

AK Sitzung 2012

„Fernerkundung – von der wissenschaftlichen
Entwicklung zur Praxisreife“

4./5.10.2012

Bochum, Deutschland

Automatisierte Auswertung von Satellitenbilddaten zur Bereitstellung von Informationsprodukten für humanitäre Hilfseinsätze in Flüchtlingslagern

Dirk Tiede, Petra Füreder, Daniel Hölbling, Stefan Lang

Interfakultärer Fachbereich Geoinformatik - Z_GIS | Universität Salzburg | www.zgis.at | Dr Dirk Tiede | dirk.tiede@sbg.ac.at

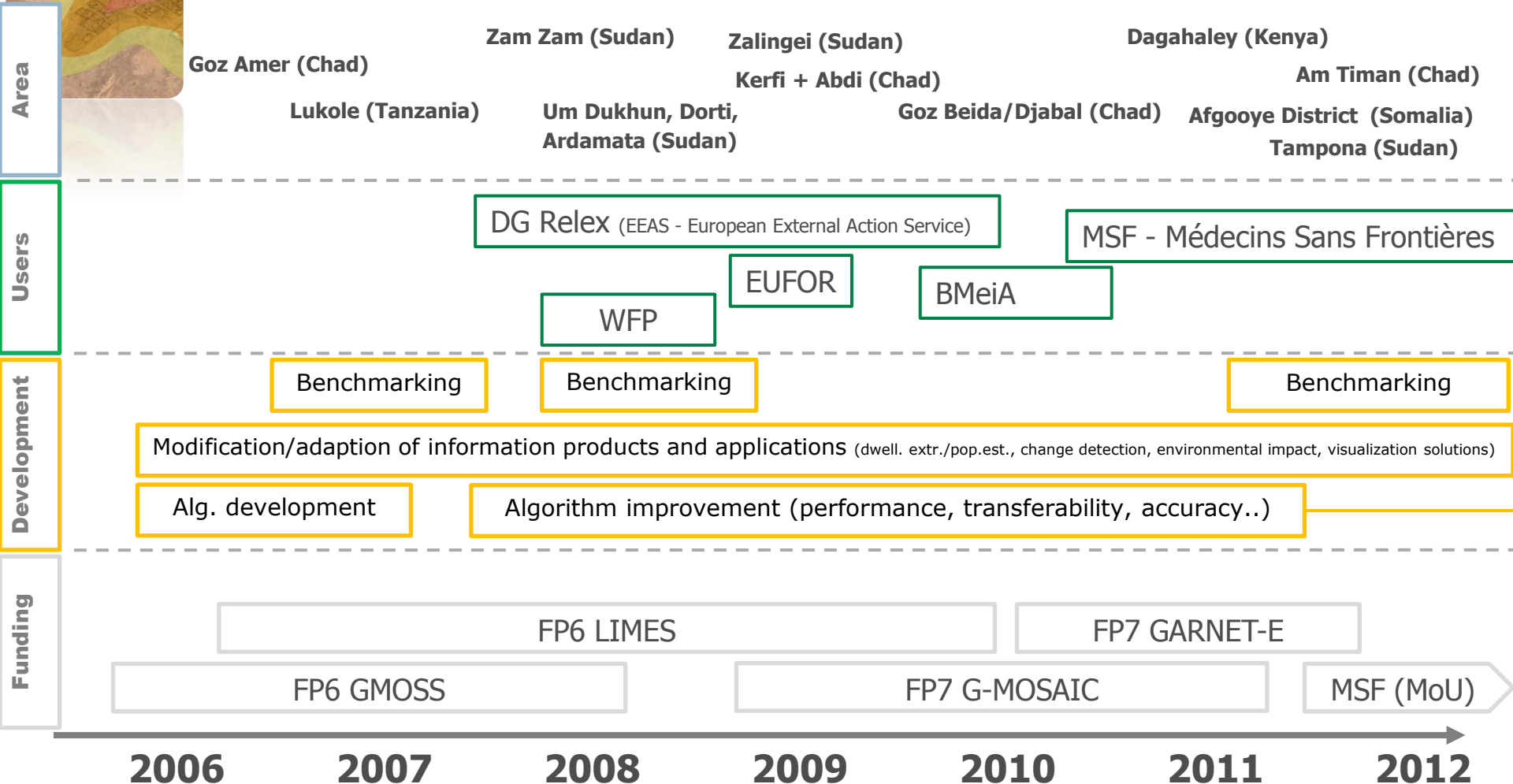
Image © 2010 DigitalGlobe
© 2010 Google

13°29'55.68" N 22°29'16.93" E elev 2607 ft



- ".....von der wissenschaftlichen Entwicklung zur Praxisreife“:

- Angewandte Forschungsprojekte zur wissenschaftlichen Entwicklung des Ansatzes zur **automatisierten Extraktion von Behausungen in Flüchtlingslagern aus Satellitenbilddaten** (+ weitere Anwendungen)
- Erste Umsetzungen und Fokussierung auf Nutzerbedarf
- "Benchmarking" und Genauigkeitsabschätzungen – Performance- und Algorithmusverbesserungen
- Von pre-operationellen Diensten zur Praxisreife – Kooperationsabkommen (MoU) mit MSF





■ Entwicklung erfolgte innerhalb von EU Projekten (alle innerhalb der GMES Initiative – Global Monitoring for Environment and Security):

Forschungsaustausch


- **GMOSS**, FP6-Network of Excellence(2004-2008): Global Monitoring for Security and Stability
- **LIMES**, FP6-IP (2006-2010): Land-sea Integrated Monitoring for European Security. Definition and development of prototype information services to support security management at EU and global level (e.g. amongst others in organization and distribution of humanitarian aid & reconstruction)
- **G-MOSAIC**, FP7-CP (2009-2011): GMES Services for Management of Operations, Situation Awareness and Intelligence for regional Crises
- **GARNET-E** (2010 - 2011): GMES and Africa: Regional Network for information Exchange and Training in Emergencies

Pre-operationelle Serviceentwicklung

Informationsaustausch

GIO?

- Operationelle Services sind im GMES-Security Bereich noch nicht durch GIO (GMES initial operations) Maßnahmen unterstützt.
- Weitere Projekte zur Entwicklung operationeller Services starten 2013

- 
- **Nutzer innerhalb der GMES EU-Projekte** (für die Nutzer im pre-operationellen Stadium kostenfrei - Validierung wird gefordert):
 - EEAS - European External Action Service (früher DG Relex)
 - WFP- World Food Programme
 - EUFOR
 - BMeiA
 - MSF - Médecins Sans Frontières
 - **Seit 2012:**
 - Kooperationsabkommen mit MSF A/CH für die Weiterentwicklung und Bereitstellung solcher Dienste




- **Hauptalgorithmus:**

- Extraktion von Behausungen (Zelte, Hütten, traditionelle Rundhütten etc.) in Flüchtlingslagern

- **[Aufbauende Algorithmen / Analysen:]**

- Bevölkerungsabschätzung
- Dichteberechnungen
- Veränderungsanalysen / Monitoring
- *Environmental Impact* – Auswirkungen der Camps auf die Umgebung (LU/LC change)



Algorithmen-Entwicklung für die automatisierte Behausungsextraktion in Flüchtlingslagern:

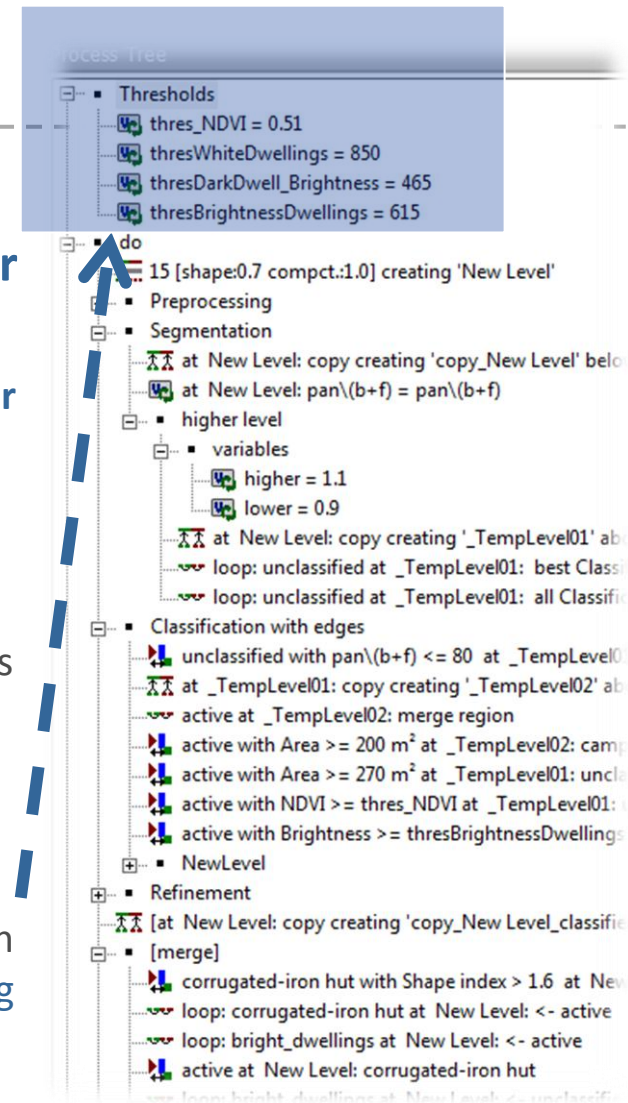
Herausforderungen

- **Zeit spielt eine wichtige Rolle** (wenn auch nicht so sehr wie im rapid mapping Bereich direkt nach Katastrophenereignissen)
- **Relative Komplexität der zu extrahierenden Objekte**
- **Übertragbarkeit auf ähnliche Daten und Regionen aber auch für zu wiederholende Monitoringaufgaben**
- Entwicklung von **Regelsätzen im Rahmen der objektbasierten Bildanalyse** um relevante Informationen zu extrahieren
- Regelsätze sollen **Expertenwissen in Computersprache übersetzen** (Wissensrepräsentation): Analyse von spektralen, geometrischen und kontextbezogenen Eigenschaften von Bildobjekten
- **Cognition Network Language (CNL)** – modulare Programmiersprache innerhalb der Software eCognition (Trimble)

Herausforderungen wurden durch 3 Hauptentwicklungen begegnet (unter ständiger Weiterentwicklung/Verbesserung) :

1. Entwicklung und Übertragung von sogenannten "master rulesets":

- +/- generische Regelsätze für die Analyse von Flüchtlingslagern mit Hilfe sehr hoch räumlich aufgelöster Satellitendaten → Reduktion der Entwicklungszeit beim Übertrag auf anderes Camps oder andere Zeitintervalle
- Soll OBIA spezifische Aufgaben (Anpassen von Regelsätzen) unterstützen um eine größere Automatisierung zu erreichen.
- **Initiale Regelsätze** werden so aufgebaut, dass alle festen Schwellwerte (spektral, Klassendefinitionen) am **Anfang festgelegt werden**; sind bei der Übertragung schnell anpassbar (entspricht klassischer Softwareentwicklung, die Regelsätze können dementsprechend auch mit einem GUI versehen werden)





2. Angepasste Segmentierungstechniken

Standardsegmentierungstechniken nicht ausreichend, um eine zufriedenstellende Abgrenzung von Behausungsstrukturen zu erreichen (v.a. bei komplexen Bereichen).

Anpassungen:

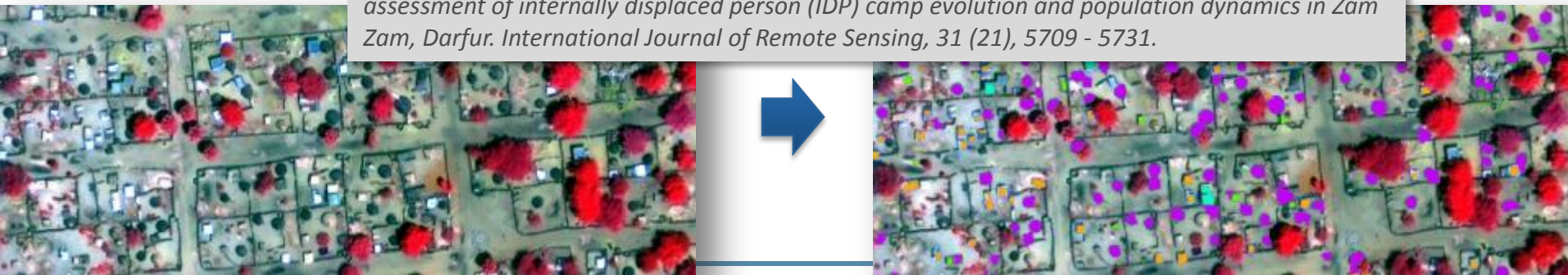
- Kombination mit "edge detection" Algorithmen als zusätzliche Parameter für Klassenbeschreibungen, die anthropogene Elemente enthalten (De Kok and Wezyk, 2008).
- ➔ Kombination von Objekten mit höheren "edge"-Anteilen auf einem gröberen Skalenlevel führt zu schneller Identifikation der Flüchtlingslagerbereiche; weitere Behausungsextraktion fokussiert auf diese Bereiche um Falschklassifikationen zu vermeiden
- Zusätzlich werden – aufbauend auf eine initialen Segmentierung – Klassenmodellierungstechniken angewendet (Tiede et al. 2010), zur zyklische Objektkombination /- teilung, basierend auf parametrisierten Regionalisierungstechniken zur Abgrenzung von aussagekräftigen Zielobjekten (hier: Behausungsstrukturen)

3. Klassifikation der Strukturen basierend auf hauptsächlich relativen Unterschieden in der spektralen Information und räumlichen Charakteristika (unter Weiterentwicklung)

- Räumliche Charakteristika (Größe, Form, Anordnungen etc.) der Behausungsstrukturen werden kombiniert mit relativen spektralen Unterschieden zwischen den Objekten (z.B.: Identifikation von hellen Unterkünften kann aufgrund von relativ dunkleren Nachbarn erfolgen, dunkle Zaunstrukturen können über Formdeskriptoren von dunklen Rundhütten unterschieden werden)
 - Dadurch kann die Nutzung von festen spektralen Schwellwerten im Klassifikationsprozess deutlich reduziert werden (NDVI Schwellwert und Trennwerte zwischen den Hauptbehausungsstrukturen müssen gesetzt werden).
- vermindert auch die Notwendigkeit radiometrischer Korrekturen [Zeitgewinn]

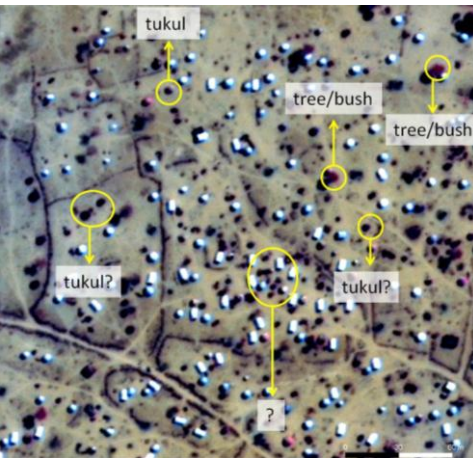
Details:

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.




Automatisierung und Genauigkeit der Ergebnisse

Grad der Automatisierung



Ziele und Limitierungen:

- Genauigkeiten sollten im Bereich von manueller Interpretation liegen bei deutlich schnellerer Auswertung und z.T. höherer Informationsdichte (z.B. Extraktion von Unterkünften als Polygone für genauere Bevölkerungsabschätzungen)
- Nutzerzufriedenheit sowohl bei der Genauigkeit, aber auch hinsichtlich zeitgerechter Bereitstellung und der Art der Informationsbereitstellung (Karten, Web-services, geo-enabled PDFs etc.)
- Automatisierungsgrad hauptsächlich von den spezifischen Gegebenheiten und der Qualität der Bilddaten abhängig (Zunahme der Regelsatzmodifikationen)
- Technische Entwicklungen zur Unterstützung von manuellen Nachbearbeitungen, um auch bei weniger guten Bedingungen akzeptable Genauigkeiten zu erreichen

- 
- Genauigkeitsabschätzungen sind sehr wichtig für die Verlässlichkeit der Informationsprodukte
 - **Problem:** Nur in seltenen Fällen stehen echte und nutzbare Daten aus dem Feld zur Verfügung
 - ➔ Informationsprodukten aus Satellitendaten für humanitäre Hilfseinsätze in Flüchtlingslagern vor allem für Gebiete relevant wo KEINE direkten Informationen verfügbar sind
 - Vergleichsanalysen mit anderen Methoden bzw. manuellen Auswertungen von unabhängiger Seite sind enorm wichtig für die Kalibrierung und Weiterentwicklung

Benchmarking Übung Afgoooye District, Somalia



- Validierung verschiedener semi-automatischer Extraktionsmethoden
- Vergleich zwischen:
 - Visueller Interpretation und semi-automatischen Methoden
 - Unterschied zwischen unabhängigen visuellen Interpretationen
 - Unterschied zwischen semi-automatischen Methoden
 - Teilnehmer: METRIA, DLR, Z_GIS



The test area (1 x 1 km); VHR data (GeoEye), 5 January 2011

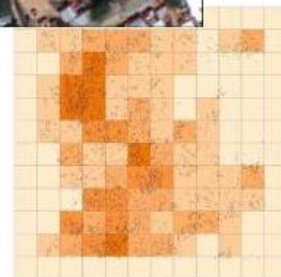
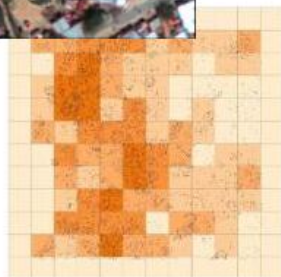
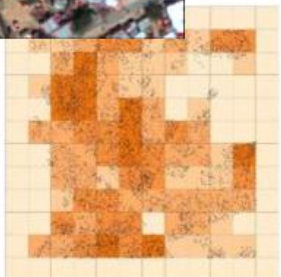
METRIA



DLR



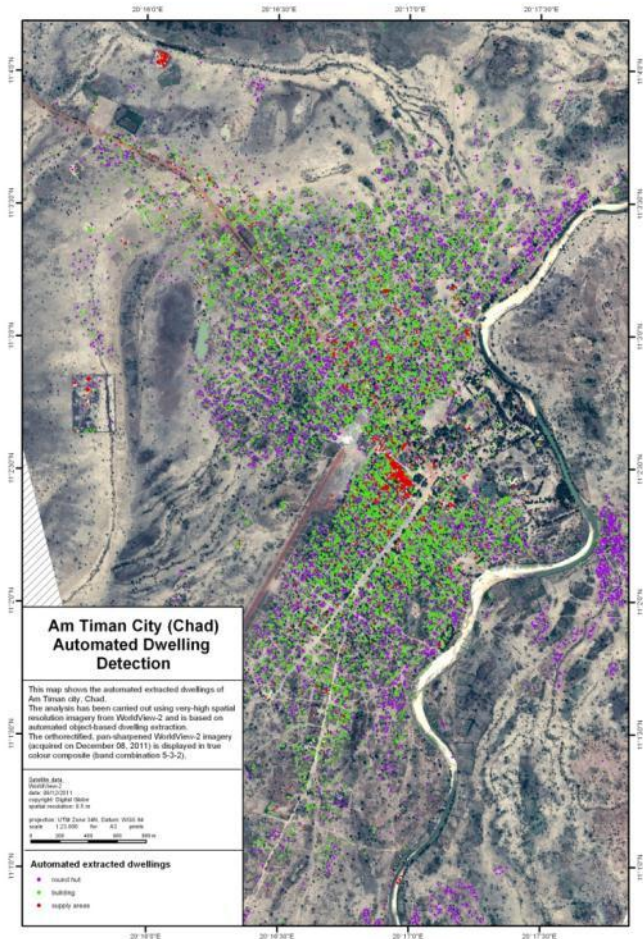
Z_GIS



Automated shelter extraction
aggregated to grid cells (100x100m)

Benchmarking Übung, Am Timan, Chad

Automated extracted dwellings



Validation in the field (by MSF-UK)

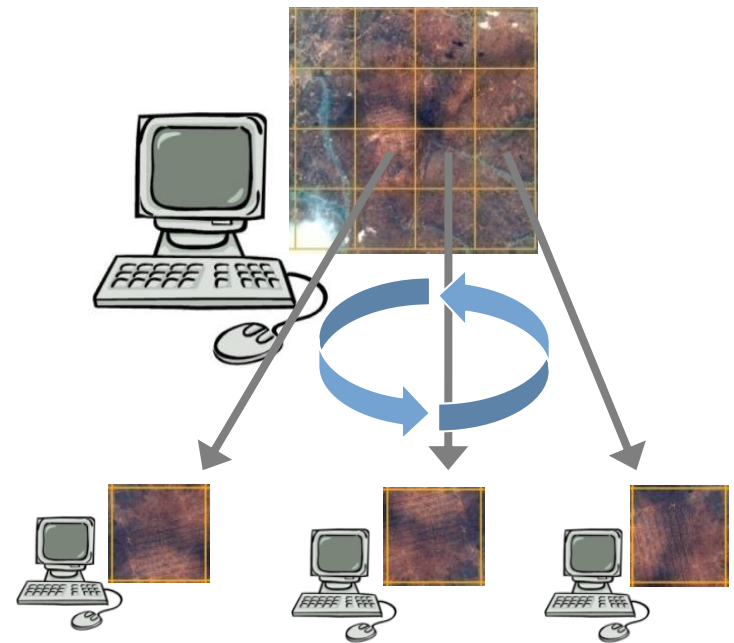


[R. Siddiqui, Manson Unit MSF-UK]

- Vergleich zwischen:
 - Schätzmethode (unabhängig)
 - Visueller Interpretation (unabhängig)
 - semi-automatischen Methoden
 - Validierung vor Ort (unabhängig)
 - Teilnehmer: MSF-UK, MSF-OCA(Chad), LSHTM (London School of Hygiene and Tropical Medicine), Z_GIS

■ *Distributed Computing* / Migration zu 64bit Softwareumgebungen:

- Für größere Gebiete wurde der Regelsatz auf eine *distributed computing* Umgebung umgestellt (unter Verwendung von eCognition Server)
 - Die Prozessierung erfolgt auf einzelnen Kacheln
 - Kacheln werden automatisch erzeugt und zwischen den verschiedenen Computern (oder CPUs) aufgeteilt. Ergebnisse werden an Hauptcomputer zurückgeschickt und zusammengesetzt.
 - → enorme Zeitersparnis, praktische beliebig skalierbar (Lizenzen vorausgesetzt)
- Neuere 64bit Software- Versionen tragen ebenfalls dazu bei, dass komplette Satellitenszenen ohne Kachelung gerechnet werden können.

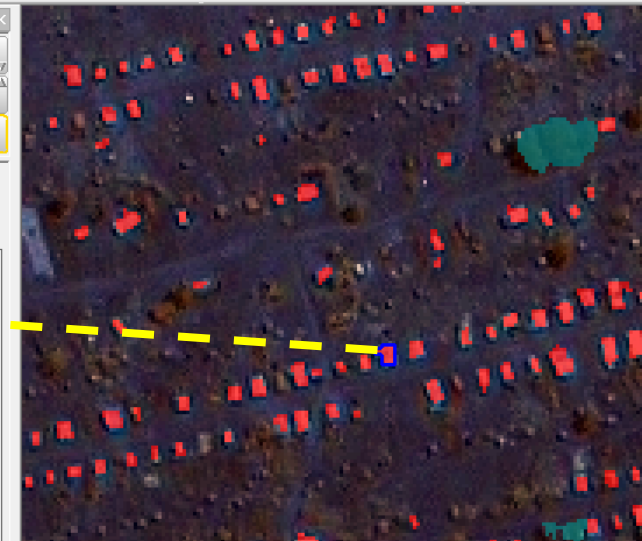
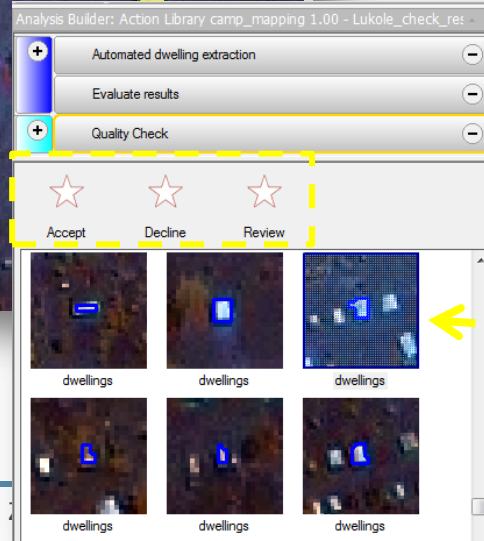
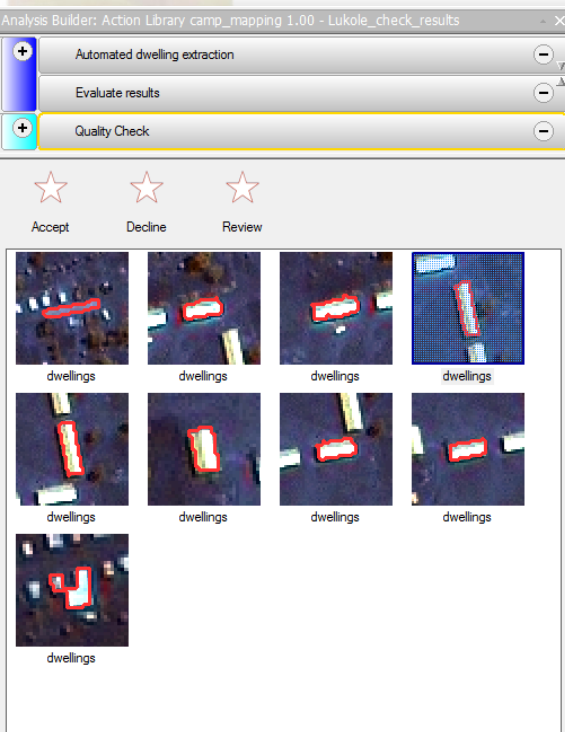


Details: Tiede, D., Lang, S., 2008. Distributed computing for accelerated dwelling extraction in refugee camps using VHSR satellite imagery, in: Car, A., Griesebner, G., Strobl, J. (Eds.). Wichmann, Heidelberg, pp. 256-261.

Weiterentwicklungen

- Entwicklung von Werkzeugen um manuelle Nachbearbeitung (bei komplexen Gebieten) zu vereinfachen (im Teststadium):

- Schneller Review von extrahierten Objekten direkt in der eCognition Software Umgebung (Architect Applikation)
- Schnelles Arbeiten direkt auf den Objekten (Features verfügbar, Keine Neu-Digitalisierung nötig etc.)





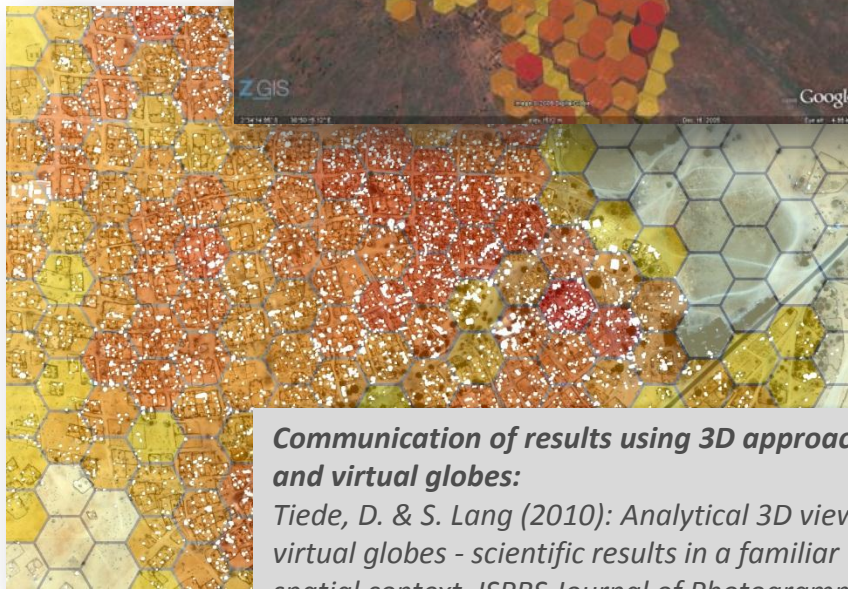
- **Informationsprodukte**

- Geoinformation (Behaussungsextraktion, LU/LC)
- Karten (analog, digital)
- Density maps / Bevölkerungsabschätzungen
- Zusätzlich (multitemp)
 - Change detection / camp dynamics
 - Environmental impact assessment

Initiale Entwicklungen zur Kommunikation von Ergebnissen



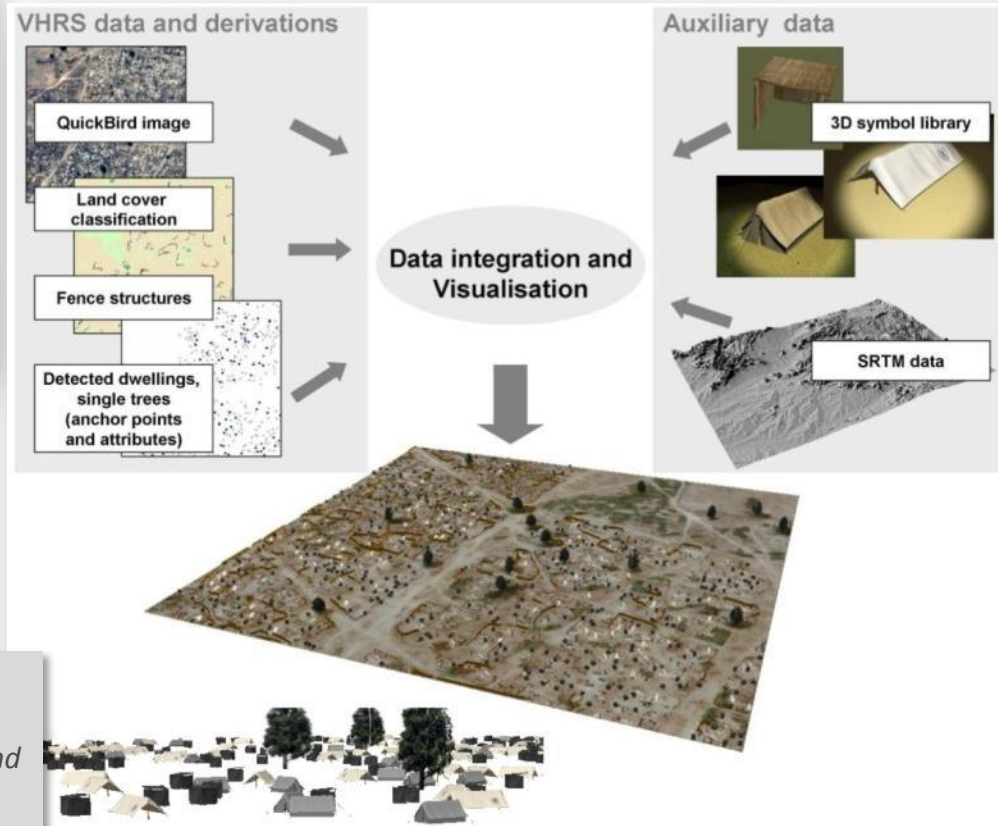
Lukole,
Tanzania

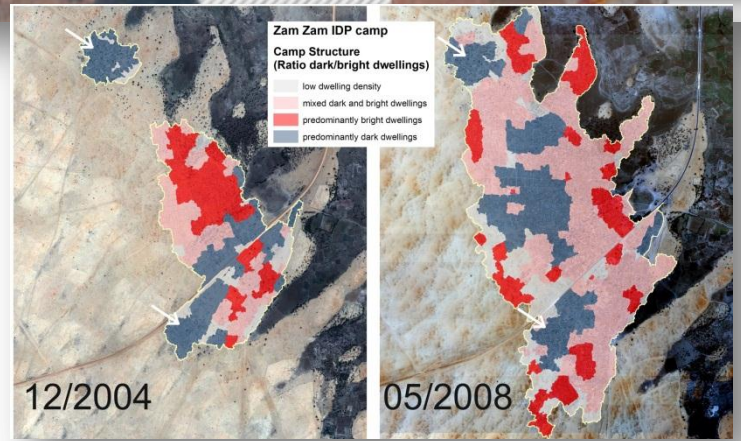
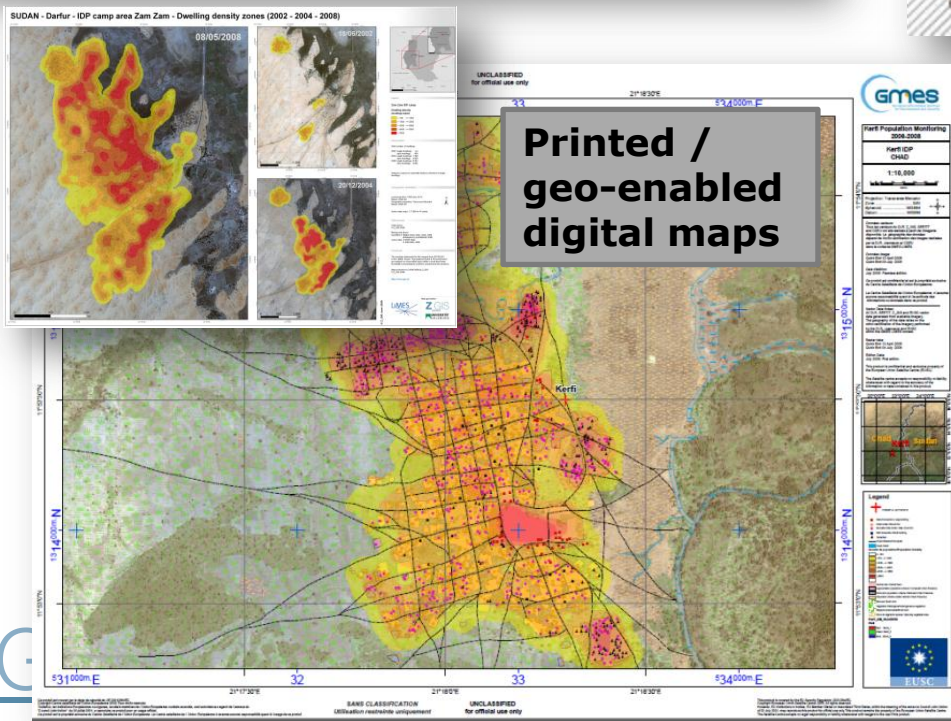
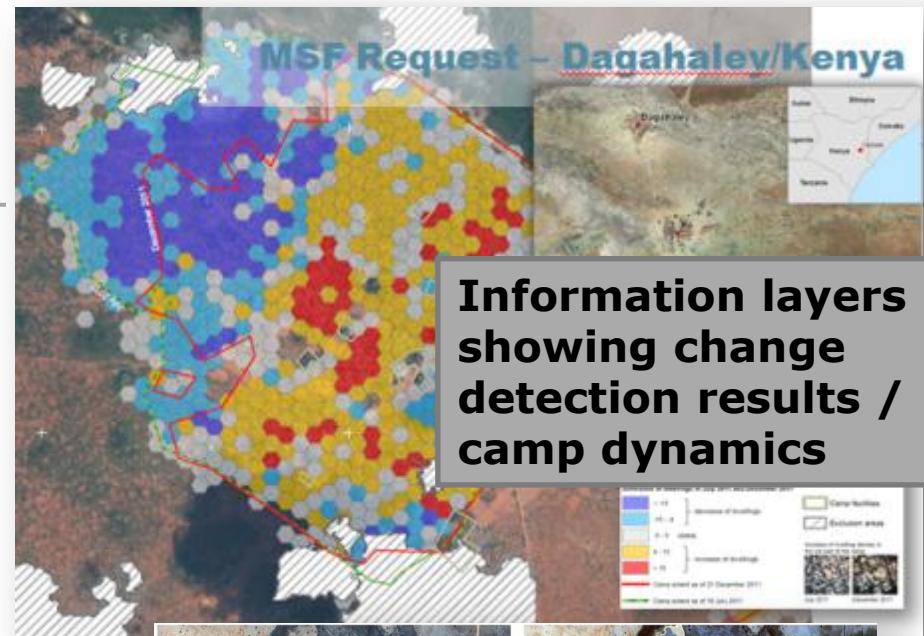
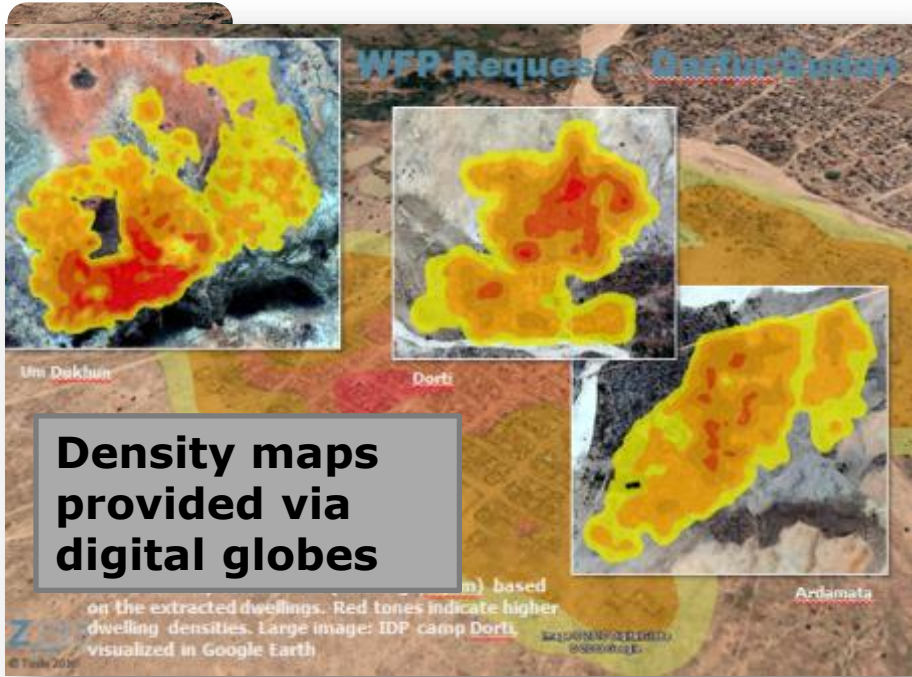


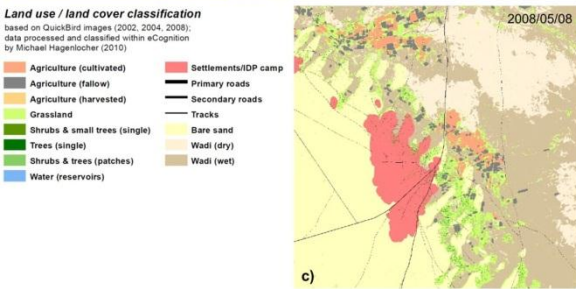
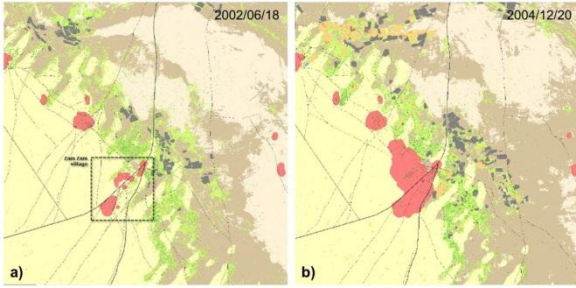
Communication of results using 3D approaches and virtual globes:

Tiede, D. & S. Lang (2010): Analytical 3D views and virtual globes - scientific results in a familiar spatial context. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65 (3), pp 300-307.

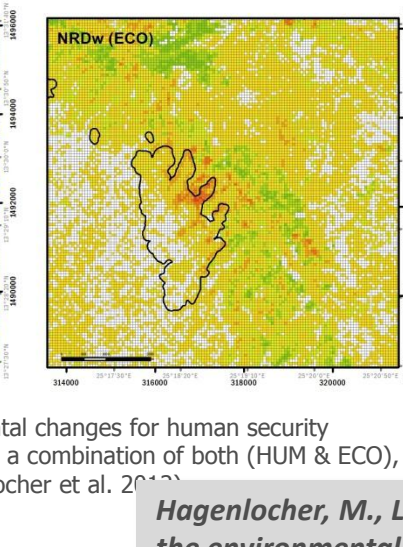
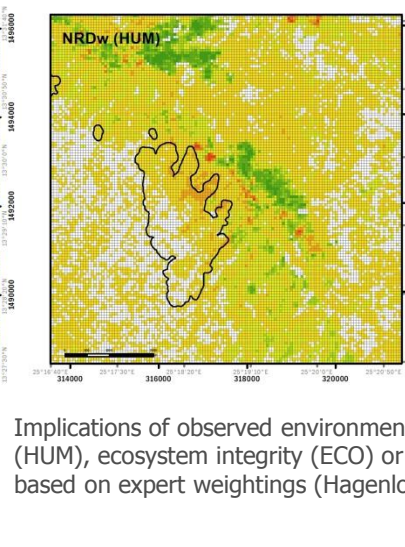
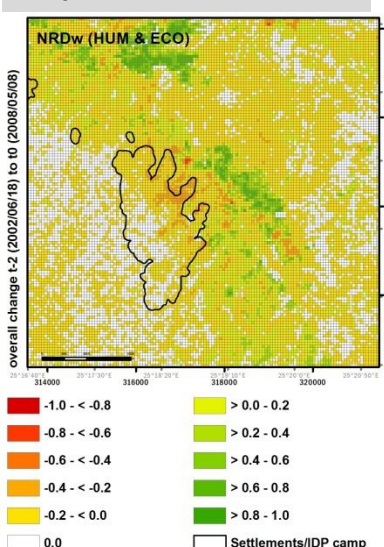
Goz Amer, Chad



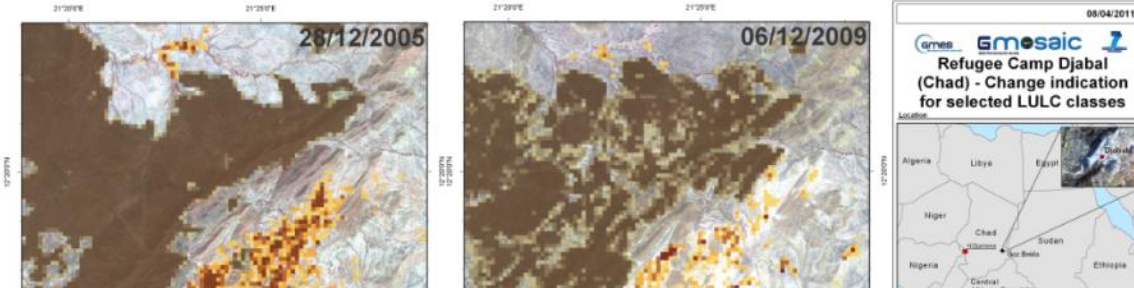




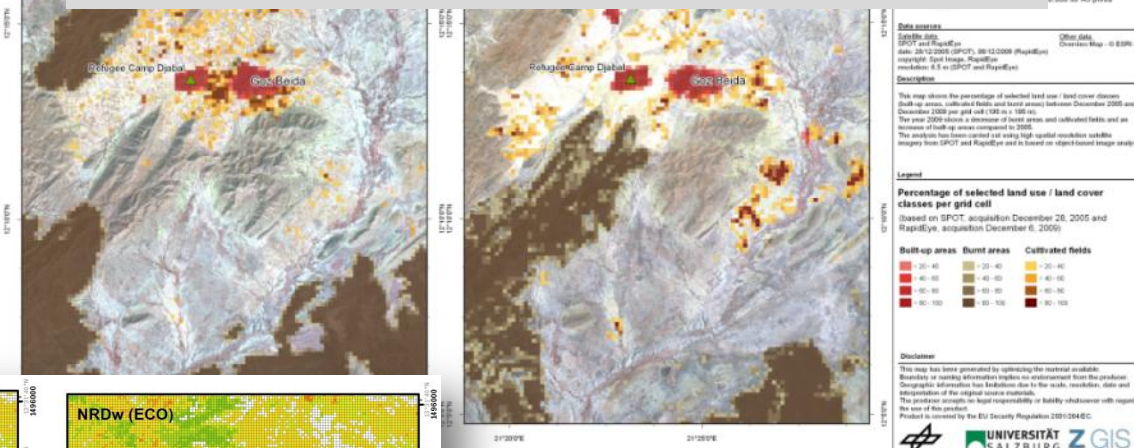
IDP camp Zam Zam: environmental impact assessment



Implications of observed environmental changes for human security (HUM), ecosystem integrity (ECO) or a combination of both (HUM & ECO), based on expert weightings (Hagenlocher et al. 2012)



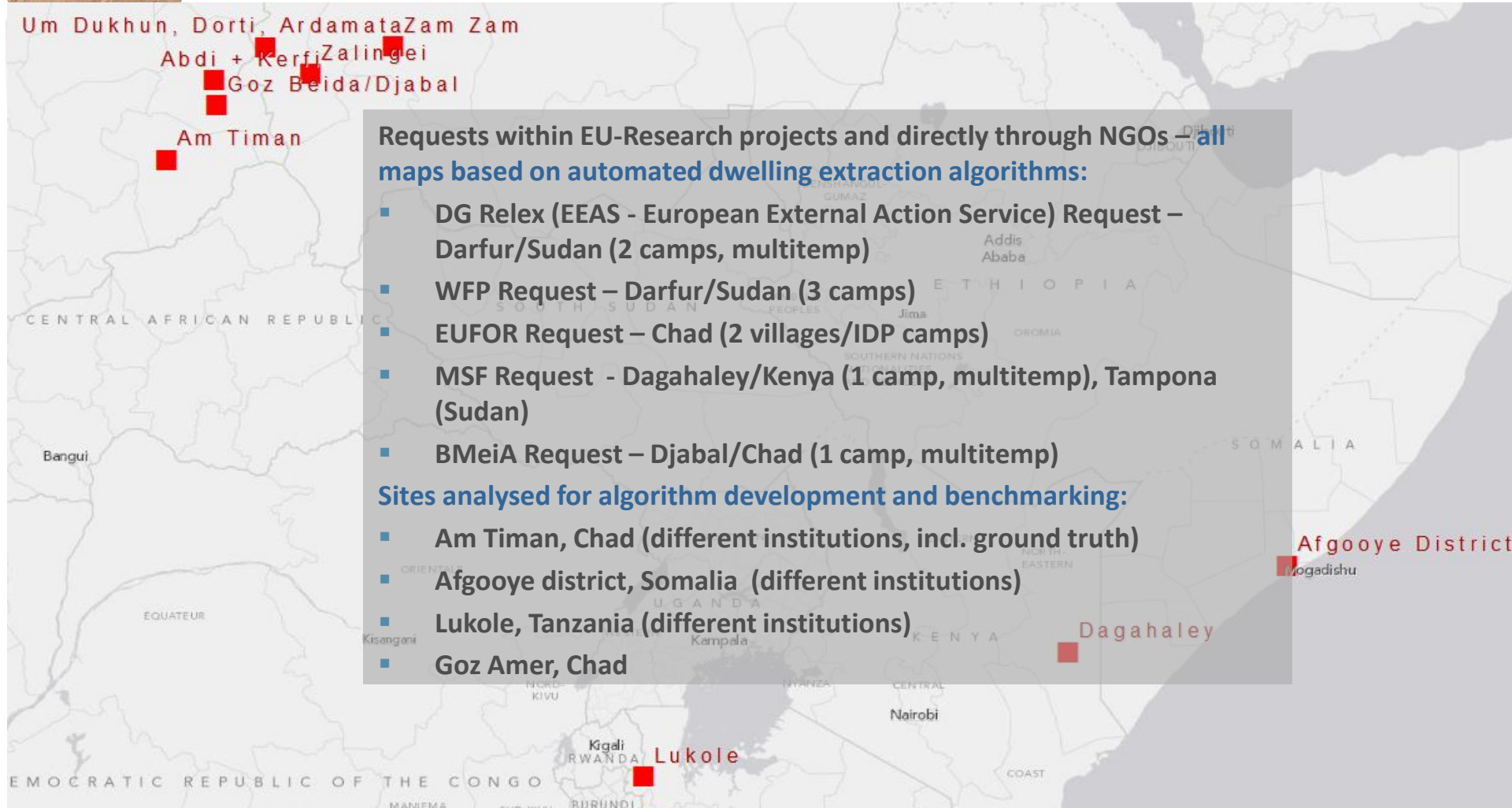
Refugee camp Djabal: environmental impact assessment



Additional information layers, here: environmental impact assessment

Hagenlocher, M., Lang, S., Tiede, D., 2012. Integrated assessment of the environmental impact of an IDP camp in Sudan based on very high resolution multi-temporal satellite imagery. *Remote Sensing of Environment* 126, 27-38.

Überblick der bisherigen Anwendungen





Requests within EU-Research projects and directly through NGOs – **all maps based on automated dwelling extraction algorithms:**

- DG Relex (EEAS - European External Action Service) Request – Darfur/Sudan (2 camps, multitemp)
- WFP Request – Darfur/Sudan (3 camps)
- EUFOR Request – Chad (2 villages/IDP camps)
- MSF Request - Dagahaley/Kenya (1 camp, multitemp), Tampona (Sudan)
- BMeiA Request – Djabal/Chad (1 camp, multitemp)

Sites analysed for algorithm development and benchmarking:

- Am Timan, Chad (different institutions, incl. ground truth)
- Afgooye district, Somalia (different institutions)
- Lukole, Tanzania (different institutions)
- Goz Amer, Chad

- 
- **Automatisierte Auswertungen von Satellitenbilddaten zur Bereitstellung von Informationsprodukten für humanitäre Hilfseinsätze in Flüchtlingslagern erreichen mittlerweile die Schwelle zum operationellen Level**
 - **Sie können helfen, viel Information aus immer mehr verfügbaren FE-Daten schneller bereitzustellen. Haben einen klaren Vorteil in weniger komplexen Situationen und sehr großen Datenmengen.**
 - **Sollen keine Experten und manuelle Interpretation ersetzen, diese jedoch unterstützen wo es Sinn macht [hybride Lösungen]**
 - **Limitierungen liegen - verglichen mit Bildanalyseexperten - in komplexeren Bereichen und komplexeren Fragestellungen [z.B. funktionales Mapping von Gebäuden etc.]**

- 
- Gezeigt wurde ein Beispiel für Operationalisierung von Forschungsentwicklungen [Praxisreife]
 - Entwicklung im Bereich angewandter Forschungsprojekte ist von EU Seite gewünscht (v.a. im Bereich GMES), birgt ab auch Probleme:
 - Problem der Kontinuität (nicht selbstverständlich in hochkompetitiven Calls)
 - Übergang in eher operationelle Services in diesem Fall schwierig, da keine marktrelevanten Entwicklungen (gesellschaftlich relevant – humanitäre Hilfe)
 - Zusammenarbeit mit MSF A/CH (Kooperationsabkommen) bietet:
 - ... die Möglichkeit der Weiterentwicklung
 - ... "echte" Anwendung von Forschungsentwicklungen
 - ... bestmögliches Feedback von Usern vor Ort

Danke für die Aufmerksamkeit



Dr Dirk Tiede | Integrated Spatial Analysis

University of Salzburg | Department of Geoinformatics - Z_GIS

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

Die vorgestellten Arbeiten wurden zu Teilen von MSF und Forschungsmitteln aus den folgenden Projekten gefördert:

GMOSS (contract no: SNE3-CT-2003-503699), LIMES (contract no: 031046), G-MOSAIC (contract no: 218822), Garnet-e (contract no: 242385)

References

- Füreder, P., Lang, S., Hölbling, D., Tiede, D., Rogenhofer, E., Papp, A., 2012. Monitoring camp evolution of the refugee camp Dagahaley, Kenya, using satellite imagery [Poster]. MSF Scientific Day. London, Great Britain, 25 May 2012.
http://issuu.com/msfuk/docs/fureder_kenya_satellite/1
- Grundy, C., Füreder, P., Siddiqui, R., Katsuva Sibongwe, D., Tiede, D., Lang, S., Checchi, F., 2012: Validation of satellite imagery methods to estimate population size. MSF Scientific Day. London, Great Britain, 25 May 2012.
http://www.msf.org.uk/UploadedFiles/Scientific_Day_2012_abstract_14_201205240451.pdf
- Füreder, P., Hölbling, D., Tiede, D., Zeil, P., Lang, S., 2012. Monitoring refugee camp evolution and population dynamics in Dagahaley, Kenya, based on VHR satellite data, 9th International Conference African Association of Remote Sensing of the Environment (AARSE), El Jadida, Morocco, p. in press.
- **Hagenlocher, M., Lang, S., Tiede, D., 2012. Integrated assessment of the environmental impact of an IDP camp in Sudan based on very high resolution multi-temporal satellite imagery. Remote Sensing of Environment 126, 27-38.**
- Tiede, D., Lang, S., Hölbling, D., Füreder, P., 2010. Transferability of OBIA rulesets for IDP Camp Analysis in Darfur, in: Addink, E.A., Coillie, F.M.B.V. (Eds.). ISPRS Vol.No. XXXVIII-4/C7, Archives ISSN No 1682-1777.
- Tiede, D., Lang, S., 2009. IDP camp evolution analysis in Darfur using VHSR optical satellite image time series and scientific visualization on virtual globes, in: Guo, H., Wang, C. (Eds.), P Soc Photo-Opt Ins. Proc. SPIE 7840, 78401E (2009), Beijing, China.
- **Tiede, D. & S. Lang (2010): Analytical 3D views and virtual globes - scientific results in a familiar spatial context. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65 (3), pp 300-307.**
- **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, 5709-5731.**
- Kranz, O., Zeug, G., Tiede, D., Clandillon, S., Bruckert, D., Kemper, T., Lang, S., Caspard, M., 2010. Monitoring Refugee/IDP camps to Support International Relief Action, in: Altan, O., Backhaus, R., Piero Boccoardo, P., Zlatanova, S. (Eds.). Joint Board of Geospatial Information Societies (JB GIS), United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA), pp. 51-56.
- Kranz, O., Lang, S., Tiede, D., Zeug, G., Kemper, T., Caspard, M., Clandillon, S., 2010. GMES Services for Conflict Prevention and Mitigation: Support the DG RELEX in Mission Planning, in: Konecny, M., Zlatanova, S., Bandrova, T.L. (Eds.). Springer, New York, pp. 171-188.
- Tiede, D., Lang, S., 2008. Rapid dwelling extraction from VHSR satellite imagery in refugee camps and dissemination of conditioned information via virtual globes, in: Ehlers, M., Behncke, K., Gerstengarbe, F.W., Hillen, F., Koppers, L., Stroink, L., Wächter, J. (Eds.). Wichmann, Heidelberg, pp. 100-105.
- Tiede, D., Lang, S., 2008. Distributed computing for accelerated dwelling extraction in refugee camps using VHSR satellite imagery, in: Car, A., Griesebner, G., Strobl, J. (Eds.). Wichmann, Heidelberg, pp. 256-261.
- **Lang, S., Tiede, D., Hofer, F., 2006. Modeling ephemeral settlements using VHSR image data and 3D visualisation – the example of Goz Amer refugee camp in Chad. PFG - Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformatik, Special Issue: Urban Remote Sensing 4, 327-337.**
- Lang, S., D. Tiede & G. Santilli, 2006. Varying sensors and algorithms – an information delivery approach for population estimation in African refugee camps. In: 6th African Association of Remote Sensing of the Environment Conference (AARSE), Oct 30 - Nov 2, Cairo, Egypt.

