

Fernerkundungsgestützte Dienste zur Unterstützung von humanitären Einsätzen in Flüchtlingslagern: Das Projekt EO4HumEn

Petra Füreder¹, Peter Zeil¹, Michael Hagenlocher¹, Stefan Lang¹, Dirk Tiede¹, Sylke Hilberg², Jörg Robl², Andreas Papp³, Edith Rogenhofer³

¹*Interfakultärer Fachbereich Geoinformatik - Z_GIS, Universität Salzburg |*

www.zgis.at | petra.fuereder@sbg.ac.at

²*Fachbereich Geographie und Geologie, Universität Salzburg*

³*Ärzte ohne Grenzen / Médecins Sans Frontières (MSF) Austria |*

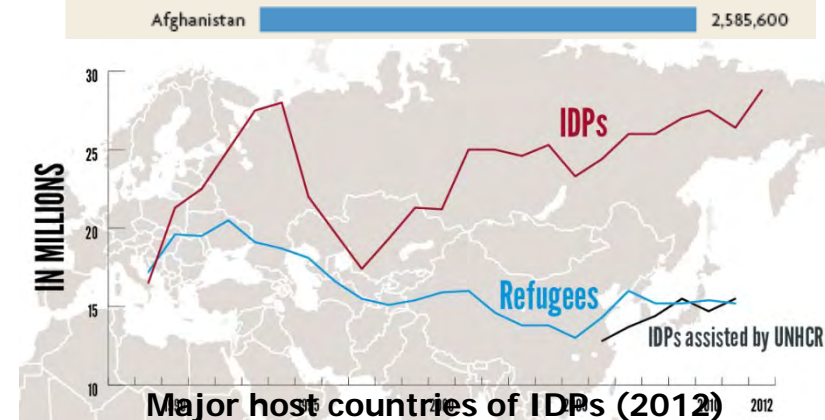
www.aerzte-ohne-grenzen.at



- 45 Millionen Flüchtlinge weltweit (UNHCR, 2012)
 - ~ 16 Millionen transnationale Flüchtlinge
 - ~ 29 Millionen IDPs (Internally Displaced People)
 - 80 % leben in Entwicklungsländern

- Gründe für Flucht/Vertreibung
 - Naturkatastrophen (Fluten, Dürre, etc.)
 - Umweltveränderungen (Klimawandel, Degradation etc.)
 - Kriege / gewalttätige Konflikte
 - Bevölkerungswachstum

Fig. 4 Major source countries of refugees | end-2012



- Während Krisensituationen können Planungsgrundlagen für humanitäre Einsätze in Flüchtlingslagern zu einer Herausforderung werden
- → Bedarf an **gezielter, aktueller und verlässlicher Informationen** für die Einsatzplanung sowie den täglichen Ablauf in den Camps

Betroffene Bevölkerung



Zuverlässige Trinkwasserquellen



Auswirkungen auf die Umwelt und die Tragfähigkeit des Ökosystems



- Die Erfassung von räumlichen Daten vor Ort ist meist schwierig, sehr zeit- und ressourcenintensiv und verzögert sich oftmals aufgrund schlechter Sicherheits- bzw. Zugangsbedingungen
- Aus Fernerkundungsdaten abgeleitete Geoinformation kann in diesen Fällen elementare Informationen für eine effizientere und effektivere humanitäre Hilfe bieten
- Kooperation mit **Ärzte ohne Grenzen** (Médecins Sans Frontières –MSF, österr. Sektion) seit 2010 zur Bereitstellung derartiger Information



EO4HumEn: *EO-based services to support humanitarian operations: monitoring population and natural resources in refugee/IDP camps*

Hauptanliegen:

- Entwicklung **operationeller Dienste und Produkte**, die basierend auf Fernerkundungs- und GIS-daten Informationen über (1) Bevölkerungszahlen und -dichte, (2) potentielle Grundwasservorkommen und (3) Umweltauswirkungen von Flüchtlingslagern liefern
- **Förderung:** Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)
 - Austrian Space Applications Programme (ASAP 9, Nr. 840081)
- **Laufzeit:** Oktober 2013 – März 2016
- **Budget:** 380.000 €



▪ **Projektpartner:**

- Interfakultärer Fachbereich Geoinformatik – Z_GIS, Universität Salzburg (Projektkoordinator)
- Ärzte ohne Grenzen, österreichische Sektion
- Fachbereich Geographie und Geologie, Universität Salzburg



- **Subcontracting für SAR-analysen:** Geographisches Institut - Eberhardt-Karls-Universität Tübingen, Prof. Dr. Volker Hochschild



EINFLUSSFAKTOREN



Vertreibung der Bevölkerung

KURZFRISTIGER BEDARF (0-6 MONATE) MITTELFRISTIGER BEDARF (0,5 BIS 5 JAHRE) LANGFRISTIGER BEDARF (> 5 JAHRE)

(Binnen-)Flüchtlingslager

BEVÖLKERUNGSABSCHÄTZUNG
- Extraktion von Unterkünften
- Unterkunftsichte & Campausdehnung
- Campstruktur

EXPLORATION POTENTIELLER STANDORTE FÜR WASSERENTNAHME
- Lineamentextraktion
- Expertenbasierte Interpretation

Auswirkung

Umwelt/natürliche Ressourcen

ABSCHÄTZUNG VON UMWELTAUSWIRKUNGEN
- Landnutzungsanalysen und Veränderungsanalysen
- Auswirkung auf menschliche Sicherheit & Integrität des Ökosystems

Degradierung resultiert in

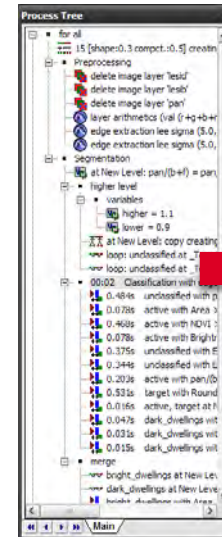
MONITORING: Bevölkerungsdynamik | Campentwicklung | Umweltauswirkungen

Schlüsselmethodik in EO4HumEn

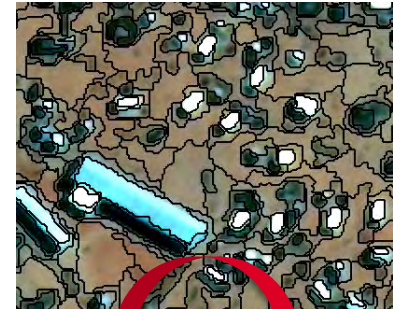
EO4HUMEN

- Schwerpunkt liegt auf **objekt-basierter Bildanalyse (OBIA)** zur Entwicklung robuster, automatisierter Bildanalysemethoden
- **Cognition Network Language (CNL)** – modulare Programmiersprache in der Software eCognition (Trimble)
- Adaptierte Segmentierungsalgorithmen
- Extraktion relevanter Klassen (Unterkünfte, Landnutzungsklassen, geologische Strukturen) durch **Klassenmodellierung**
- Berücksichtigung von spektraler, geometrischer und kontextueller Information
- Integration verschiedener Daten
- objekt-basierte Veränderungsanalysen

Regelsatz in eCognition



Segmentierung



Klassenmodellierung



Klassifikation

„Bevölkerungsabschätzung“



tents



camp facilities



huts



fences



trees/bushes



agriculture

Automatisierte Extraktion von Unterküften

- Entwicklung von **Regelsätzen zur objektbasierten Bildanalyse**, um relevante Informationen zu extrahieren
 - Extraktion von Unterküften (Zelte, Hütten, Gebäude) basierend auf **multispektralen VHR Daten** ($\leq 1\text{m}$)
 - Entwicklungen laufen **seit 2006** innerhalb von EU Projekten (Copernicus/GMES Initiative – European Earth Observation Programme)
- **Anforderung:** Nutzer hinsichtlich Genauigkeit und zeitgerechter Bereitstellung zufriedenstellen



- Tent
- Tent (covered with blue plastic sheeting)
- Other dwelling
- Large tent/building

Tiede, D., Füreder, P., Lang, S., Hölbling, D., Zeil, P., 2013. Automated Analysis of Satellite Imagery to provide Information Products for Humanitarian Relief Operations in Refugee Camps - from Scientific Development towards Operational Services. PFG Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation, 3/2013, 185-195. [doi:10.1127/1432-8364/2013/0169](https://doi.org/10.1127/1432-8364/2013/0169)

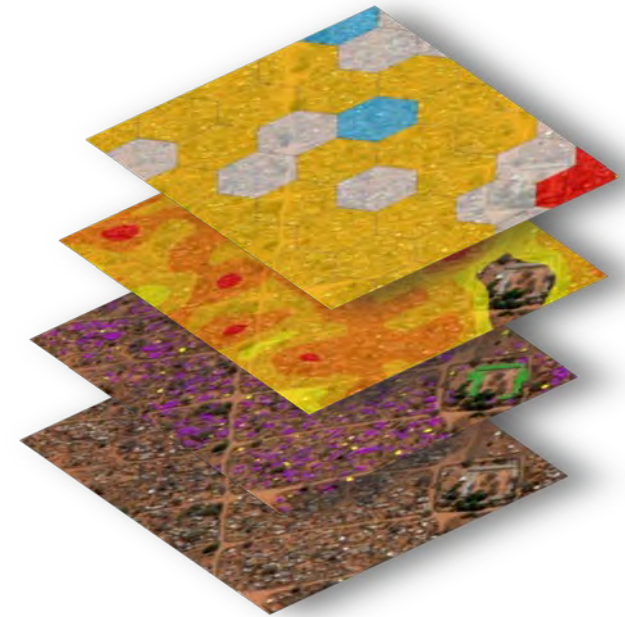
Automatisierte Extraktion von Unterküften

Grad der Automatisierung

▪ Ziele:

- **Übertragbarkeit** auf andere Gebiete / Zeitreihen mit wenig Anpassungen
 - Adaptierte Segmentierung (z.B. edge detection Algorithmen)
 - Minimierung von absoluten spektralen Schwellwerten
 - Schwellwerte in Form von Variablen
- **Genauigkeit** sollte im Bereich von manueller Interpretation liegen bei deutlich **schnellerer Auswertung und z.T. höherer Informationsdichte**
- Analyse von **großen Gebieten oder Zeitreihen**
- Geeignet für **weniger komplexe** Gebiete
- Technische Entwicklungen zur Unterstützung von **manuellen Nachbearbeitungen**

- **Dichteberechnung**
 - **Unterkünfte/km²**
 - Basierend auf extrahierten Unterkünten
 - Besserer Überblick über räumliche Verteilung von Unterkünten
- **Camp Abgrenzung**
 - Basierend auf der Unterküntsdichte
 - Für schnell wachsende Camps, wenn Ausdehnung vor Ort schwer abgeschätzt werden kann
- **Monitoring der Campentwicklung**
 - Veränderungen von Unterkünten zwischen zwei oder mehr Zeitpunkten (z.B. aggregiert auf Hexagone)



Weiterentwicklungen im Rahmen von EO4HumEn

- **Objekt-basierte Bildanalyse**
 - Erhöhung des **Automatisierungsgrades**
 - verbesserte Segmentierung
 - angepasste Regelsätze je nach Camptyp
 - **Höhere Genauigkeiten** für komplexere Situationen
- **Aufbauende Analysen**
 - **Campstruktur** (z.B. abhängig vom Verhältnis untersch. Unterkunftstypen)
 - **Veränderungsanalysen** (nicht nur im Hinblick auf absolute Veränderungen, z.B. auch Veränderung von Dichte oder Campstruktur)
 - Weitere Analysen tbd
 - Genauere **Bevölkerungsabschätzungen** basierend auf der Anzahl an Unterkünften und einer durchschnittlichen Belegungszahl

„Exploration potentieller Standorte für Grundwasserentnahme“



- **Ziel:** möglichst kostengünstig Suchradius für potentielle Bohrlochstandorte eingrenzen
- Fernerkundungsdaten dienen der **ersten Eingrenzung** von potentiellen Grundwassergebieten um in Folge detaillierte hydrogeologische und geophysikalische Untersuchungen und Testbohrungen durchzuführen
- Fokus auf **lineare Strukturen (Lineamente)** als Hinweis auf Bruchzonen, wo sich bevorzugt Wasser ansammelt

5 Liter Wasser/Person/Tag
absolutes Minimum

20 Liter Wasser/Person/Tag
Minimum in länger
existierenden Camps



Grundwasserexploration - Daten

▪ **Optische Satellitendaten**

- v.a. Landsat, aber auch ASTER und Sentinel-2
- inkl. Filter (z.B. Canny Filter), Histogrammstreckung, PCA,...

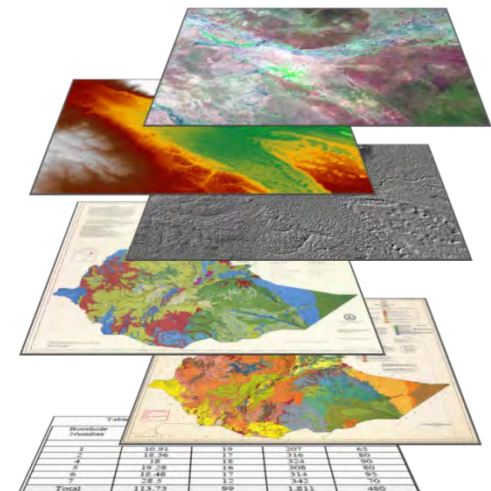
▪ **DEM Daten**

- SRTM, ASTER GDEM, Tandem-X hydrologisches DEM (inkl. Ableitungen)

▪ **SAR Daten**

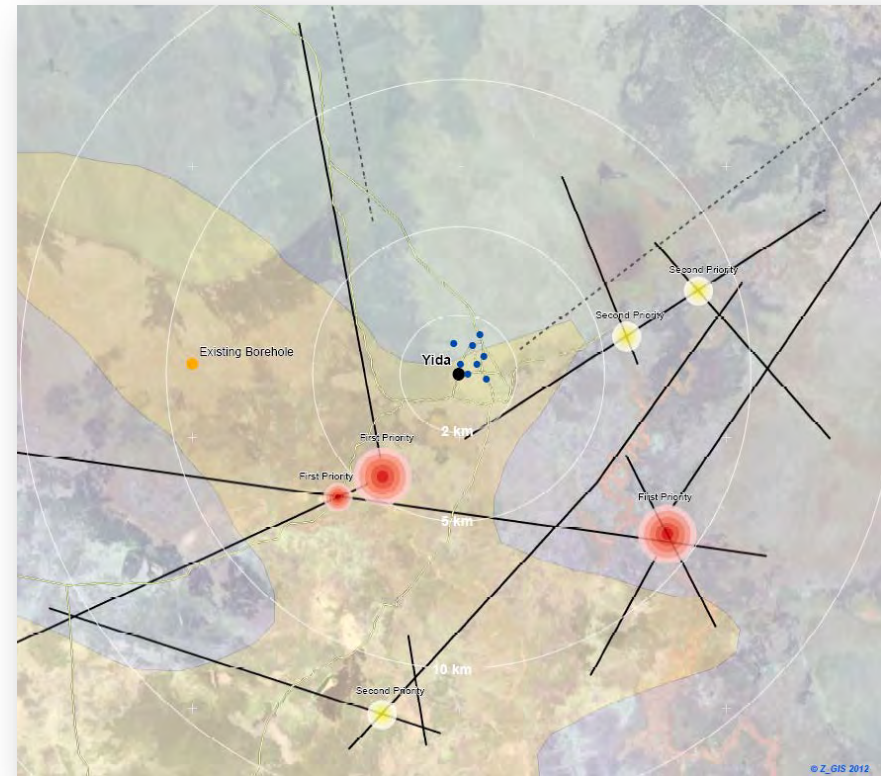
- Identifikation von potentiellen Gebieten für Wasserentnahme basierend auf L-Band ALOS Palsar, SIR-C, etc.
- Lineamentdetektion basierend auf X- und L-Band SAR

- **Zusatzdaten:** Geologische und hydrogeologische Daten, Bodendaten, bestehende Bohrprotokolle/Bohrprofile, Vegetation, etc.

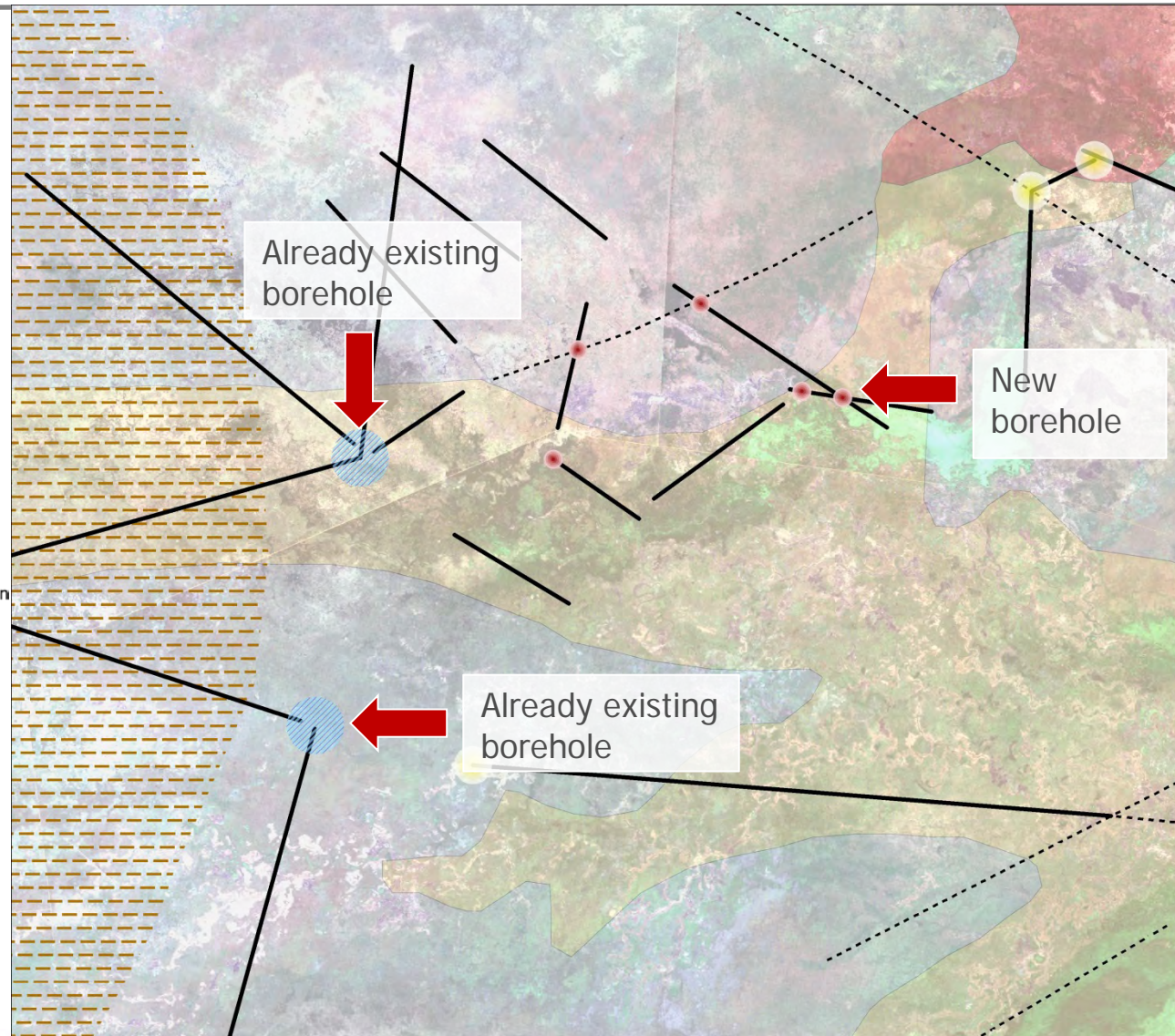


Grundwasserexploration - Methodik

- Entwicklung von OBIA-Methoden zur automatisierten **Extraktion von Lineamenten**
- semi-automatisierte Ableitung des **hydro(geo-)logischen Regimes**
- **Experten-basierte Interpretation** der Ergebnisse in Verbindung mit Zusatzdaten
- **Überprüfung vor Ort** (hydrogeologische und geophysikalische Untersuchung, Bohrlochprofile,...)
- **Zusatzprodukte:** temporäre Flussläufe, tbd



Validierung der Grundwasserexploration



Already existing borehole

New borehole

Already existing borehole

- Lineament based on visual image interpretation
- - - Inferred fault and fracture from the Geological Map of the Sudan
- Hydrogeology**
- ▨ Areas of brackish water
- Geology**
- ▨ Alluviums, wadi fills, terraces, delta and swamp deposits
- ▨ UMM RAWABA FORMATION
- ▨ Undifferentiated Basement Complex (outcrop)
- Potential Borehole Sites derived from lineament analysis**
- First Priority Borehole Site
- Second Priority Borehole Site
- Third Priority Borehole Site*

Abschätzung von Umweltauswirkungen

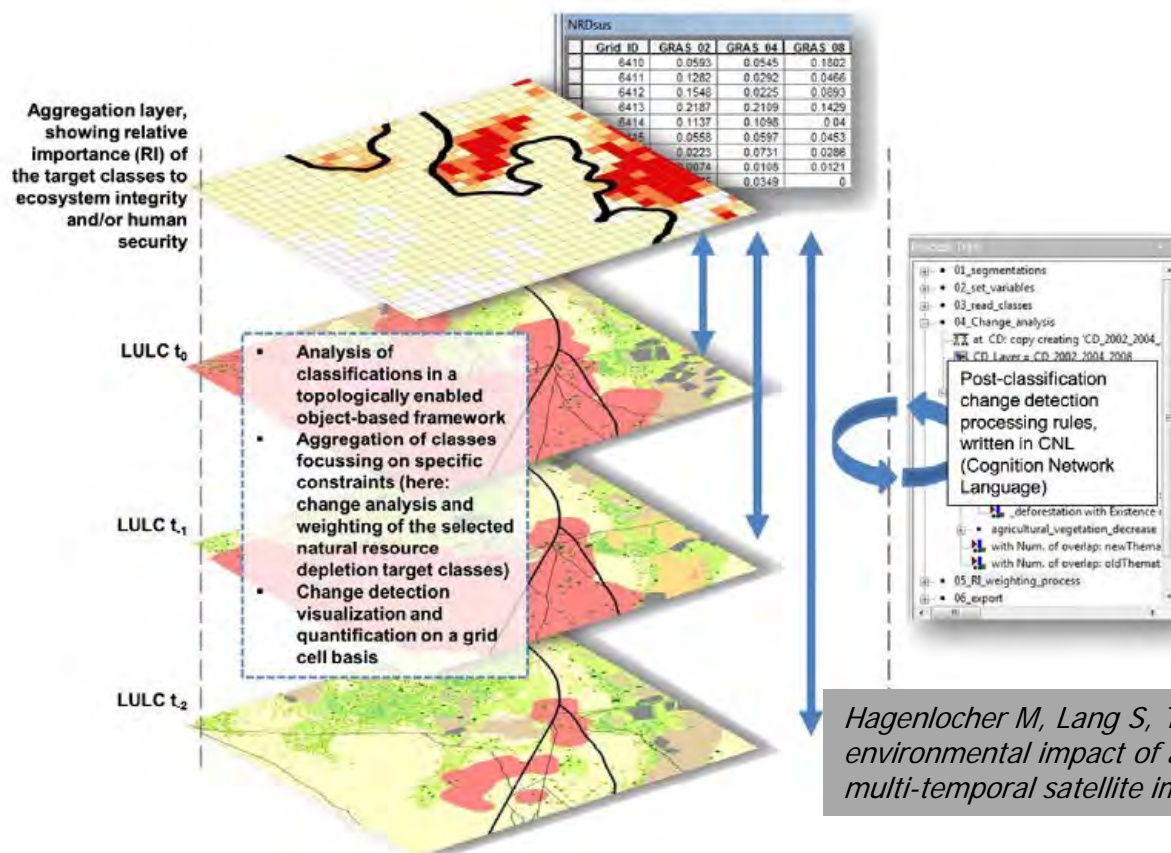


- **Hintergrund:** Flüchtlingslager bestehen häufig über viele Jahre mit z.T. erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt
- Quantifizierung vor Ort schwierig, zeit- und kostenintensiv
- **Veränderungen der Landnutzung** in der Umgebung von Flüchtlingslagern basierend auf multi-temporalen Satellitenbildern
- **Daten**
 - **Optische HR Daten** (SPOT-5, RapidEye)
 - **SAR Daten** (z.B. TerraSAR-X):
Ableitung von (bio-) physikalischen Parametern (z.B. Biomasse, LAI, Oberflächenrauigkeit etc.)



Umweltauswirkungen

- Bewertung der Auswirkungen von Umweltveränderungen auf menschliche Sicherheit und Ökosystemintegrität
 - Weiterentwicklung des **Weighted Natural Resource Depletion (NRD_w) Index**



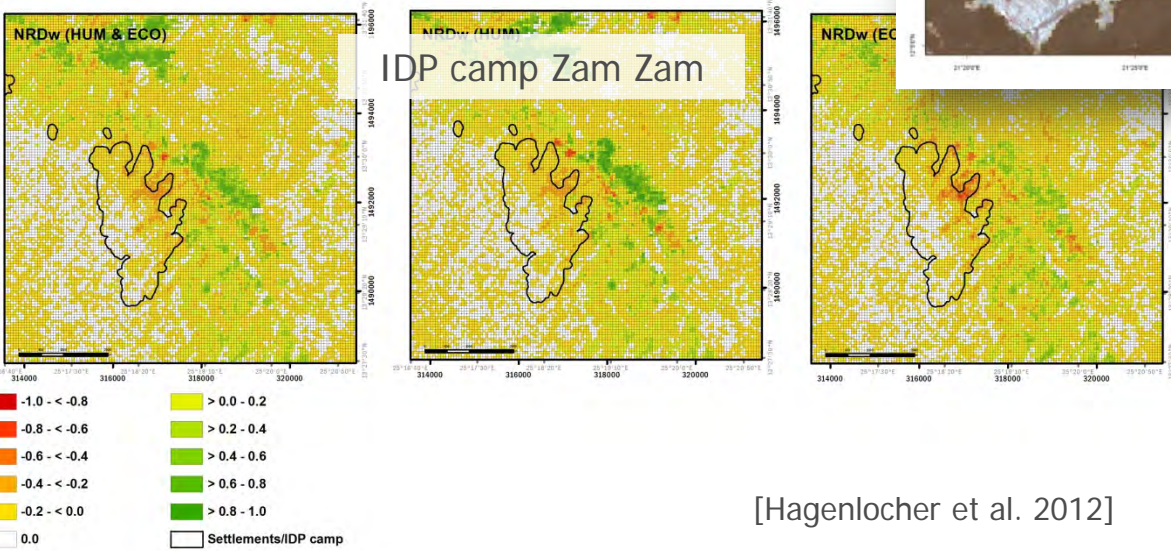
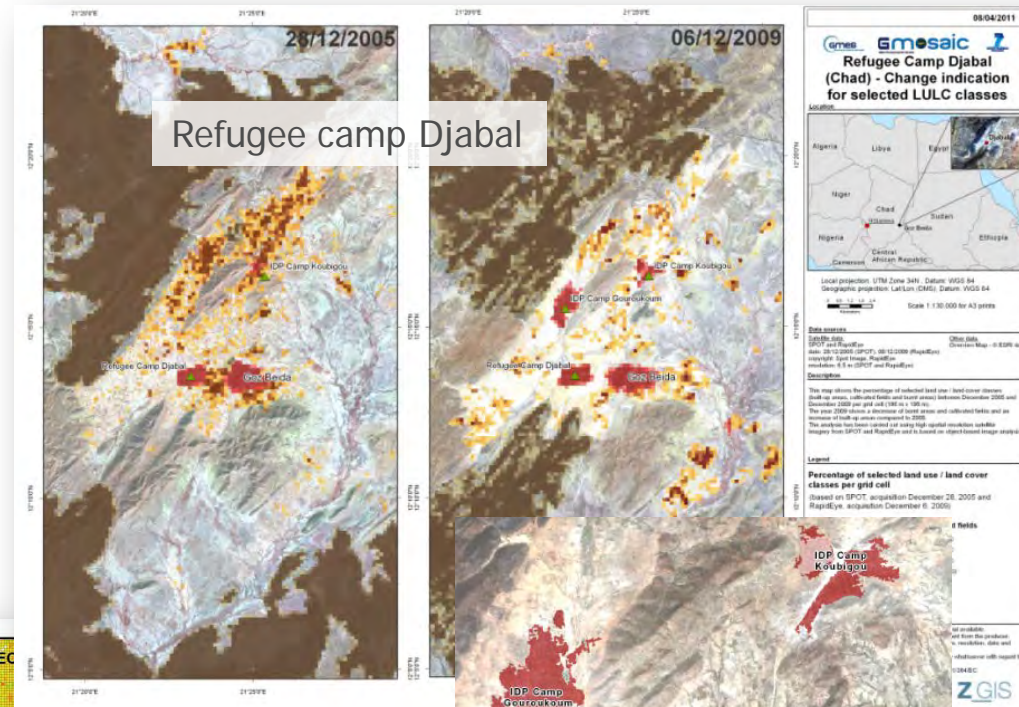
- Ausgewählte **Landnutzungsclassen** und deren Veränderung
- **Expertengewichtung** um relative Bedeutung der einzelnen Klassen im Hinblick auf menschl. Sicherheit und Ökosystemintegrität zu bewerten

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.

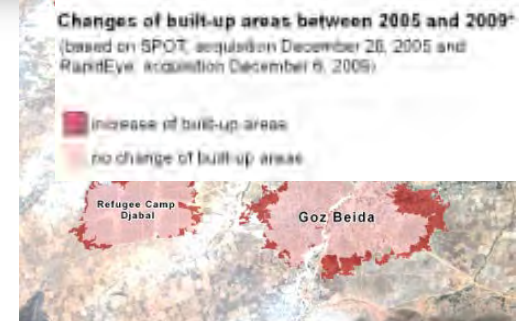
Umweltauswirkungen

Methodik:

- Objekt-basierte Klassifikation der Landnutzung/-bedeckung (inkl. Integration von SAR Daten und deren Ableitungen)
- Objekt-basierte Veränderungsanalyse
- Indikatorenberechnung (inkl. Expertengewichtung)

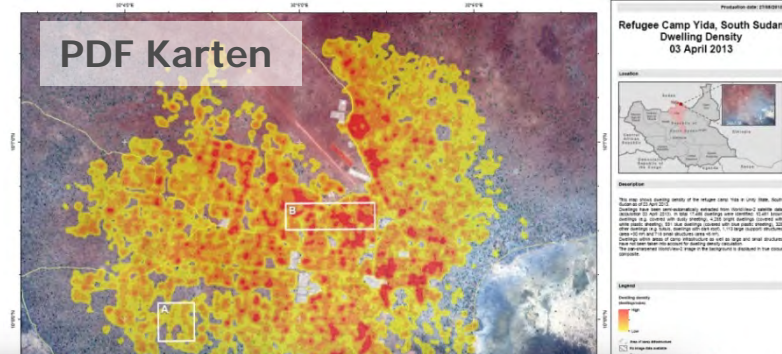


[Hagenlocher et al. 2012]

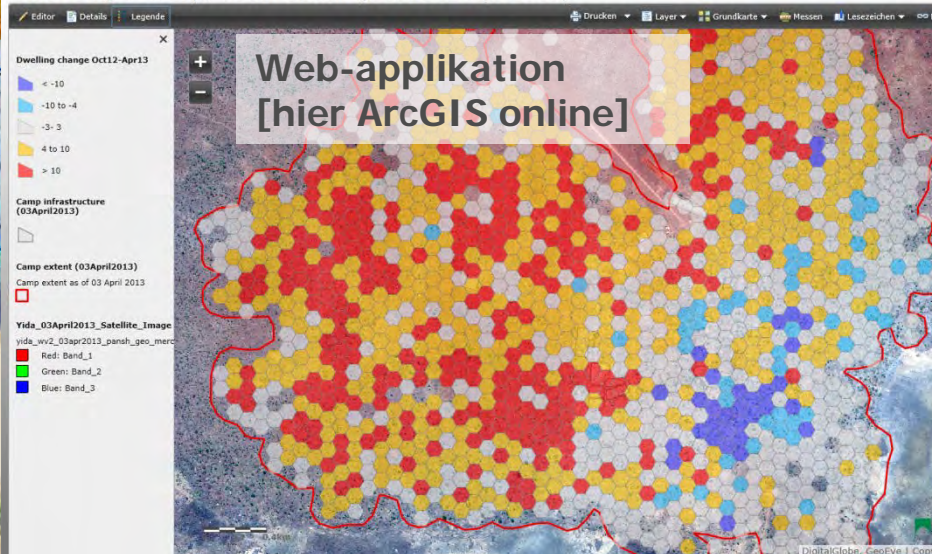


[Füreder et al. 2011]

- Entwicklung eines Web-portals zur Visualisierung und Analyse der Ergebnisse
- Zusätzlich Lieferung der Ergebnisse als Geo-PDFs und via Digitale Globen
- **Validierung** der Informationsbereitstellung hinsichtlich Relevanz und Usability durch MSF



Yida refugee camp, South Sudan (Oct 2012-Apr 2013)



An aerial photograph of the city of Salzburg, Austria, overlaid with a complex network of blue lines. The network consists of numerous small, interconnected nodes and edges, primarily concentrated in the urban areas. The background shows the city's layout, including buildings, roads, and green spaces, with a prominent river (the Salzach) visible on the right side. The overall image has a slightly grainy, high-resolution appearance.

2013

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Petra Füreder

Interfakultärer Fachbereich Geoinformatik - Z_GIS, Universität Salzburg

E-mail: petra.fuereder@sbg.ac.at