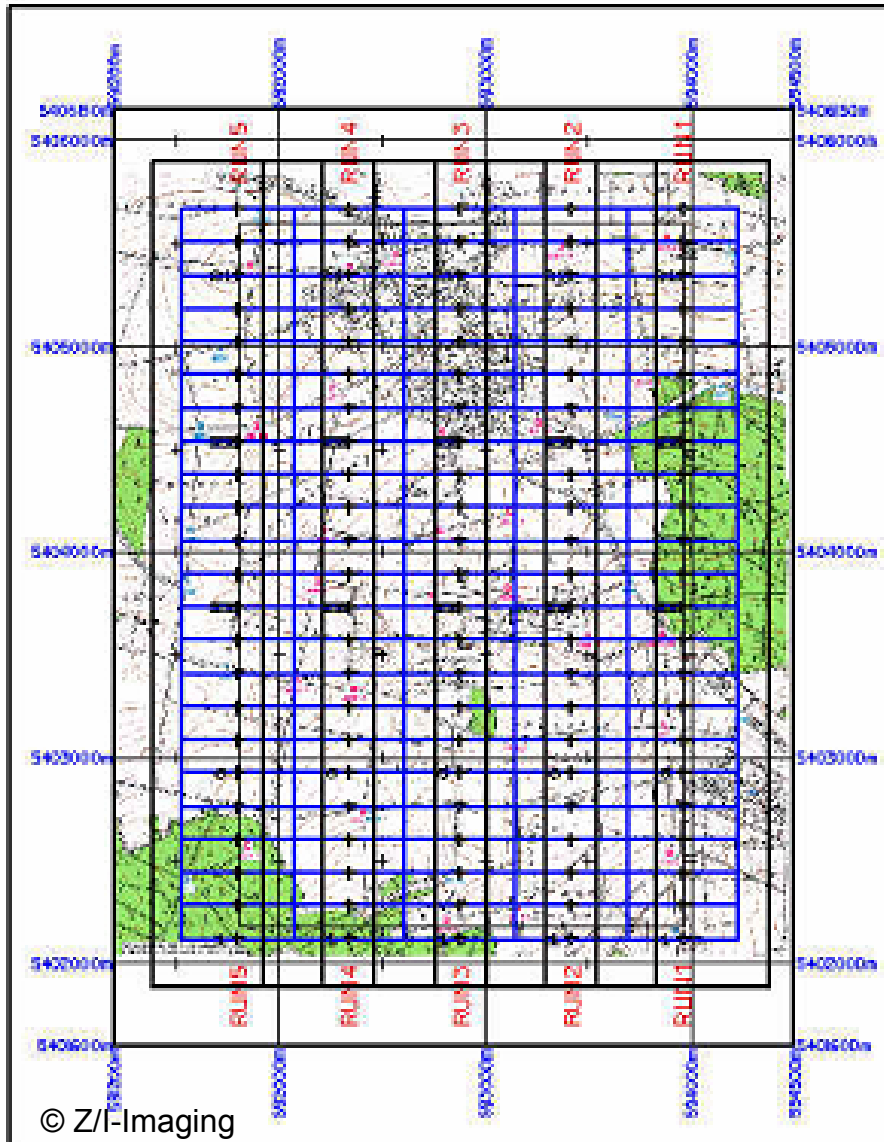


- ▶ Berücksichtigt kalibrierte Einzelköpfe und ist daher (theoretisch) verzeichnungsfrei (ideale Abbildung)



Kalibration DMC

Akzeptanztest durch Hersteller – Testflug



- ZI-Testfeld Elchingen, Konfiguration i.d.R.

- mb 5000, GSD 5cm
- 5 Streifen à 23 Bilder
- 33 Passpunkte

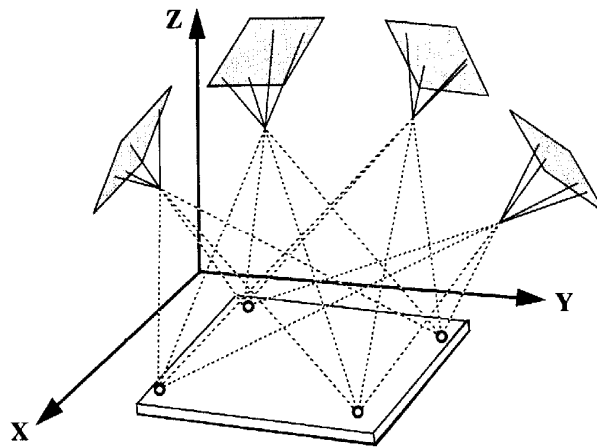
- alle Ergebnisse

- Geometrie
- Radiometrie
- Testfluggenauigkeiten

dokumentiert in Kalibrierreport
(konform zu **DIN 18740-4**
“Photogrammetrische Produkte -
Teil 4: Anforderungen an das
digitale Luftbild”)



Teil III



Digitale Kameras – Kalibrierung und Standards

Nationale und internationale Aktivitäten in
Standardisierungen



Situation der digitalen Bildaufzeichnung

Probleme



- Wie ist zu garantieren, dass eine spezielle Kamera meine **Anforderungen** erfüllen kann?
- Welches der verschiedenen Kameramodelle ist **notwendig / geeignet / ausreichend** für mein Projekt?
- Wie **beauftrage** ich eine Befliegung mit einem neuen digitalen Kamerasystem?
- Zertifizierung des **gesamten Prozesses** der Datengewinnung /-beschaffung notwendig aber (noch) nicht verfügbar, bisher eher komponentenweiser Ansatz (i.d.R. Optik)



Nationale & internationale Aktivitäten



- Standardisierung
 - DIN Normausschuss Bauwesen Fachbereich 03, Arbeitsausschuss „Photogrammetrie und Fernerkundung“ (Ltg. R. Reulke, Berlin)
 - DIN 18740 Photogrammetrische Produkte - Teil 4: Anforderungen an digitale Luftbildkameras und an digitale Luftbilder (2006-06, Entwurf)
 - International: ISO standard 19130 Sensor and data models for imagery and gridded data (restart 2007, Kontakt W. Kresse, Neubrandenburg)
- Validierung Sensor und Endprodukt
 - USGS
 - Fokus auf Sensor, Prozess und Endprodukt
 - Zertifizierung für USA (aktuell)
 - EuroSDR
 - Aktivität “Camera Calibration Network”
 - Europäische Zertifizierung (in Vorbereitung)



DIN Normenreihe 18740



- DIN 18740 „Photogrammetrische Produkte“
 - Teil 1: Anforderungen an Bildflug und digitales Luftbild (2001-11)
 - Teil 2: Anforderungen an das gescannte Luftbild (2005-02)
 - Teil 3: Anforderungen an das Orthophoto (2003-10)
 - Teil 4: Anforderungen an digitale Luftbildkameras und digitale Luftbilder (Entwurf, 2006-06)

- DIN 18740-4 behandelt folgende Schwerpunktthemen
 - Digitale Luftbildkamera (Abschnitt 4.1)
 - Bildflug (Abschnitt 4.2)
 - Digitales Luftbild (Abschnitt 4.3)



DIN Norm 18740-4



- Mit dem Kamerasystem müssen **stereophotogrammtrisch ausmessbare** und der Anwendung entsprechend **klassifizierbare** und **farbgetreue** Bilder erzeugt werden.
- Die auf das Bildprodukt bezogene Qualität des Kamerasystems ist durch ein **Herstellerzertifikat** zu belegen.
- Das Kamerasystem und seine Subsysteme müssen **geometrisch** und **radiometrisch kalibriert** sein. Die Kalibrierung muss durch ein **Kalibrierungszertifikat** nachgewiesen sein.
- Die Gültigkeit der geometrischen Kalibrierung zum Zeitpunkt des Bildflugs ist entweder durch eine **Validierungsprüfung** nachzuweisen, die *nicht länger als ein Jahr* zurückliegen darf, oder durch eine erneute Kalibrierung, die *nicht länger als zwei Jahre* zurückliegen darf.



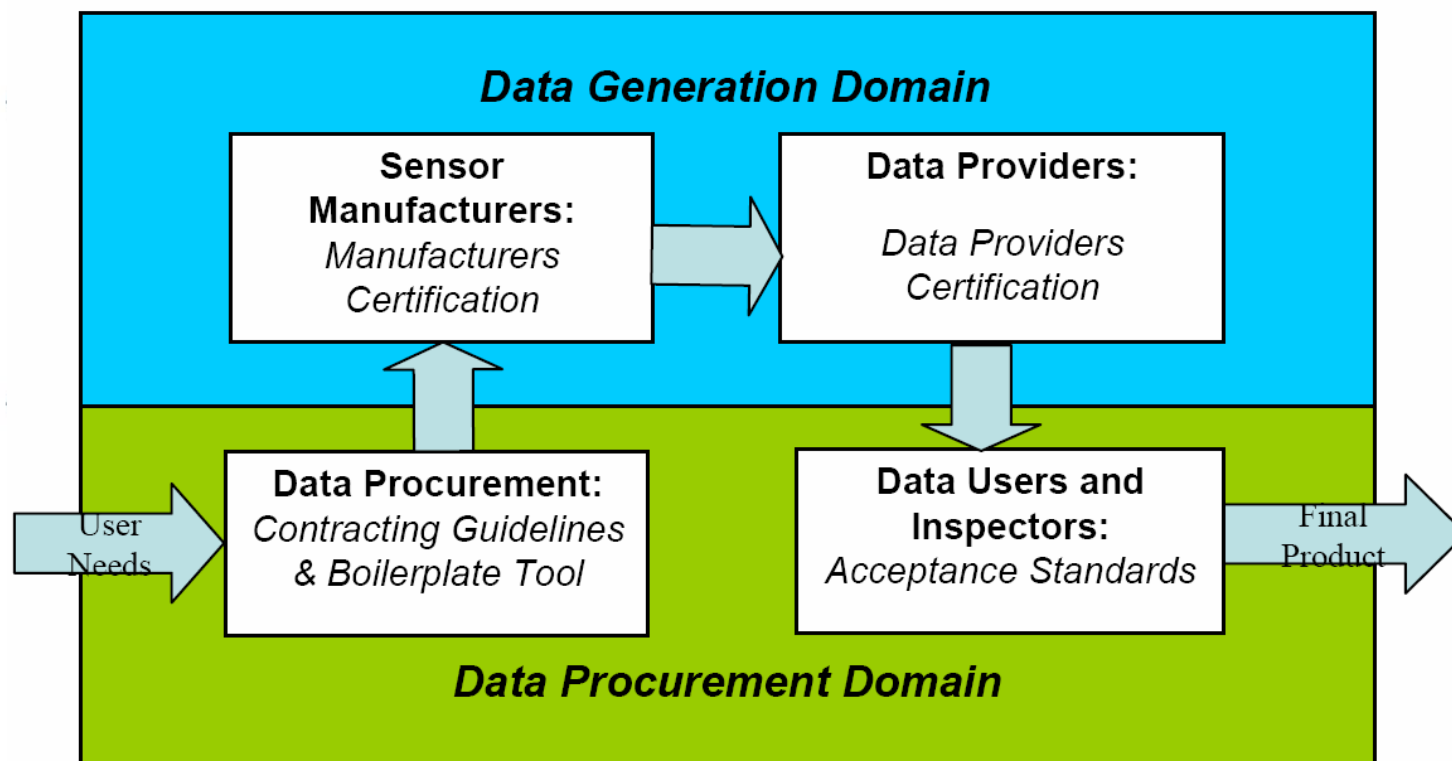


US Initiative zur Qualitätssicherung
digitaler Luftbilddaten



USGS Plan for Quality Assurance

- Four major parts covering two major processes:





Manufacturers Certification

- **Aerial Digital Imaging is in its “Wild West” phase**
 - ◆ Anything & everything being tried
 - ◆ Some metric-quality systems
 - ◆ Many “other” systems
- **How does the customer know which can produce mapping-quality data?**
- **USGS to offer “type certification” of mapping-quality digital aerial sensors**
 - ◆ Must be stable, well-quantified, repeatable
 - ◆ Able to routinely generate mapping-quality data
 - When operated properly!



Benefits of Manufacturers Certification

- Communicates specifications
- Provides evidence of system performance
- Independent certification helps to promote sensor systems
- Type certification eliminates burden of calibration for each sensor sold in the United States (1 time vs. n times)
- Eliminates need for USGS to have custom-built calibration instrument for calibration purposes



- [About Us](#)
- [History](#)
- [Vision, Mission, Values](#)
- [Management](#)
- [Corporate Presentations](#)
- [Press](#)
 - [Press Releases](#)
 - [Press Coverage](#)
 - [Press FAQs](#)
 - [Press Downloads](#)
 - [Press Contacts](#)
- [Alliances](#)
- [Events](#)
- [Intellectual Property](#)
- [Careers](#)

Intergraph Receives Certification from United States Geological Survey

Intergraph Z/I Imaging DMC is First-Ever Certified

HUNTSVILLE, Ala., May 2, 2006 – Intergraph Corporation <NASDAQ: INGR> today announced at the 2006 American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Conference that it has received the Type Certification from the United States Geological Survey (USGS), the sole science agency serving the U.S. Department of the Interior, for the Intergraph Z/I Imaging® DMC® (Digital Mapping Camera).

Intergraph is the first organization to receive the USGS certification on a large format sensor – assuring DMC customers that their high-quality digital mapping camera is certified by an unbiased, multi-disciplinary science organization.

“The Z/I Imaging DMC has established a reputation for versatility, quality and reliability among customers worldwide, so it is particularly gratifying to receive the first-ever certification for a large format sensor from such a prestigious organization,” said Gadi BenMark, general manager, Intergraph Transportation & Photogrammetry.

To earn the USGS Type Certification, Intergraph’s DMC underwent extensive reviews, which included submitting a detailed description of the camera system including hardware, software, factory calibration procedures, quality control processes and procedures, system documentation, user documentation and manufacturer best use recommendations. In addition, USGS inspected all applicable manufacturing and testing areas to certify that these processes were followed.

###

The USGS Remote Sensing Technologies Project[Home](#) [About Us](#) [Aerial/IADIWG](#) [Satellite](#) [Instrumentation](#) [Related Links](#) [Contact Us](#)

USGS Manufacturer Certification

The USGS digital aerial imagery manufacturer certification team reviews digital camera systems to verify the systems meet the claims of the manufacturer and are capable of providing quality, consistent image data to support civil government mapping and ortho-photography product development.

The certification process includes presenting and providing all appropriate information to address the certification requirements as defined in the USGS Quality Assurance of Digital Aerial Imagery plan and the USGS Manufacturer Certification Checklist.

This certification is valid for all systems that match the system type evaluated by the USGS during the site inspection. Any design changes that change the effective output of the system require additional evaluation and re-certification if necessary.

The following manufacturers have successfully completed the USGS Manufacturer Certification Process:

- [Applanix DSS](#)
- [Vexcel Ultra Cam D](#)
- [Zeiss Intergraph DMC](#)

[Accessibility](#) [FOIA](#) [Privacy](#) [Policies and Notices](#)[U.S. Department of the Interior](#) | [U.S. Geological Survey](#)URL: <http://calval.cr.usgs.gov/>Page Contact Information: erosweb@usgs.gov

Page Last Modified: April 25, 2007



Manufacturers Certification

Stensaas et al (2007):

„It should be noted that this USGS **type certification** is intended to ensure that the sensor system made by the manufacturer has been designed to **reliably, repeatedly, and routinely deliver an output product of consistent quality**. The certification will provide customers and users of digital imagery a verification of manufacturer specifications and claims. **This type certification does not imply that systems produced by different manufacturers, each receiving this certification, are capable of delivering data of identical quality or characteristics.** ... The USGS type certification simply endorses that the system, when operated in accordance with the manufacturer’s parameters, has a high likelihood of reliably producing products that meet the claims of the manufacturer for that system.”



Data Providers Certification

- **Second half of data generation is the flyer/data processor or Data Providers**
- **USGS to provide Data Providers Certification**
- **Focused on processes and process control**
 - ◆ Ensures that Data Providers are operating sensors in accordance with manufacturer's instructions and limitations
 - ◆ Ensures that Data Providers follow quality procedures
- **Desire to ensure reliability, repeatability, and trust**



Benefits of Data Providers Certification

- Provides evidence of performance of products
- Independent certification helps to promote product specifications and Data Provider's capabilities
- Documents Data Provider's quality assurance plan and "best practices"
- One certification for Data Provider and not for each camera
- Data Providers no longer have to send cameras to OSL for calibration, reducing down-time and shipping expenses



Teil IV



Digitale Kameras – Kalibrierung und Standards

EuroDAC² - ein Konzept für die zukünftige
Zertifizierung digitaler Luftbildkameras in Europa ?!



Europäische Kamerazertifizierung EuroDAC²



- EuroSDR sieht sich verantwortlich für die **Initiierung und Koordination** einer zukünftigen Zertifizierung digitaler Luftbildkamarasysteme auf internationaler europäischer Ebene
- Europa muss **eigene Anforderungen** für zukünftige Zertifizierung definieren. Darauf basierend wird sollte ein **europaweiter Prozess** für die Zertifizierung definiert werden
- es muss verhindert werden, dass sich der USGS Ansatz ohne vorherige Prüfung der europäischen Belange als **Quasi-Standard** durchsetzt. Ansonsten besteht die Gefahr, dass europäische Anforderungen nicht genügend berücksichtigt werden.





Warum europäische Zertifizierung EuroDAC² ?

- USGS Initiative wird begrüßt, breite Zustimmung auch in Europa, **aber**
- **unterschiedliche Anforderungen** an Projekte und Genauigkeiten
 - i.d.R. kleinere räumliche Ausdehnung, strengere Anforderungen an Auflösungsvermögen und Genauigkeit
 - Type-Zertifizierung vs. individuelle Sensor-Zertifizierung
- neue **Technologie im Wesentlichen von Europa** aus entwickelt, siehe
 - ADS40 (CH), DMC (D), UCD (A), DiMAC (B), JAS-150 (D), HRSC (D), AIC-Rollie (D), DigiCAM (D), IGN-Kamera (F)
 - Anwendung dieser Systeme durch europäische Zertifizierung **sichern und fördern**
- Europäischer Ansatz als **Alternative** oder **Ergänzung** (siehe z.B. Galileo-GNSS-Projekt)



EuroDAC² Prozessschritte



#	Prozessschritte
1	Erwartungen / Anforderungen seitens Nutzer AI: Ämter, Behörden u.a.
2	Input Kamerahersteller AI: Hersteller
3	Definition EuroDAC² Prozess AI: EuroDAC ² Kompetenzteam u.a.
4	Bestätigung / Akzeptanz von EuroDAC² Prozess AI: Ämter, Behörden, Hersteller u.a.
5	Implementierung (europaweit)



EuroDAC² Status



Anforderungen an den EuroDAC² Prozess

- **schnell** / in absehbarer Zeit verfügbar
- **praktikabel**
- **breite Akzeptanz** finden

Anmerkungen und
Kommentare zum
Entwurf (siehe Anlage)
und EuroDAC² Konzept
gerne erwünscht !!!

Aktueller Status

- Vorbereitung **Positionspapier** (Entwurf liegt vor)
- Akquise Kompetenzteam
- finanzielle Aspekte
- weitere Beschlüsse / Vorgehen: EuroSDR Treffen in Rotterdam, Ende Mai 2007



Kontakt und weitere Informationen



Information zur EuroSDR Organisation

www.eurocdr.net

www.ifp.uni-stuttgart.de/eurocdr

Information zu USGS Aktivitäten

http://calval.cr.usgs.gov/digital_aerial_imaging_quality_assurance.php

Kontakt

Michael Cramer
Institut für Photogrammetrie (ifp)
Universität Stuttgart
Geschwister-Scholl-Str. 24D
70174 Stuttgart
Tel.: 0711 685 84118
Fax.: 0711 685 83297
michael.cramer@ifp.uni-stuttgart.de

