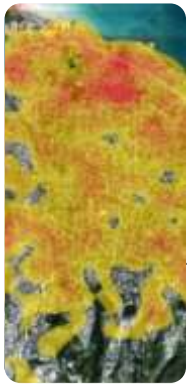


Mi. 26. Oktober 2011
DGPF Workshop, AK: Auswertung von
Fernerkundungsdaten, Halle:
**Neue Methoden für die Auswertung
und Interpretation von
Fernerkundungsdaten**

Automatisierte Bereitstellung von Geoinformation im Katastrophenfall

Dirk Tiede, Stefan Lang, Petra Füreder, Daniel Hölbling
Zentrum für Geoinformatik, Universität Salzburg, Österreich

Nutzung von Fernerkundungsdaten im Katastrophenfall



- **Fernerkundungsdaten können bei Katastrophen wertvolle Informationen liefern:**
 - Grundlagenkarten (Straßen, Orte, Versorgungseinrichtungen...)
 - detaillierte Auswertungen (Extraktion von Einzelbehausungen, Extraktion von Zerstörungen...) auf großem Maßstab
 - kostengünstiges Monitoring großer Gebiete auf kleinem Maßstab (Waldbrände, Überflutungsflächen...)
 - Zeitreihenanalysen und Monitoring durch die Möglichkeit der Rückschau auf die Entwicklung eines bestimmten räumlichen Phänomens (bei entsprechender Datenverfügbarkeit)
- **Satellitenbilder liefern Informationen auch über nur schwer zugängliche/gefährliche Gebiete**
- **Wiederholbare „Versuchs-anordnung“ mit standardisierten Daten**
- **Bereitstellung erfolgt in den ersten Tagen und z.T. Wochen nach einer Katastrophe**

Bereitstellung von Fernerkundungsdaten im Katastrophenfall

Bereitstellung von Fernerkundungsdaten (hier: Satellitendaten) im Katastrophenfall, z.B.:

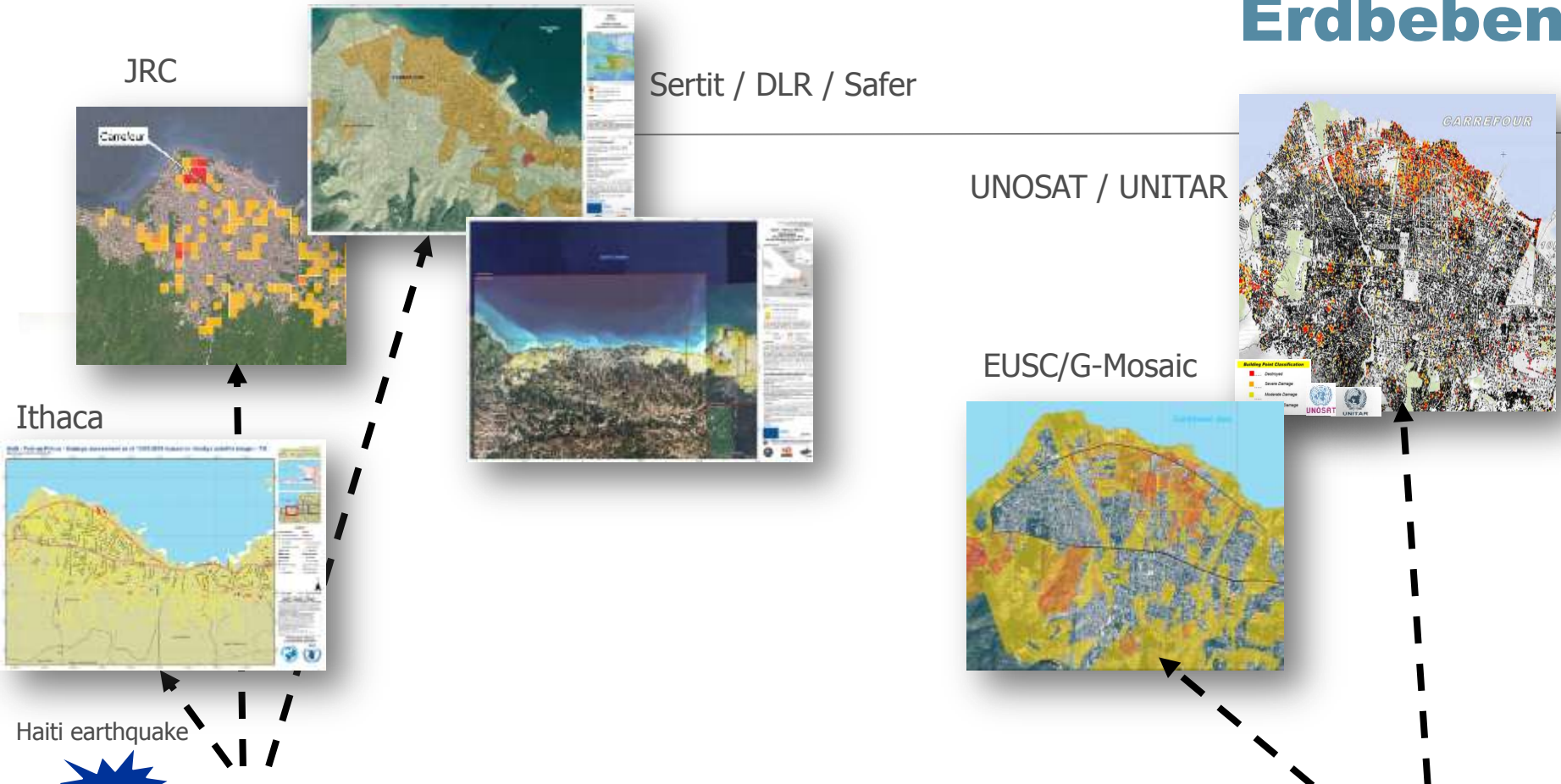
- "International Charter Space and Major Disasters"
(www.disasterscharter.org)
 - Autorisierte Nutzer, die den Charter-Mechanismus auslösen können, sind Zivilschutzbehörden, Rettungsorganisationen, Verteidigungs- und Sicherheitsstellen aus den Mitgliedsländern der Charter (36 Länder mit 42 autorisierten Nutzern)
- GMES (Global Monitoring for Environment and Security) Projekte (z.B. SAFER (Emergency Servics) oder G-MOSAIC (Security Service))
- Direktakquise (Tasking oder Archiv)

Bereitstellung von Geoinformation im Katastrophenfall

Bereitstellung von Geoinformation aus Fernerkundungsdaten im Katastrophenfall:

- Grundlagenkarten aber auch Extraktion von Zerstörungen, Überflutungsflächen und anderer relevanter Geoinformation nach einem Katastrophenfall auf Basis von Fernerkundungsdaten (z.B. über Charter Aktivierungen) erfolgt in den ersten Tagen und z.T. Wochen nach einer Katastrophe
- Operationell (24/7) arbeitende Organisationen wie z.B. das Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation ((DLR-ZKI, Deutschland), Sertit (Frankreich) oder UNITAR/UNOSAT (Vereinten Nationen) erzeugen solche Karten
- Karten meist kostenlos verfügbar (z.B. www.reliefweb.int/), Finanzierung erfolgt häufig durch Projekte im Rahmen von GMES
- Auswertungen sind meist zeitintensive, manuelle (Experten-) Vergleiche von Vorher- Nachher-Daten

Beispiele nach dem Haiti Erdbeben



Jan 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 Feb 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Data availability

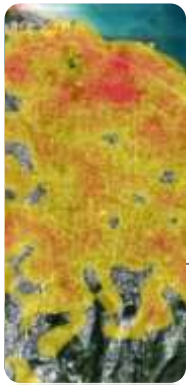
Automatisierte Bereitstellung von Geoinformation im Katastrophenfall

- Automatisierte Bereitstellung von Geoinformation im Katastrophenfall:
 - Bedarf nach automatisierter Bereitstellung steigt
 - um **zeit- und arbeitsintensive Arbeiten zu beschleunigen (bei immer besserer Datenlage)**
 - um **Bildanalyse durch Experten auf komplexe Bereiche zu konzentrieren** / Entlastung von redundanten Arbeiten
 - Probleme:
 - Automatisierte Auswertungen aus Fernerkundungsdaten nach einem Katastrophenfall im Moment noch häufig **limitiert auf einfache, weniger komplexe Anwendungsgebiete** wie die Identifikation von Überflutungsflächen, Waldbrandbereiche etc.
 - **Komplexere Situationen** z.B. Gebäudeschäden nach einem Erdbeben erfordern die **Berücksichtigung vieler Parameter** (verschiedene Zerstörungstufen, unterschiedliche Strukturen, etc.)

Automatisierte Methoden

- Das Zentrum für Geoinformatik hat einen Schwerpunkt im Bereich **objekt-basierter Bildanalyse** (Academic Centre of Excellence for object-based image analysis) und entwickelt **Algorithmen zur verbesserten automatisierten Auswertung von Fernerkundungsdaten**
- Beispiele für die die Anwendung automatisierter Analysemethoden zur Bereitstellung von Geoinformation im Katastrophenfall (innerhalb der EU GMES-Projekte G-MOSAIC und LIMES entwickelt und angewendet, aber auch über direkte Zusammenarbeit mit NGOs):
 1. Automat. Schadensabschätzung, Erdbeben Haiti 2010
 2. Flüchtlingslager Dagahaley, Kenia – Extraktion von Unterkünften 2011
 3. Zeitreihenanalyse eines Flüchtlingslagers in Darfur/Sudan (2002-2008)

Erdbeben Haiti, Januar 2010



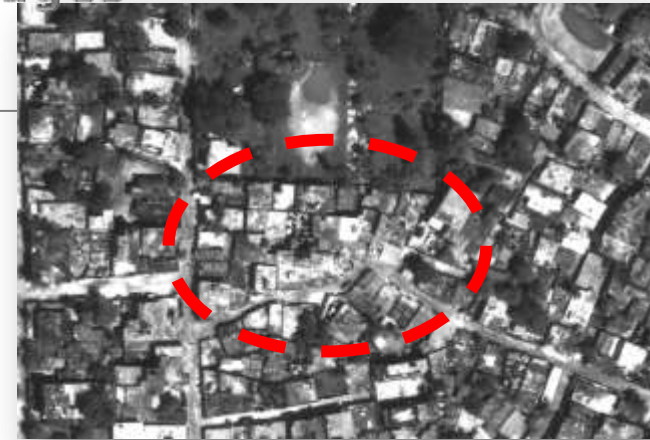
- Anfrage innerhalb des "Rapid Geospatial Reporting Service" (G-MOSAIC) für eine schnelle Schadensanalyse u.a. für die Stadt **Carrefour** (6 km westlich von Port-au-Prince)
- **User:** United Nations Department of Field Support (UN-DFS) und Spanisches Rotes Kreuz

Daten

Pre-images

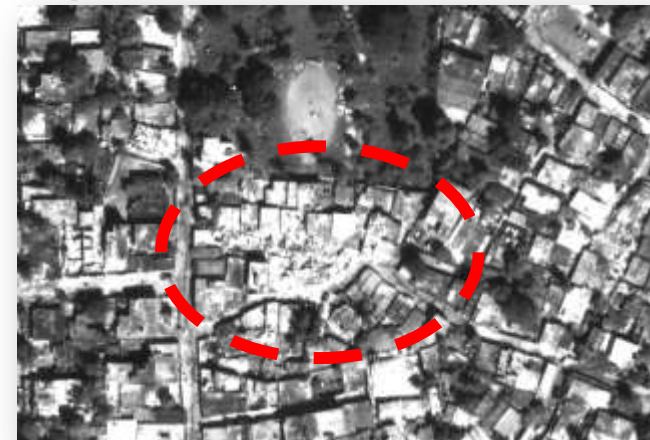


Port-au-Prince



Carrefour

Post-images



Sensor

Acquisition date

Spatial resolution

Spectral resolution

Carrefour pre-event image

GeoEye-1

27 July 2009

2 m multispectral,
0.5 m panchromatic

4 multispectral bands + 1
panchromatic band

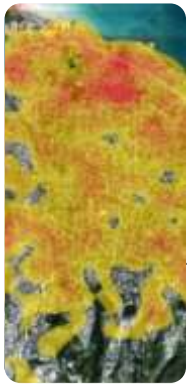
Carrefour post-event image

GeoEye-1

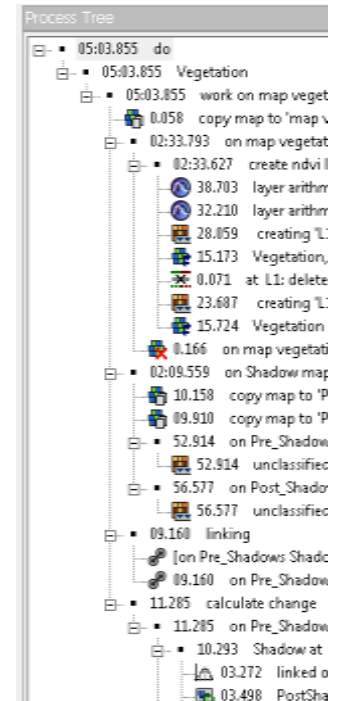
13 January 2010

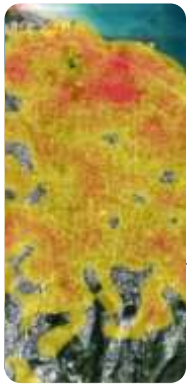
2 m multispectral,
0.5 m panchromatic

4 multispectral bands + 1
panchromatic band



- Entwicklung von **Regelsätze zur objektbasierten Bildanalyse** um relevante Informationen zu extrahieren
- Umsetzung innerhalb der "**Cognition Network Language (CNL)**" – modulare Programmiersprache innerhalb der Software **eCognition (Trimble)**
- Herausforderungen hier:
 - Schnelle Bereitstellung von Schadensverteilungen (= schnelle Regelsatzentwicklung und schnelle Berechnung)
 - Keine perfekte Co-Registrierung zwischen den Bildern (bis zu 5 m Versatz, nur vorprozessierte Bilder verfügbar keine Roh-Daten)

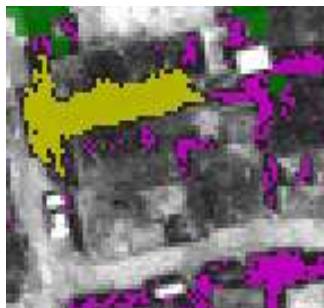
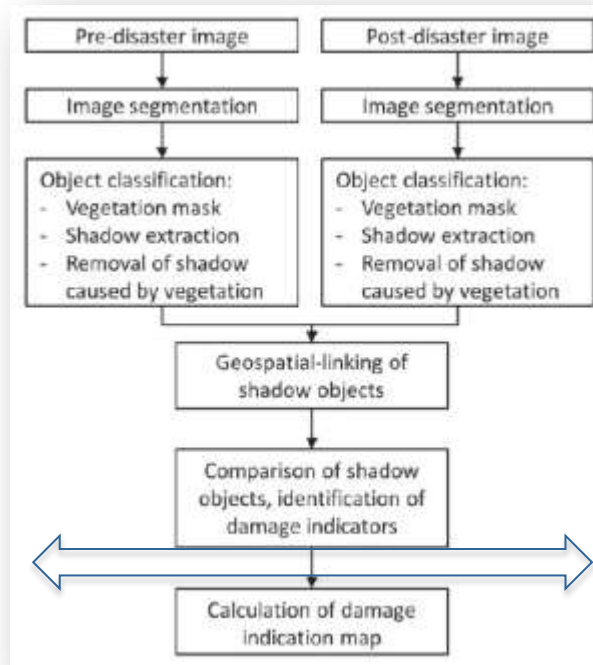




- **Schadenserfassung basierte in diesem Fall auf Indikatoren (Verringerung der Komplexität der Auswertung)**
 - ➔ hier: Änderung der Schattenwürfe von Gebäuden vor und nach dem Erdbeben
 - ➔ Identifikation komplett und teilweise zerstörter Gebäude
- **Zusätzliche Extraktion von Vegetation (und deren Schatten) um unerwünschte Veränderungshinweise auszuschließen**
- **Nicht-Berücksichtigung von Schäden, die nicht von "oben" sichtbar sind bzw. die nicht zum (Teil-) Einsturz geführt haben**
- **Anwendung eines "object-linking" Ansatzes: Vergleich von Objekten mittels räumlicher Abfragen inklusive einer möglichen Verschiebungsdistanz in x/y Richtung)**
- **Details:**

Tiede, D., Lang, S., Füreder, P., Hölbling, D., Hoffmann, C., Zeil, P., 2011. Automated damage indication for rapid geospatial reporting. An operational object-based approach to damage density mapping following the 2010 Haiti earthquake. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 77 (9), 933-942.

Workflow



Process Tree

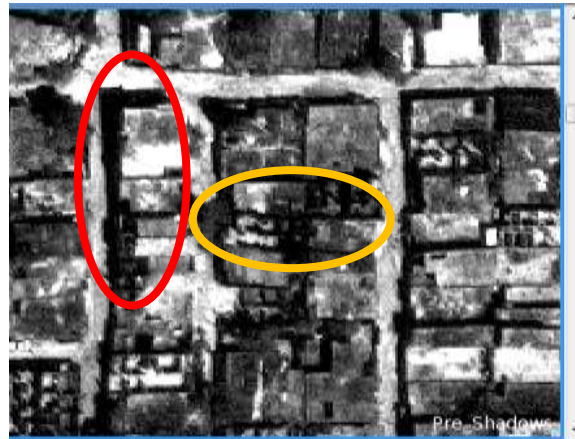
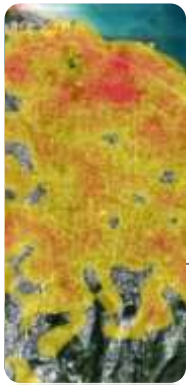
- 05:03.855 do
 - 05:03.855 Vegetation
 - 0.058 copy map to 'map v
 - 02:33.793 on map vegetat
 - 02:33.627 create indivi
 - 38.703 layer arithr
 - 32.210 layer arithr
 - 28.059 creating 'L'
 - 15.173 Vegetation,
 - 0.071 at L1: delete
 - 23.687 creating 'L'
 - 15.724 Vegetation
 - 0.166 on map vegetat
 - 02:09.559 on Shadow map
 - 10.158 copy map to 'P'
 - 09.910 copy map to 'P'
 - 52.914 on Pre_Shadow
 - 52.914 unclassific
 - 56.577 on Post_Shadow
 - 56.577 unclassific
 - 09.160 linking
 - [on Pre_Shadows Shad
 - 09.160 on Pre_Shadow
 - 11.285 calculate change
 - 11.285 on Pre_Shadow
 - 10.293 Shadow at
 - 03.272 linked o
 - 03.498 PostSha

Process Tree

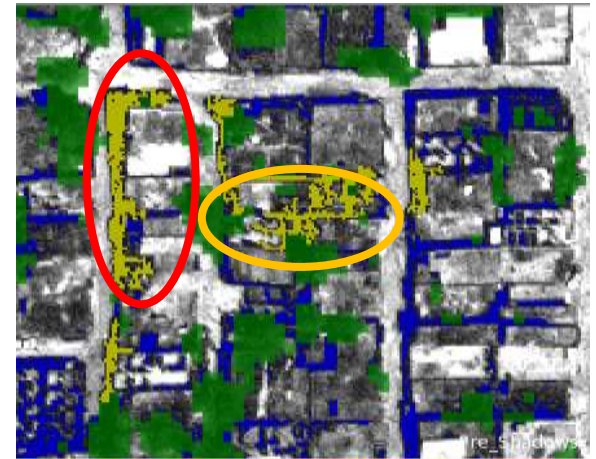
- 05:03.855 do
 - 05:03.855 Vegetation
 - 0.058 copy map to 'ma
 - 02:33.793 on map vege
 - 02:33.627 create ind
 - 38.703 layer arit
 - 32.210 layer arit
 - 28.059 creatin
 - 15.173 Vegetati
 - 0.071 at L1: del
 - 23.687 creatin
 - 15.724 Vegetati
 - 0.166 on map vege
 - 02:09.559 on Shadow m
 - 10.158 copy map to
 - 09.910 copy map to
 - 52.914 on Pre_Sha
 - 52.914 unclassif
 - 56.577 on Post_Sha
 - 56.577 unclassif
 - 09.160 linking
 - [on Pre_Shadows Sha
 - 09.160 on Pre_Shad
 - 11.285 calculste chang
 - 11.285 on Pre_Shad
 - 10.293 Shadow
 - 03.272 linke
 - 03.498 Post

Rule-set for information extraction and change detection analysis

Ergebnisse

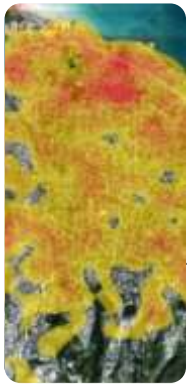


Pre-images



Post-images





Carrefour

- Berechnung von Schadensverteilungskarten (rot – hohe Schadensdichte, gelb – geringe Schadensdichte)
- Veröffentlicht und an die Nutzer (vor Ort) weitergegeben am 19/01/2010 – 12 Stunden, nachdem die Satellitendaten zur Verfügung gestellt wurden
- Berechnungszeit: ~ 4 Minuten für ca. 17 km², 0.5m GSD



RGR

G-mosaic

Gmes

Projection: Universal Transverse Mercator
 Zone: 18N
 Spheroid: WGS84
 Datum: WGS84

Image: GeoEye-1
 Date: 13/01/2010

G-MOSAIC RGR service activated by:
 UN-DFG Cartographic Section
 Spanish Red Cross
 Italian Ministry of Defense

This map shows the density of destroyed dwelling structures in Carrefour. Red areas indicate areas with a higher degree of damage whereas yellow areas show areas with lower damage.

The automated change detection was produced within the G-MOSAIC Rapid Geospatial Reporting Service and is based on pre and post imagery of GeoEye-1.

Object-based extraction of damage indicators (mainly shadows) was performed by the Centre for Geoinformatics, Salzburg University (supported by Defnizens).

Density of damaged buildings

Low High

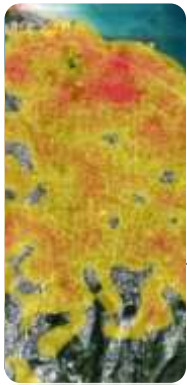
1 centimeter = 25 meters

This product is covered by the EU Security Regulation 2001/93/EC.
 Map produced under emergency production protocol.
 Boundary georeferencing information originates from the producer.
 The producer accepts no legal responsibility or liability whatsoever with regard to the use of this product.

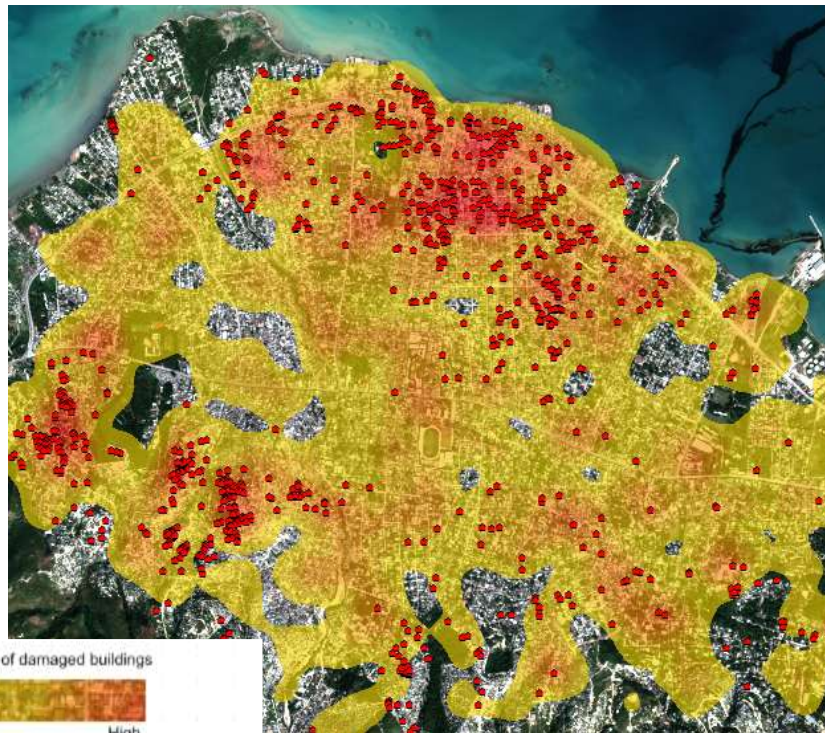
UNIVERSITÄT SALZBURG ZGIS



Validierung



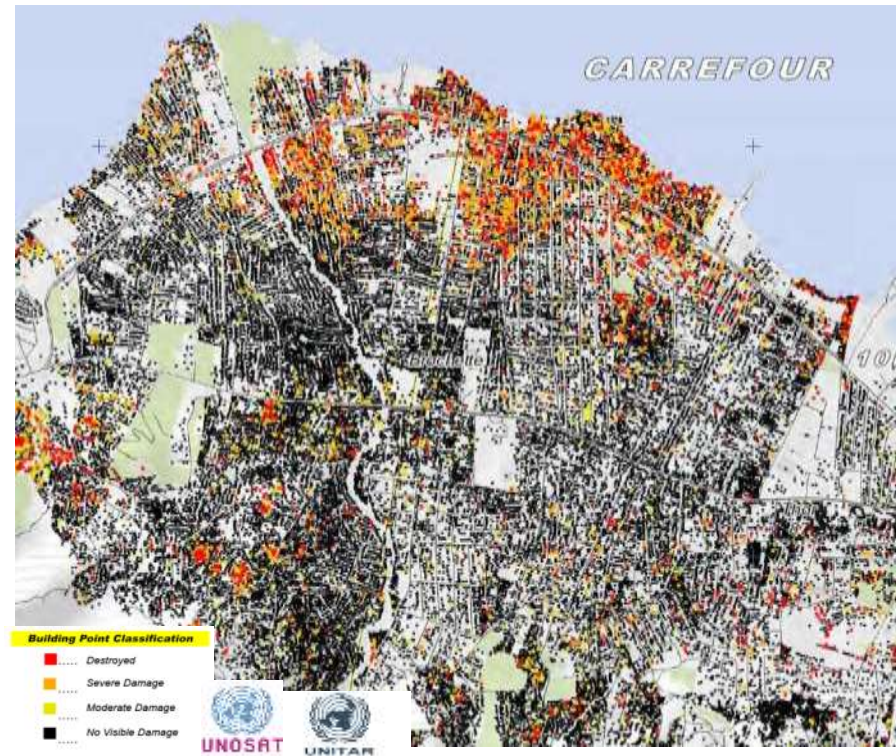
- Manual extraction (G-MOSAIC/EUSC) (four weeks after the earthquake) underlain with the automated assessment.



Automated analysis (Z_GIS) compared to the manual mapping of damaged buildings created by G-Mosaic

- Damaged Buildings

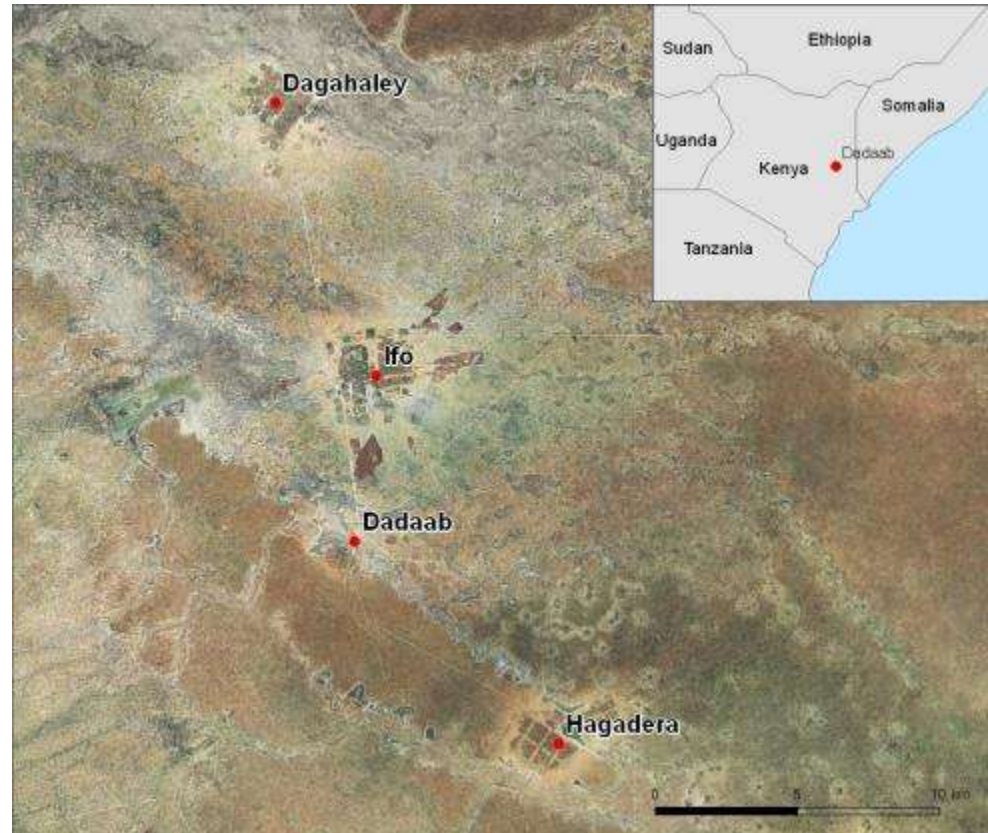
- Manual extraction (UNOSAT/UNITAR) from February, 15, 2010 – based on aerial imagery

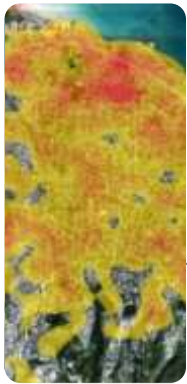


Flüchtlingslager Dagahaley

Flüchtlingslager Dagahaley, Kenia – Extraktion von Unterkünften 2011

- Anfrage von NGO
- Abschätzung der
Bevölkerungsverteilung
anhand von aktuellen
Satellitenaufnahmen
 - **WorldView-2**
 - Räumliche Auflösung (pan):
0,5 m
 - Betreiber: DigitalGlobe
 - 8 Kanäle





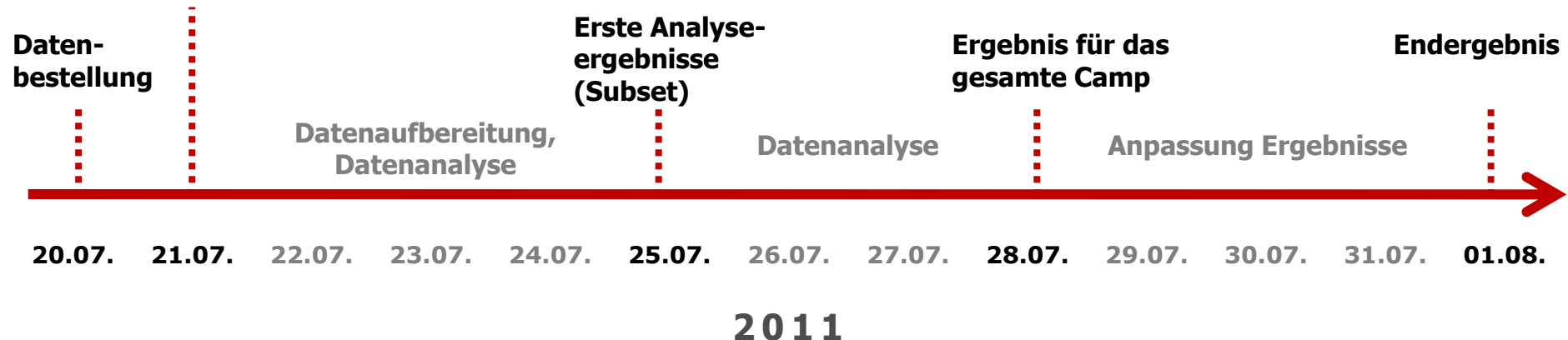
Zeitlicher Ablauf

Zeitlicher Ablauf - von der Datenbestellung bis zu den Ergebnissen

- eigene Datenbestellung (Archivdaten, 4 Tage alt)
- weniger zeitkritisch als die Erdbebenfolgenabschätzung, dafür komplexere Informationsextraktion gewünscht (Einzelbehausungen, mehrere Klassen)

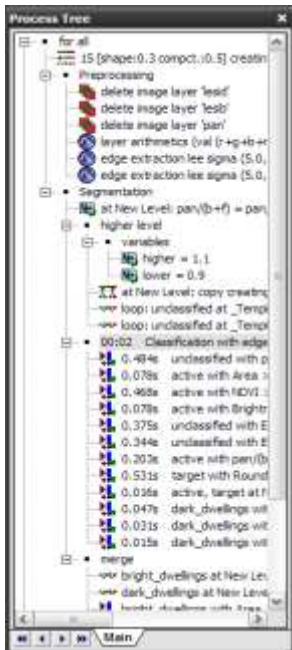
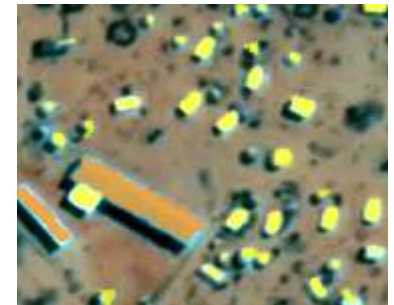
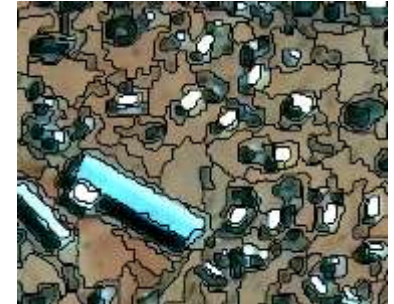
Datenlieferung

(Aufnahmezeitpunkt: 16.07.2011)

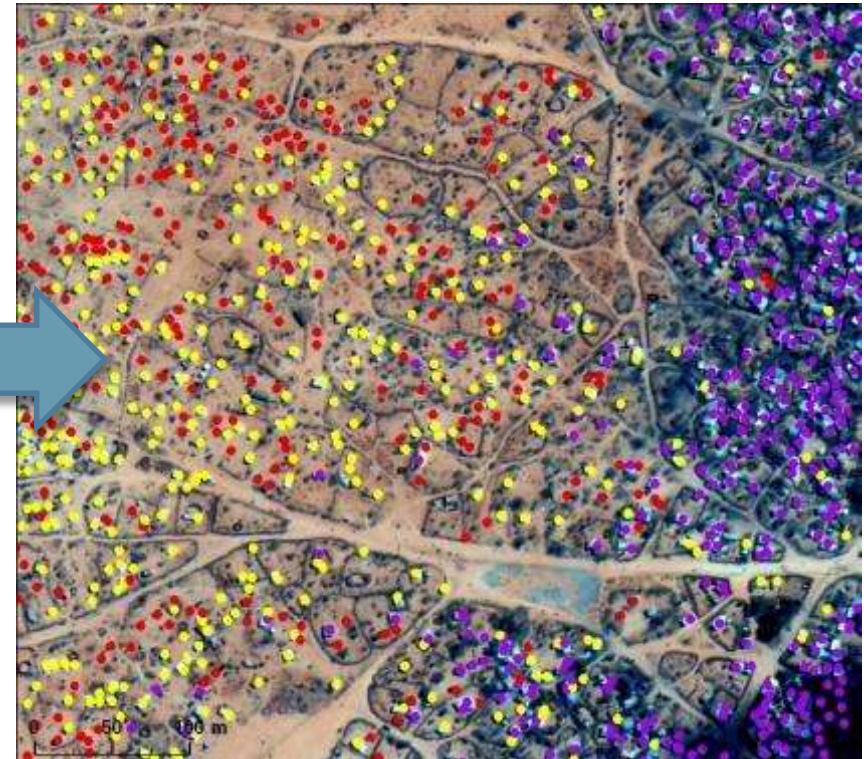


■ Anwendung von "master rule-sets":

- Im Zuge früherer Analysen von Camp-Strukturen entwickelte Regelsätze, Übertragbarkeit verbessert durch Verwendung:
 - relativen spektralen Schwellwerten (z.B. Objekt umgeben von helleren Objekten)
 - Formparametern (z.B. Kompaktheit und Größenangaben)
- Anzupassende Schwellwerte werden in Form von Variablen eingesetzt, so dass diese nur am Anfang neu gesetzt werden müssen
- Herausforderung:
 - z.T. Wolken und Wolken Schatten vorhanden
 - Ausnutzung von 8 Spektralkanälen musste in den Regelsätzen neu angepasst werden
 - z.T. kleine undeutliche Hüttenstrukturen (kleine, dunkle Rundhütten)

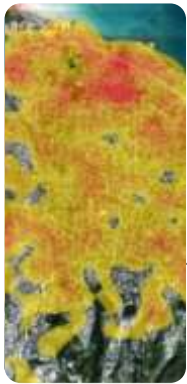


Extraktion von Unterkünten in Dagahaley



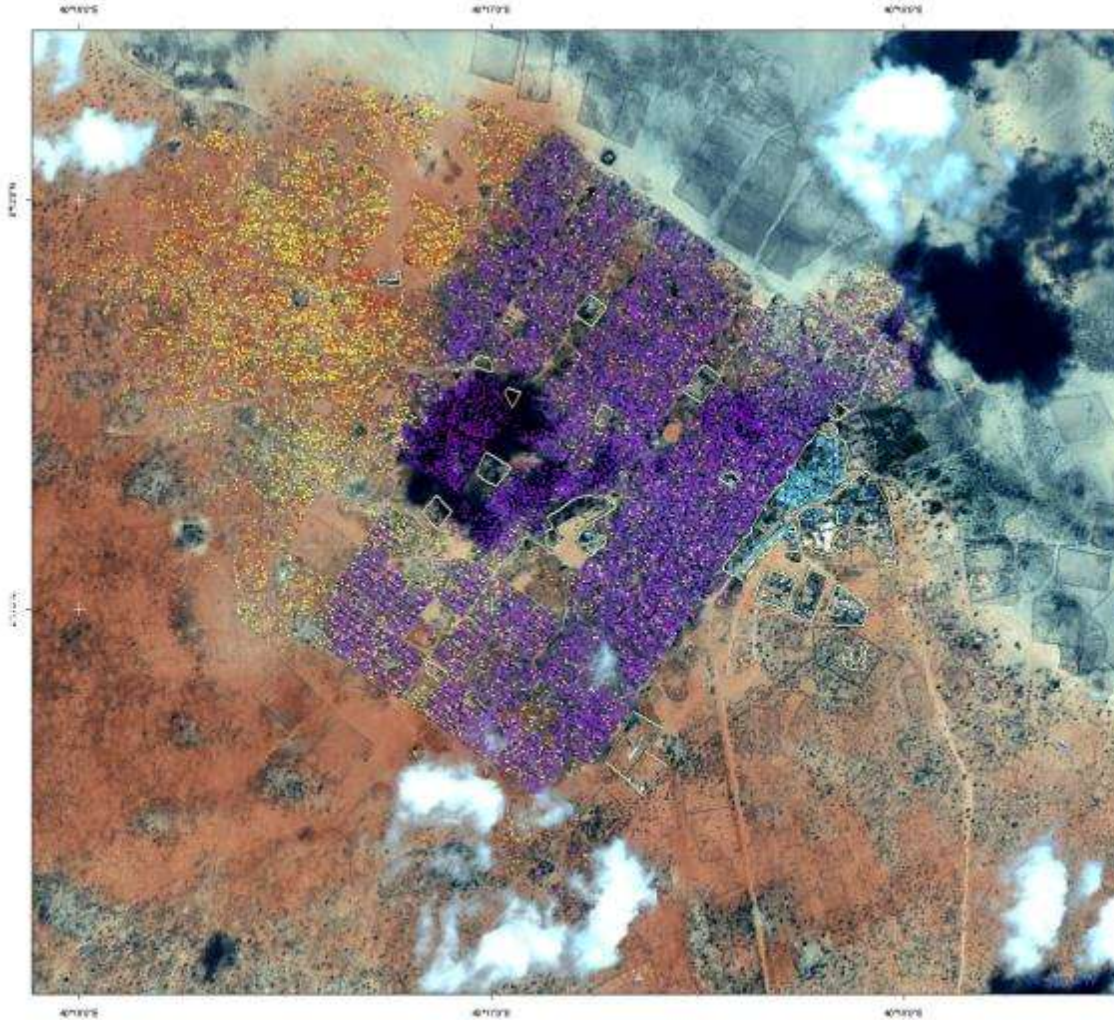
Extraktion verschiedener Unterkunftstypen in Dagahaley basierend auf einer WorldView-2 Aufnahme (gelb: Zelte, rot: traditionelle Rundhütten, violett: Unterkünten mit Wellblechdach)

Ergebnisse - Extraktion von Unterkünften



Einzelne Unterkünfte:

- Gelb: Zelte
- Rot: Rundhütten (tukuls)
- Violett: Unterkünfte mit Wellblechdach
- Insgesamt wurden 23.400 Unterkünfte extrahiert, davon ca. 14.000 Unterkünfte mit Wellblechdach, 6.600 Zelte und 2.800 Rundhütten



01.09.2011

Refugee Camp Dagahaley (Kenya) Semi-automated Dwelling Detection

Location

Local projection: UTM Zone 37N; Datum: WGS 84
Geographic projection: LatLon (WGS); Datum: WGS 84
Scale: 1:17.000 for A3 print

Metadata

Created: 08.08.2011
Date: 18.09.2011
Copyright: Digital Globe
Spatial resolution: 3.0 m

Description

The map shows single dwellings of the Dagahaley refugee camp on July 16, 2011. An effort has been carried out using very high spatial resolution satellite imagery from WorldView-2, which is an advanced optically based dwelling extraction. The 0.5m-30cm image resolution revealed 13,346 dwellings with confidence > 0.9 and 10,075 tents, 2,800 tukuls were detected manually. In total 23,402 dwellings were derived. Information on camp dwellers comes from UNHCR (2011). Dwellings within the camp fence were not detected.

Legend

Semi-automated extracted dwellings

- dwelling with corrugated metal roof
- tent
- tukul
- Camp border

Disclaimer

This map has been generated by optimizing the material available knowledge on lighting information digital on environment. Some of the probable geographic information has been lost due to the scale, resolution, date and interpretation of the original source materials. The provider accepts no legal responsibility or liability of whatever kind related to the use of this product.

UNIVERSITÄT SALZBURG ZGIS

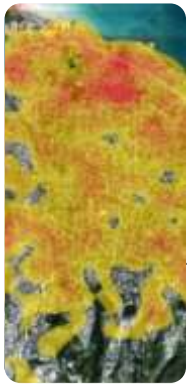
- Manuelle Nachbesserung der Ergebnisse basierend auf visueller Interpretation und Informationen der NGO
- → die ursprüngliche Anzahl der Rundhütten (tukuls) wurde aufgrund von Vor-Ort-Berichten manuell nachgebessert
 - Fotos zeigten, dass es viele kleine Rundhütten gibt, die bei der ersten Analyse nicht als solche interpretiert wurden



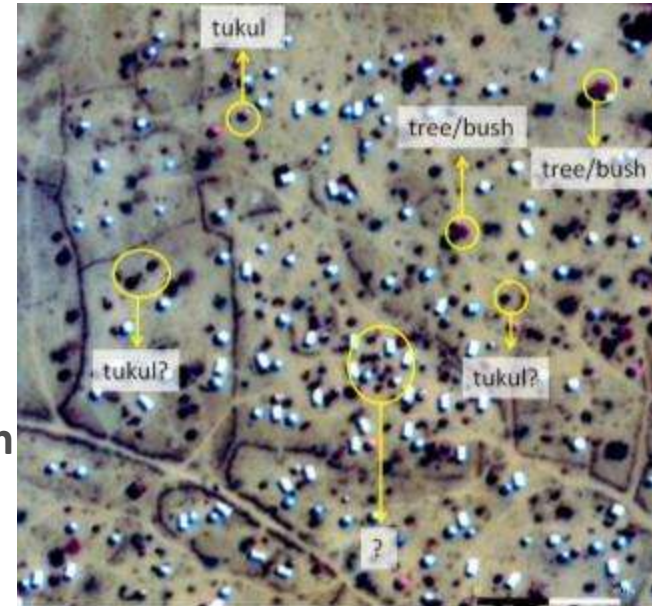
Daniel Zolli (2011)



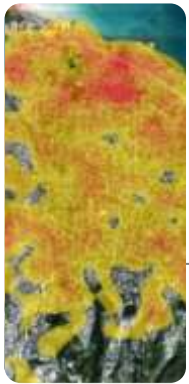
Probleme / Einschränkungen



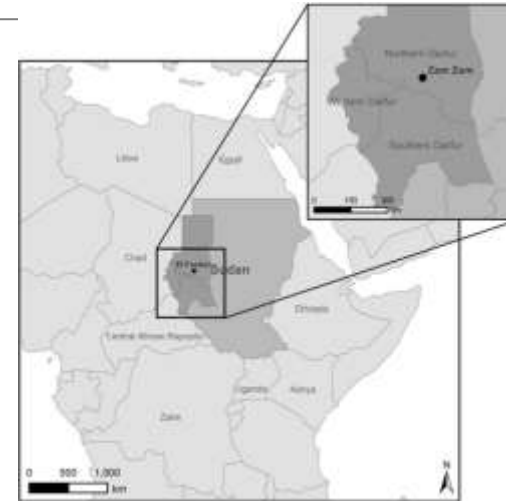
- **Unterschiedliche Materialien der Unterkünfte**
- **Komplexe Strukturen, v.a. bei Rundhütten**
 - Verwechslung mit vertrockneten Büschen/Sträuchern, die auf dem Satellitenbild auch sehr dunkel erscheinen
- **Aufnahmezeitpunkte und Verfügbarkeit der Satellitenbilder**
- **Abschätzung der Bevölkerung in Flüchtlingslagern: je nach Bevölkerungsdruck sehr unterschiedliche Belegungsdichten der Unterkünfte**



Zeitreihenanalyse eines Flüchtlingslagers in Darfur/Sudan (2002-2008)

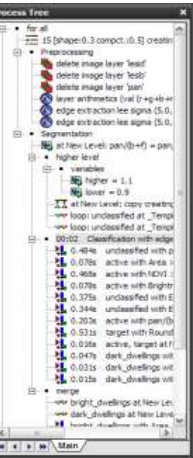
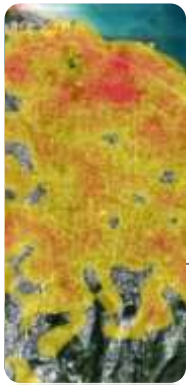


- Zeitreihenanalyse eines Flüchtlingslagers (IDPs – internally displaced persons) in Darfur/Sudan (2002-2008)
- Beispiel für ein nicht zeitkritische Auswertung ("Rückschau"), wobei aber die große Menge der zu extrahierenden Informationen (+ environmental impact) automatisierte Auswertungen nötig macht.
- Details:



Lang, S., Tiede, D., Hölbling, D., Füreder, P., Zeil, P., 2010. Earth observation (EO)-based ex post assessment of internally displaced person (IDP) camp evolution and population dynamics in Zam Zam, Darfur. International Journal of Remote Sensing, 31 (21), 5709 - 5731.

Zeitreihenanalyse eines Flüchtlingslagers in Darfur/Sudan (2002-2008)



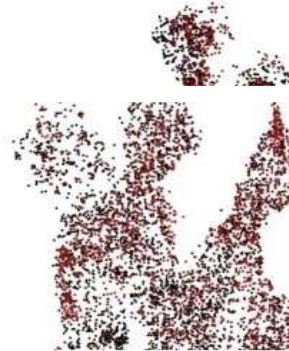
393 dwellings



6452 dwellings



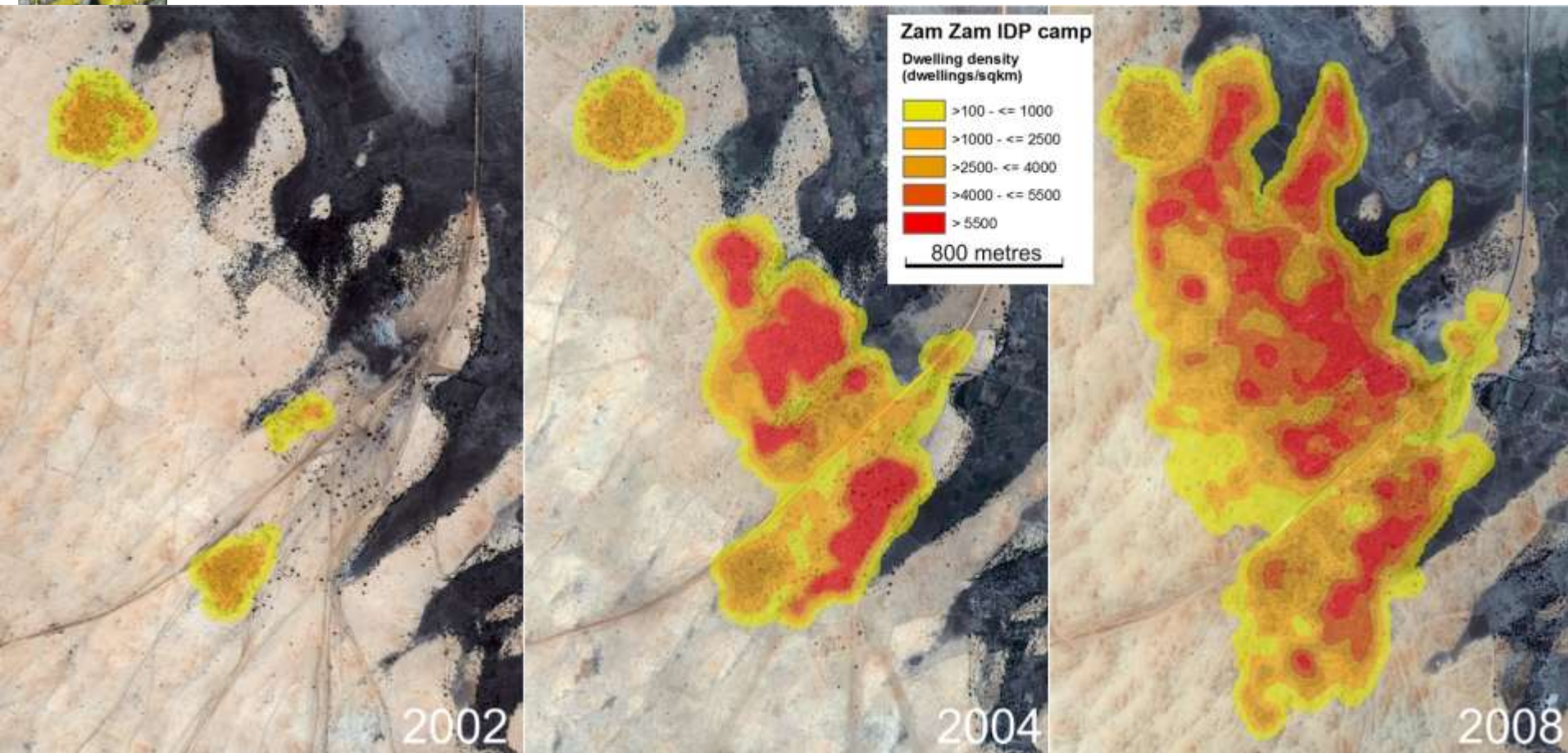
13357 dwellings



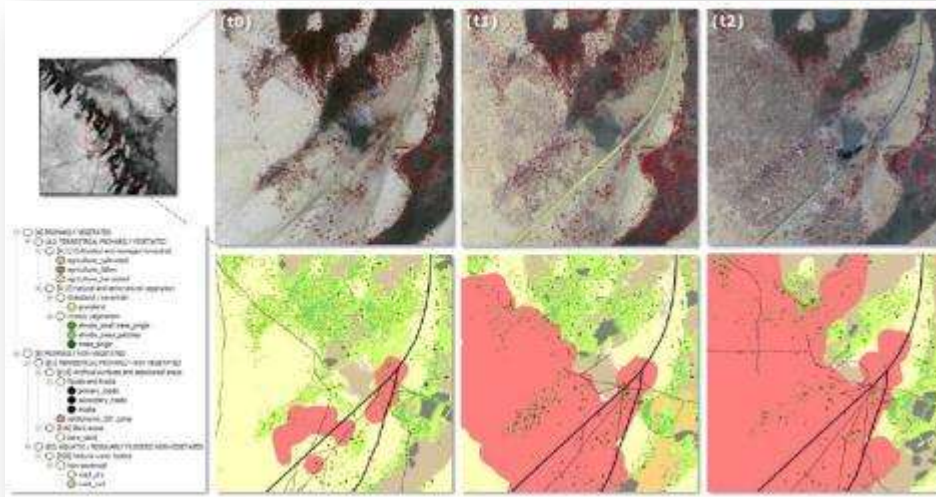
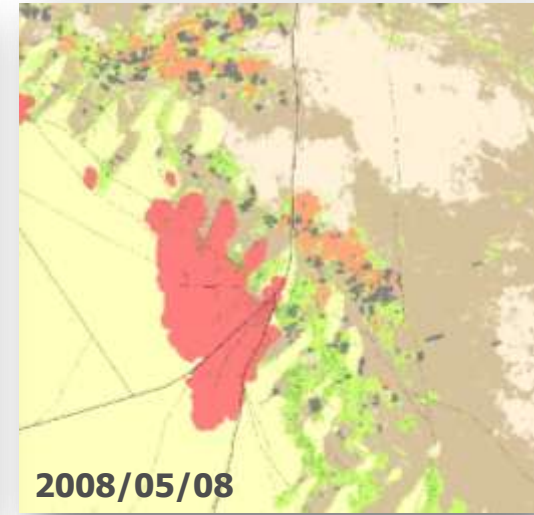
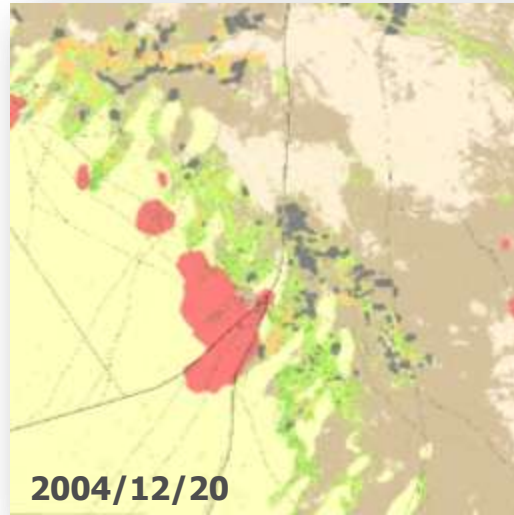
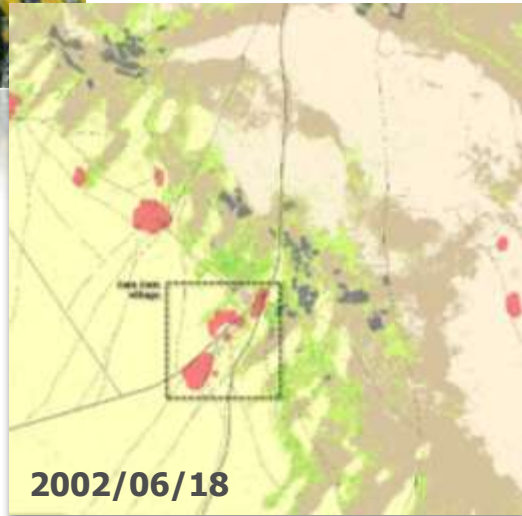
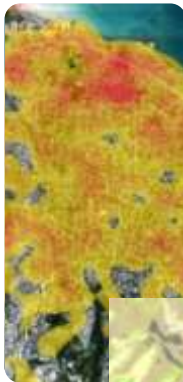
Population estimations for the three time slices, based on the automatically extracted dwelling structures and three different scenarios

acquisition date - satellite imagery	# of dark dwellings ('traditional')	# of bright dwellings ('tents/tarpaulins')	# of dwelling structures - overall	Population figures from HNP/OCHA/Sp RC	Scenario I	Scenario II	Scenario III
June 18th 2002	393	0	393	-	1179	1179	1572
Dec 20th 2004	4557	1895	6452	18190	21251	23146	29598
May 8th 2008	7670	5687	13357	>= 50000	45758	51445	64802

Zeitreihenanalyse eines Flüchtlingslagers in Darfur/Sudan (2002-2008)



Umweltauswirkungen von Flüchtlingslagern am Beispiel Zam Zam (Darfur/Sudan)



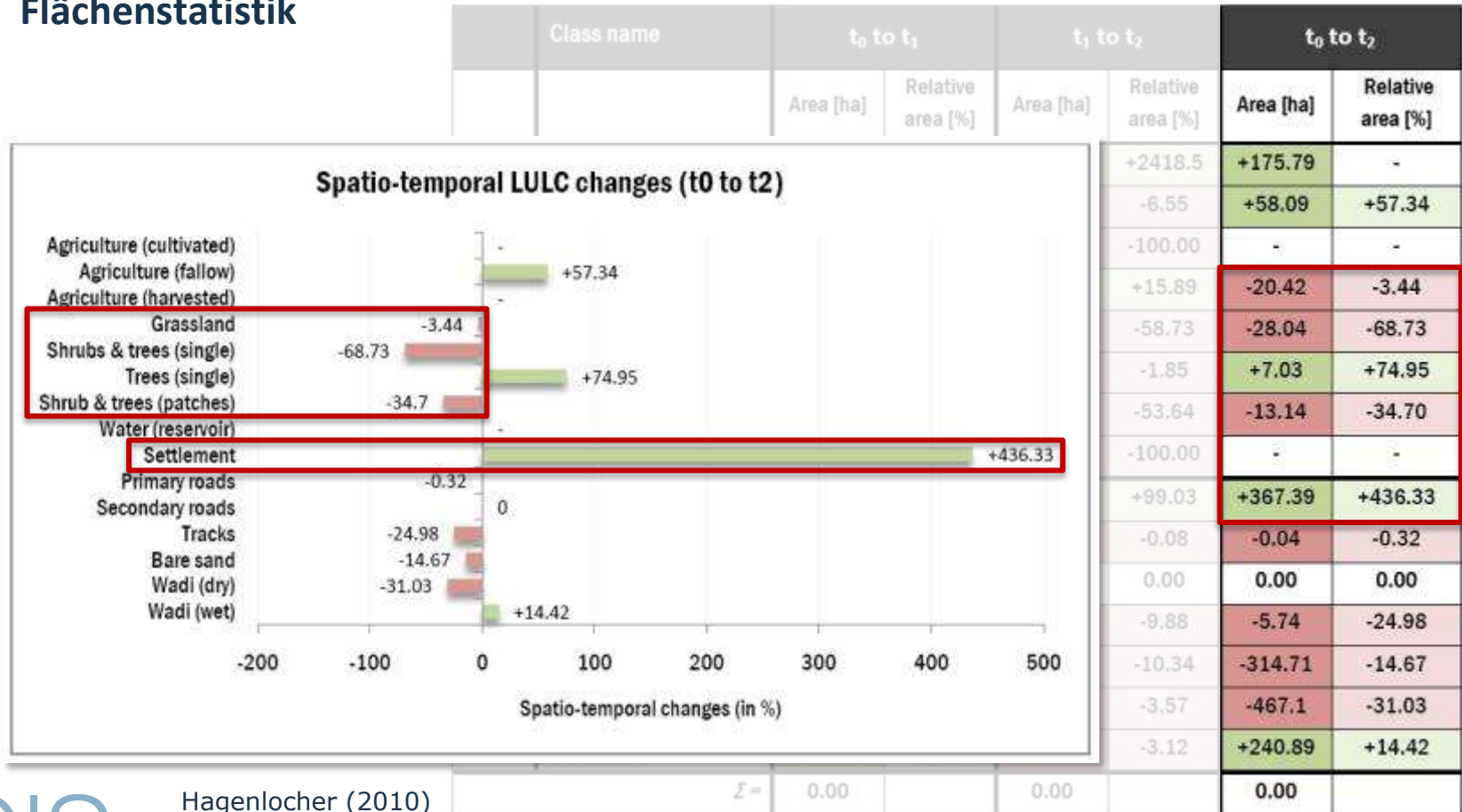
Land use land cover classification

based on QuickBird image (acqu. date December 20, 2004);
data processed and classified within eCognition Developer 8
by Michael Hagenlocher (2010)

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| Agriculture (cultivated) | Settlements/IDP camp |
| Agriculture (fallow) | Primary roads |
| Agriculture (harvested) | Secondary roads |
| Grassland | Tracks |
| Shrubs & small trees (single) | Bare sand |
| Trees (single) | Wadi (dry) |
| Shrubs & trees (patches) | Wadi (wet) |
| Water (reservoirs) | |

Umweltauswirkungen von Flüchtlingslagern am Beispiel Zam Zam (Darfur/Sudan)

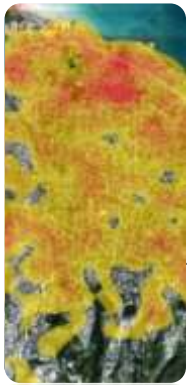
Flächenstatistik



Hagenlocher (2010)

Schlussfolgerungen

- **Automatisierte Analysemethoden zur Bereitstellung von Geoinformation im Katastrophenfall** erreichen in bestimmten Fällen auch bei komplexeren Fragestellungen und zeitkritischen Fragestellungen einen operationellen Level
-können helfen, **mehr Informationen und schneller** aus der ständig steigenden Zahl an verfügbaren **Fernerkundungsdaten zu extrahieren**
- ...**sollen nicht Experten** und manuelle Extraktion von Informationen **ersetzen**, sondern diese dort unterstützen wo es Sinn macht
- ...sind im Vergleich zum Bildanalyseexperten in **sehr komplexen Situationen limitiert**
- ...sind im Vergleich zum Bildanalyseexperten **bei großen Datenmengen und weniger komplexen Situationen deutlich im Vorteil**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Dr Dirk Tiede | Z_GIS Research

University of Salzburg | Centre for Geoinformatics - Z_GIS

E-mail: dirk.tiede@sbg.ac.at

The work presented was partly funded by the European Commission (EC) within the FP-7 G-MOSAIC Project (GMES Services for Management of Operations, Situation Awareness and Intelligence for Regional Crises, Contract No. 218822) and within the FP-6 LIMES project (Land and Sea Integrated Monitoring for European Security, Contract No. SIP-CT-2006-031046).