



Potenziale zeitlich & räumlich hochaufgelöster Sentinel-Daten für die verbesserte Kartierung in Agrarräumen

„ Copernicus für die Wissenschaft“

Julius-Maximilians-
**UNIVERSITÄT
WÜRZBURG**

Christopher Conrad, Universität Würzburg

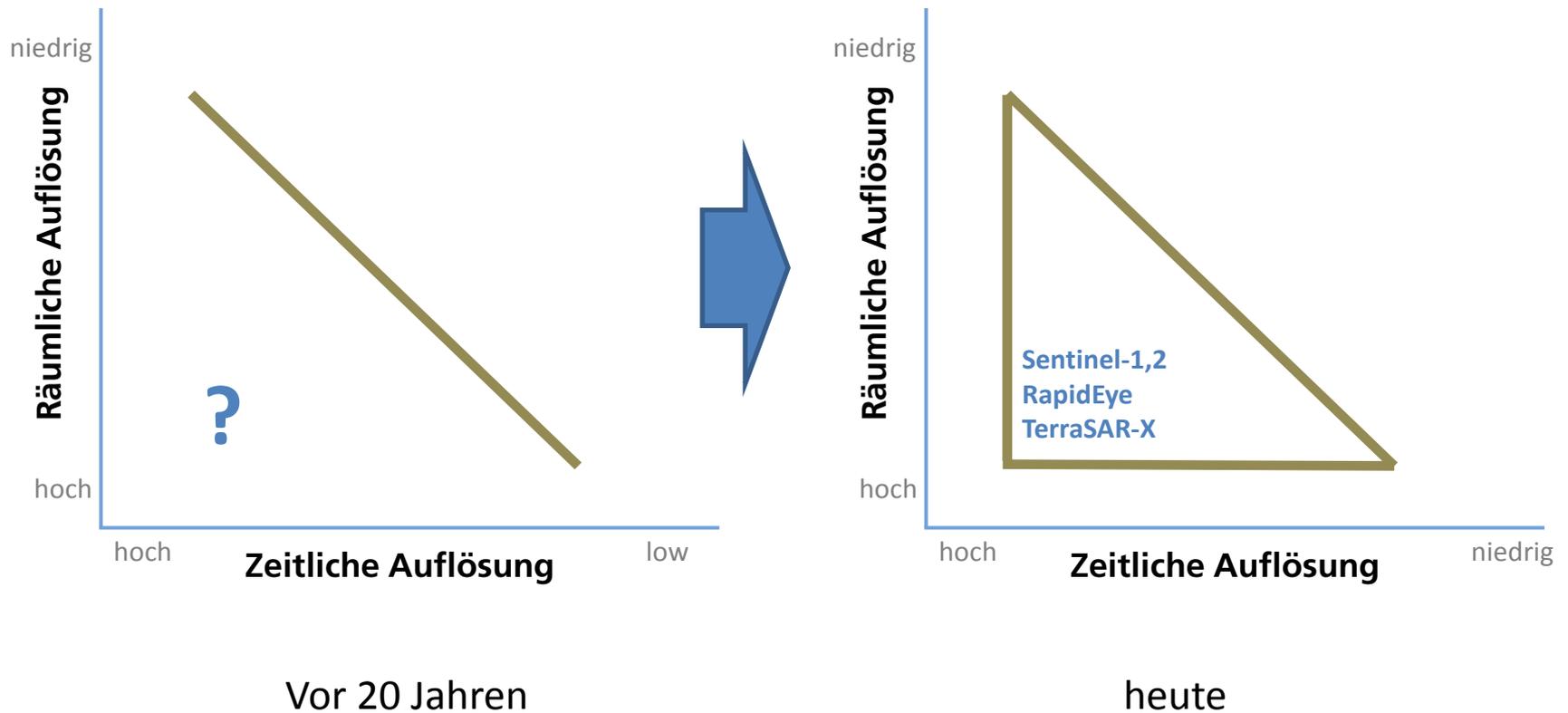


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Nationales Forum für Fernerkundung und Copernicus 2017



Neue Möglichkeiten durch Sentinel-1,2 und die neue Datenvielfalt





Crop types

- Cotton
- Fallow
- Maize and Sorghum
- Rice
- Trees
- Wheat-Fallow
- Wheat-Rice
- Wheat-Other

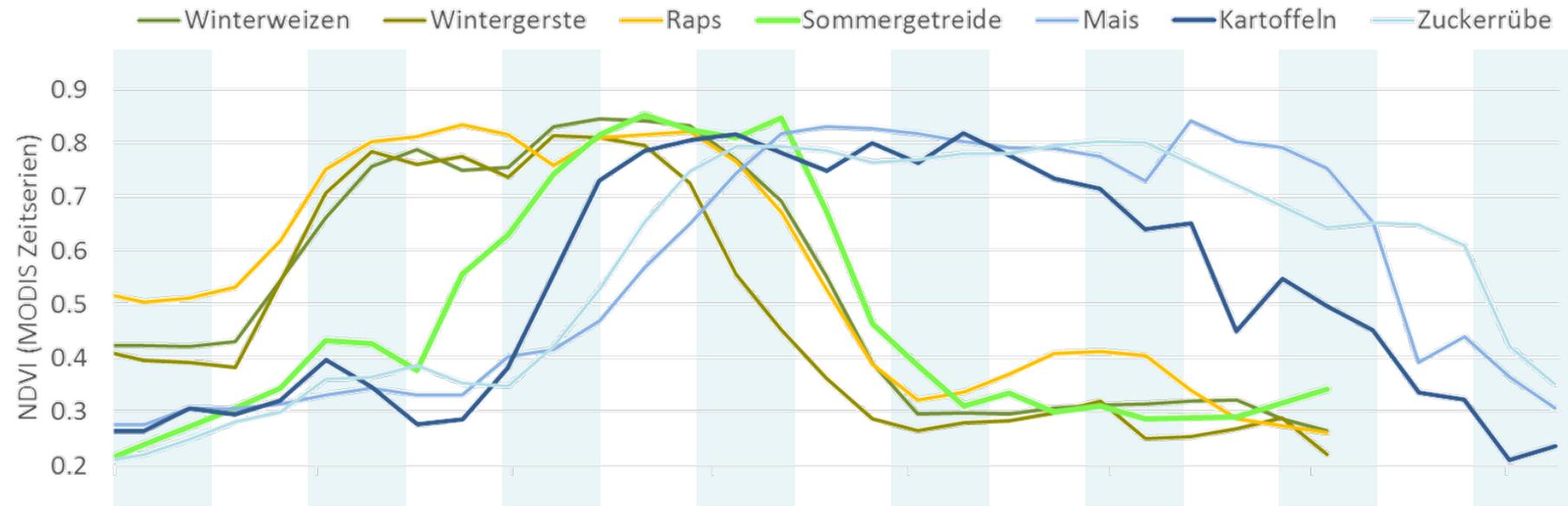


Verbesserte Kartierung von Landnutzung und Landbedeckung

- Exzellente Genauigkeit ~90% durch hochperformante Methoden
- Vollständige Abdeckung großer Landnutzungssysteme / Agrarräume



Vorteil – Multitemporale Daten



Durch Sentinels: Optimierte Unterscheidung von „komplizierten“

Anbaukulturen wie Getreidearten (PhenoS-Projekt mit Uni Halle, UFZ):

- Nutzung von spektraler Bandbreite, Zeitreihen, spektralen Indizes, phänologischen Merkmale

Neuartige Ansätze möglich, z.B. sequenzielles Ausmaskieren von

Landnutzungstypen (z.B. Forkuor et al. 2015)

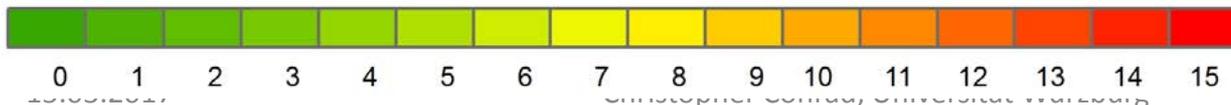
Verbesserungen auch im Grasland-Monitoring (z.B. Schuster et al. 2011, 2015)

Ableitung neuer, innovativer Parameter

Innovative Parameter – Landschaftsebene



Maximum of subsequent years under cotton (2001-2015)

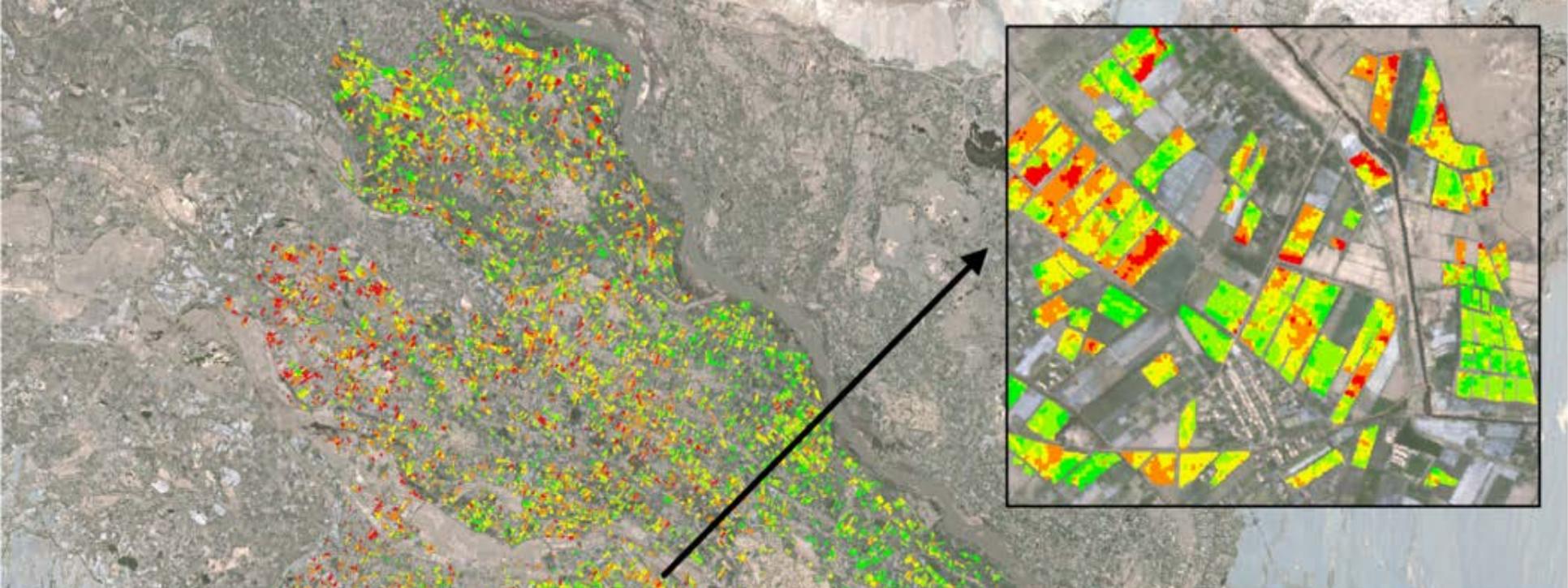


Analyse von Rotationsmustern

Beispiel – Khorezm, Usbekistan
Detektion von langjährigen
Baumwoll-Monosequenzen mit
MODIS Zeitserien

Modellierung mit GIS-Daten zu
Siedlungen und Böden:
Rotationen v.a. in der Nähe
großer Städte und auf
fruchtbaren Böden

Conrad, Lamers, et al. 2016



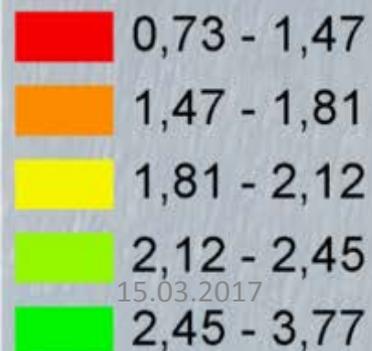
Verbesserte Modellierung von Ernteerträgen

Verschiedene Ansätze der Modellierung

Light Use Efficiency Ansätze sind für die Landschaftsskala geeignet:

- über saisonalen Biomassezuwachs wird eine Ernteprognosen ermöglicht
- Eher Ertragsniveau als absoluter Wert

Cotton yield
(t/ha)



15.03.2017

In Zukunft auch zunehmend in Gebieten mit höherer Bewölkerung und kleineren Flurstücken

DOY:101



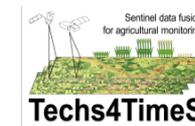
Animation: Thorsten Dahms, Uni Würzburg

„Fusion“ von Sensordaten unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung

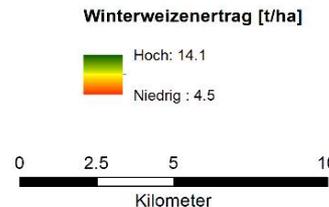
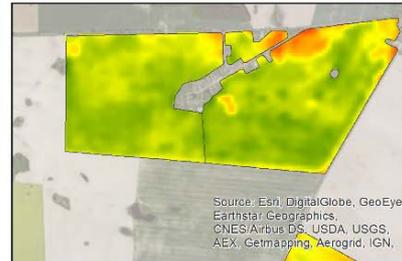
Beispiel Agrarlandschaft, DLR-Testfeld DEMMIN, TERENO-Site Norddeutsches Tiefland

Fusionsmethode: STARFM (Gao et al. 2006)

Fusion zwischen MODIS und Landsat 8 in verschiedenen Spektralbereichen



Innovative Parameter – Teilschlagspezifische Informationen



Modellverbesserungen
für das LUE-Modells -
Integration von

- fusionierten
Zeitserien
- Biomasse aus SAR-
Daten
- Bodenfeuchte (GFZ)

Entwicklung eines
Prototyps für einen
Ernteservice

Beispielgebiet Testfeld
DEMMIN



Teilschlagspezifische Informationen – Privatwirtschaftliche Nutzung

Dünge-Applikationskarten

Ertrags- / Managementzonen



- Unterstützung bei der
 - Bodenbeprobung
 - Entwicklung langfristiger Düngestrategien
 - Stickstoffdüngung
- Input für sog. On-Farm-Tools



Karte und Foto: Sebastian Fritsch

Welches sind die Datenprodukte von morgen, die durch Sentinel möglich werden?

Landnutzungskarten, Veränderungskarten

Landnutzungsintensität (Anzahl der Ernten pro Zeiteinheit)

Dauer des Offenliegens LW Flächen (offener Boden)

Rotationssysteme, Konnektivität und Diversität

Phänologische Zeitpunkte (z.B. Xu et al. 2017)

Bodenparameter, z.B. Bodenfeuchte oder organischer Kohlenstoffanteil (z.B. Blasch et al. 2015, GFZ TERENO)

Informationen zur Biomassebildung, Erntenniveaus über große Landschaften hinweg (von Anerbensystemen bis Realerbteilung)

Weitere Einsatzgebiete

(zum Beispiel für Ämter in den Bereichen LW und Forst, Umwelt)

- Beispiel Umweltschutz:
 - Nachhaltige Nutzung von Boden und Wasserressourcen (Tilman et al. 2002), Einschätzung von Ökosystemleistungen
 - Versorgung mit pflanzlichen Agrarprodukten und Energierohstoffen
 - Prävention von Wind- und Wassererosion, Grundwasserneubildung, Erhalt der Bodenfruchtbarkeit vgl. Rabe et al. 2016
- Labelling von Agrarprodukten (Ressourcennutzung, Wasser)

Limitationen bei der Nutzung von Sentineldaten?

- Validierung / Güte der Satellitendaten und Produkte
 - Formulierung von Standards
 - Durchführung regelmäßiger Bodenmessungen (in situ)
 - Aufbau und Wartung von langfristigen Standorten, Qualitätsstichproben, Beteiligung von Öffentlichkeit
 - Qualitätssicherung ist nur bedingt Drittmittelgeschäft

DEMMIN – Dauerhafte Daten- Infrastruktur

Agrar-Meteorologische Messnetz:

40 Wetter

Bodenf

Extrem

Datenb

In situ E

Kampagn

Phänolog

des DWD

Weitere E

Höhenmo

Key Facts

DEMMIN ist eine sehr gut instrumentierte Agrarlandschaft

DEMMIN ist TERENO-Site.

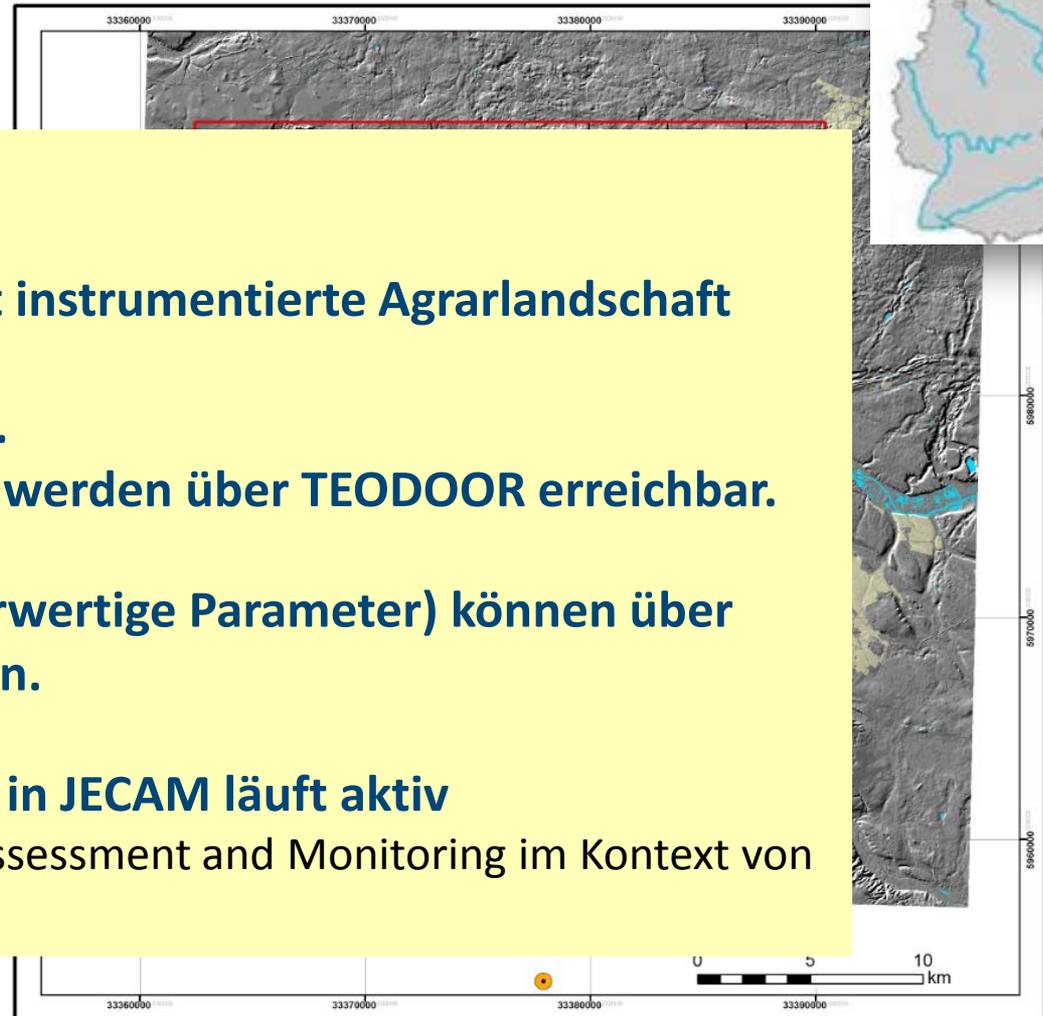
Die Daten der Messnetze werden über TEODOOR erreichbar.

***In situ* Kampagnen (höherwertige Parameter) können über**

Projekte finanziert werden.

Einbindung von DEMMIN in JECAM läuft aktiv

(Joint Experiment for Crop Assessment and Monitoring im Kontext von
GEOSS-GEOGLAM)



TERENO
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES

UFZ/DLR – Workshop Möglichkeiten und Herausforderungen im Kontext aktueller und zukünftiger Erdbeobachtungsdaten

Leipzig, 09.-10.03.2017

- Offene Arbeitsgruppe, aktuell gebildet von Kollegen des DLR, GFZ, UFZ, Raumfahrtmanagement, Uni Würzburg, und Uni Halle
- Ziele:
 - Aktivitäten im Bereich Bodenmessungen bis Validation abstimmen
 - Den State-Of-The-Art u.a. aufarbeiten
 - Das Thema exemplarisch an Beispielen wie Landwirtschaft, urbane Räume, etc. betrachten, analysieren, weiterentwickeln
 - Betrachtung aus Sicht der Anwender – Betrachtung aus Sicht der Wissenschaft und Technik
- Konkreter Vorschlag:
Session/Workshop zu „Bodenmessung, Kalibration und Validation“
auf dem nächsten Copernicus Forum

Wie werden wissenschaftliche Forschungsergebnisse effizient in die Anwendung gebracht? Was sind die größten Hindernisse dabei?

- Operationelle Datensätze
 - regelmäßig verfügbar
 - mit Metadaten und Hinweisen zur Interoperabilität
- Bereitstellung über Datenportale
- Fachschalenbasierte Online-Informationssysteme

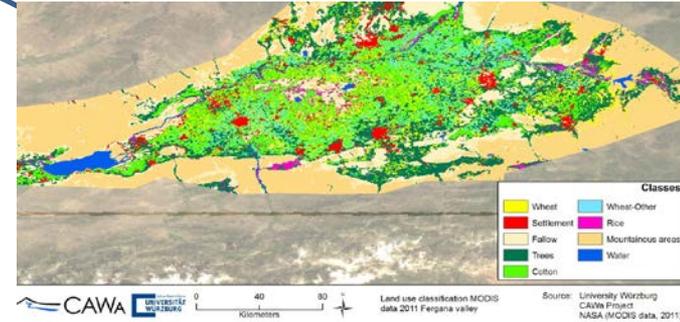
Beispiel: Online tool for land use and Water Use Efficiency Monitoring in Central Asia



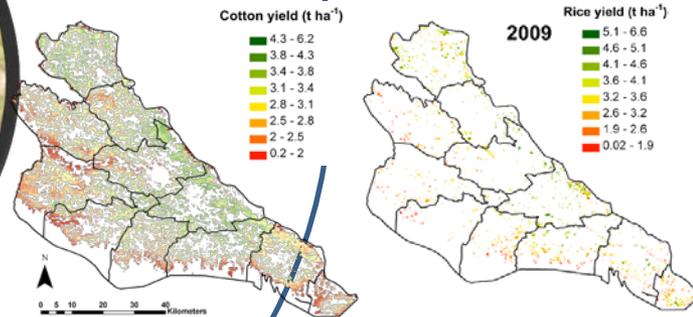
Utilizing technical possibilities in the geoinformation sector



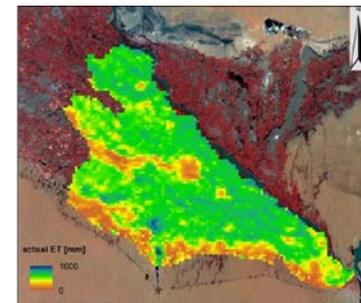
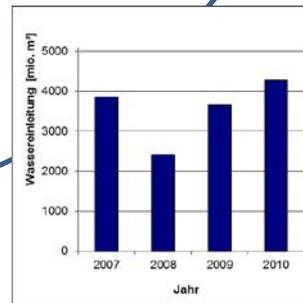
Land use (cotton, rice, wheat, fallow)



Crop yield / biomass development



Water flow / use efficiency



<https://wuemoca.geographie.uni-wuerzburg.de/>

Gibt es konkrete Empfehlungen, wie die Bundesregierung Sie bei der Einführung unterstützen kann?

- Sicherstellung der Kontinuität von Förderprogrammen:
 - Nutzung der Sentinel-Missionen
 - Entwicklung von lokalen bis regionalen Services für die Landwirtschaft
 - ggf. Abstimmung der Aktivitäten zwischen den Geldgebern
- Einrichtung von langfristigem Qualitätsmanagement als nationale Aufgabe (made in Germany)
 - Weitere Koordination und Förderung der Cal/Val-Aktivitäten
 - Sicherstellung der Messsystemausstattung
 - Einbindung der Universitäten
- Aufzeigen von Wirkungspfaden wissenschaftlicher Erkenntnisse über Förderprogramme hinaus



Potenziale zeitlich & räumlich hochaufgelöster Sentinel-Daten
für die verbesserte Kartierung in Agrarräumen

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Christopher Conrad, Universität Würzburg

Nationales Forum für Fernerkundung und Copernicus 2017



Die
Bundesregierung

15.03.2017



Christopher Conrad, Universität Würzburg



18

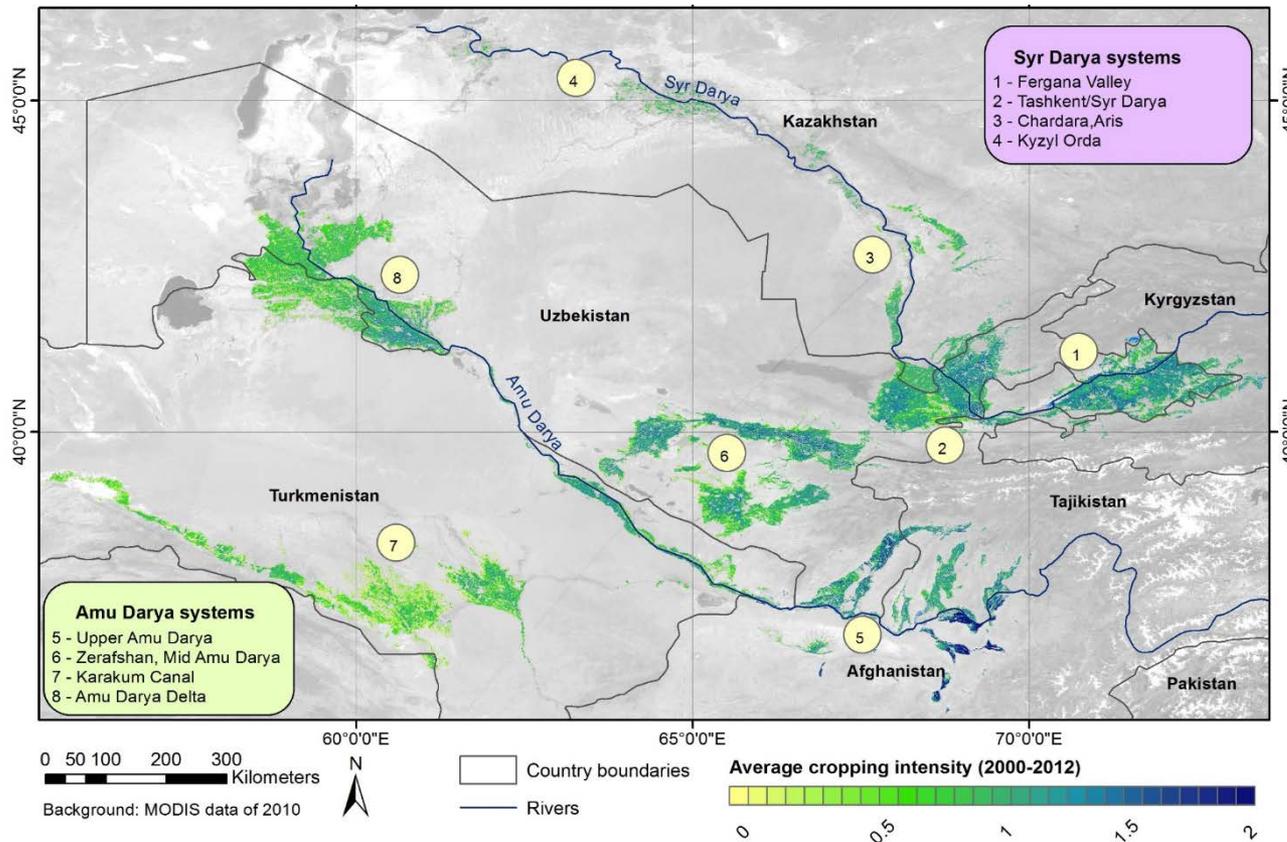
Wie kommen wissenschaftliche Forschungsergebnisse effizient in die Anwendung?

- Privatwirtschaft entwickelt Produkte für Präzisionslandwirtschaft
- Stärkung des aktuell anwachsenden „Bedarfs-Wissens-Förderband“ zwischen Wissenschaft und Praxis
 - Abstimmung und Festlegung von Inhalten und Güteerwartungen
 - Anforderungen und Schnittstellen formulieren
 - Workflows ableiten und sukzessive implementieren
 - Gemeinsames Qualitätsmanagement für Daten und Services
 - Multiplikatoren erkennen und einbinden
 - Auf wenige Anwendungen konzentrieren (tw. ohne hohen wissenschaftlichen Anspruch, „Fleißarbeit“)

Literatur

- Rabe, S.-E.; Koellner, T.; Marzelli, S.; Schumacher, P.; Grêt-Regamey, A. National ecosystem services mapping at multiple scales – The German exemplar. *Ecological Indicators* **2016**, *70*, 357–372.
- Schuster, C., Ali, I., Lohmann, P., Frick, A., Förster, M., & Kleinschmit, B. (2011). Towards Detecting Swath Events in TerraSAR-X Time Series to Establish NATURA 2000 Grassland Habitat Swath Management as Monitoring Parameter. *Remote Sensing*, *3*, 1308–1322.
- Schuster, C., Schmidt, T., Conrad, C., Kleinschmit, B., & Förster, M. (2015). Grassland habitat mapping by intra-annual time series analysis - Comparison of RapidEye and TerraSAR-X satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *34*(1), 25–34.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, *418*(6898), 671–7.

Innovative Parameter – Landschaftsebene



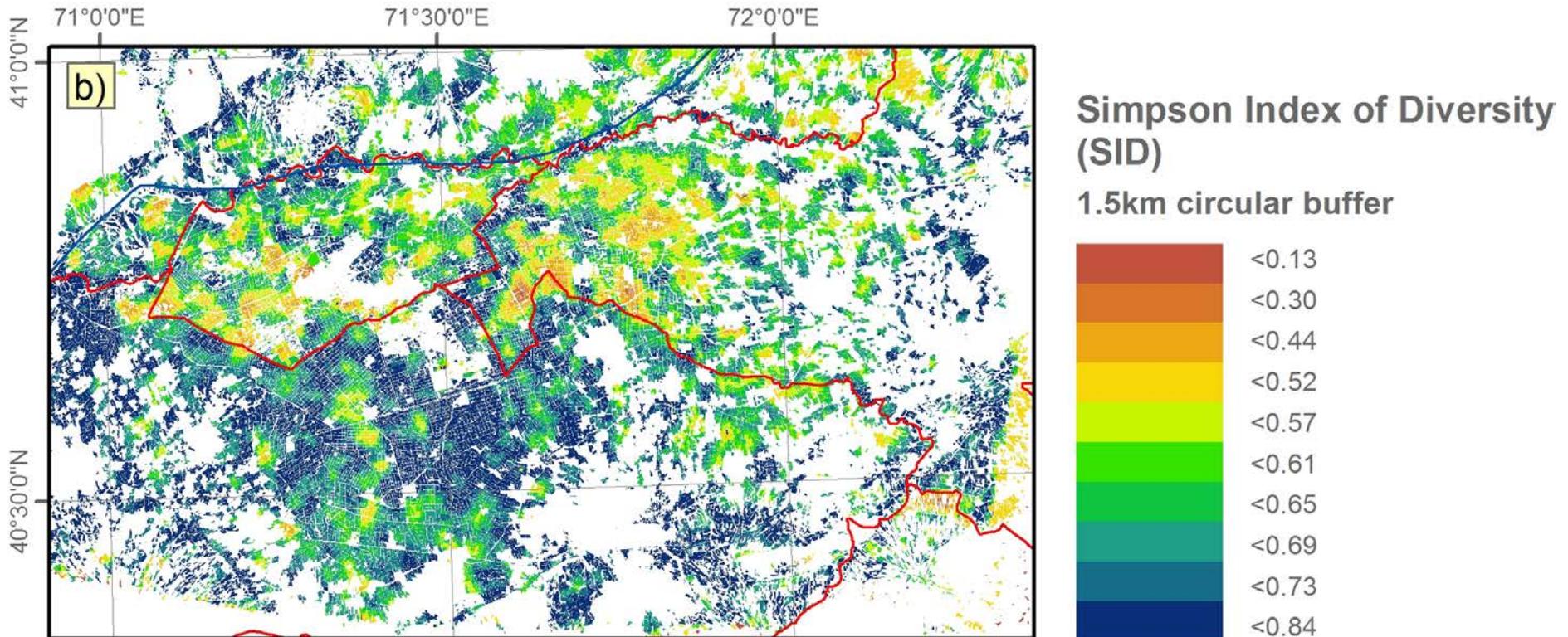
Mittlere Anzahl von Ernten im Bewässerungsfeldbau des Aralseebeckens auf Basis längerjähriger MODIS-Zeitserien (2000-2012).

Landnutzungsintensität

Ergebnis ermöglicht die Untersuchung von Zusammenhängen der Landnutzung mit Verfügbarkeit an Bewässerungswasser und Landdegradation

Conrad, Schönbrodt-Stitt, et al. 2016

Innovative Parameter - Landschaftsebene



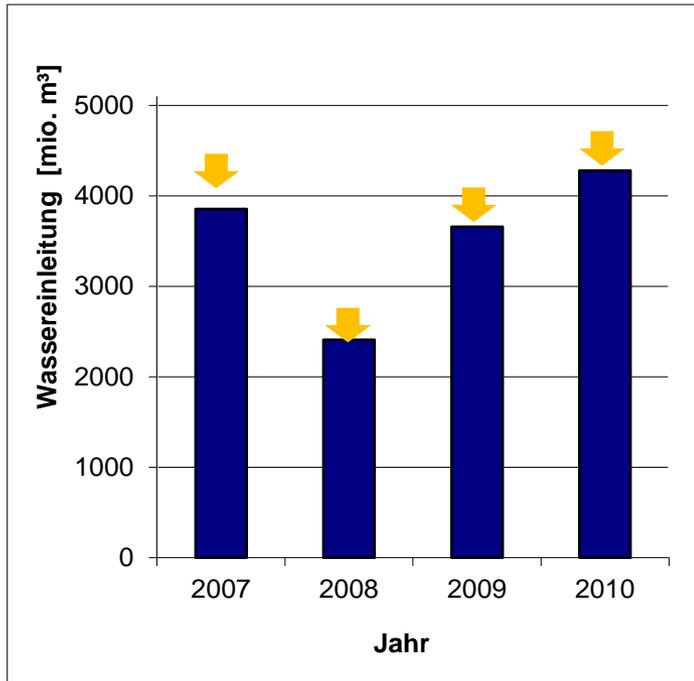
Untersuchung der räumlichen Anbaumuster mittels Diversitätsmaßen (z.B. Ermittlung von großflächigen Monokulturen)

Beispiel Ferganatal, Usbekistan

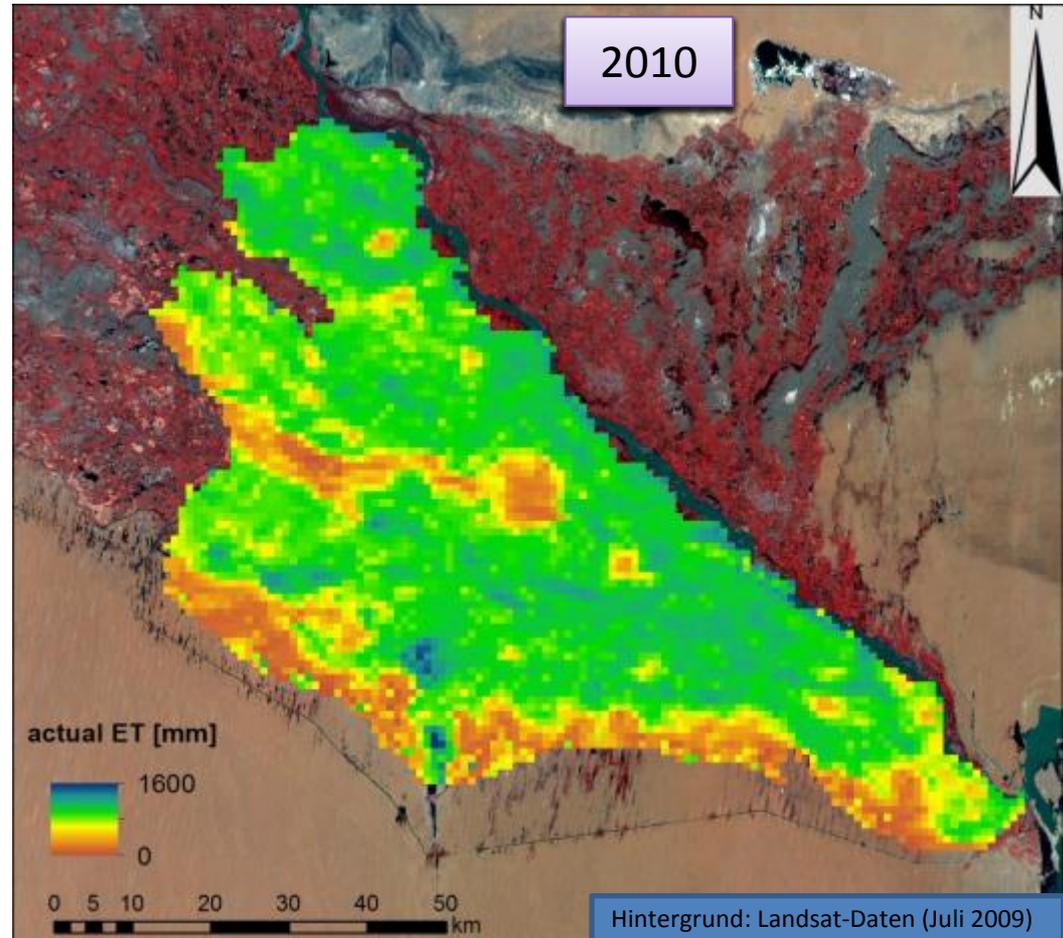
Nutzung von Landsat und RapidEye Daten, Simpson Index of Diversity

Conrad et al. (in prep)

Abschätzung der Wassernutzungseffizienz Evapotranspiration (experimentell)



Wassereinleitung ins Bewässerungssystem



Patrick Knöfel, Dissertation Uni Würzburg (2016)

- Integration der Bodenfeuchte aus Radardaten in SEBAL
- Multiskalige und saisonale Modellierung

Beispiel: Online tool for land use and Water Use Efficiency Monitoring in Central Asia



Developer

Scientific algorithms

Technical development

Quality management



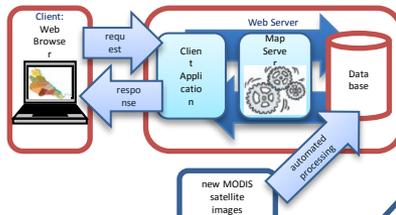
User

Communication

Training and knowledge transfer

Sustainability

Tool specification



Land & Water Indicators

- Irrigated land use
- Unused irrigated land
- Crop yield
- Irrigation efficiency

- Professional Indicators &
- „Academic“ Indicators

Tabelle 5.1: Im Projektjahr 2016 spezifizierte und implementierte Indikatoren in *WUEMoCA* sowie für den Förderzeitraum 2017 geplante (kursiv) Indikatoren zur Bewertung der Wassernutzungseffizienz. Die detaillierte Spezifizierung (Datengrundlage, Berechnungszeitraum, Algorithmus) der Wassernutzungsindikatoren erfolgt in 2017.

Name of indicator	Time scale	Notes
Land related indicators (already implemented in 2016)		
Net irrigated land area	annual	Potentially usable irrigation area (ha)
Net irrigated land use	annual	Actual use of net irrigated land area, double season is counted twice
Unused irrigated land	annual	Percentage (%) of net area classified as fallow land
Fallow land frequency	multi-annual	Number of years with fallow land
Crop related indicators (already implemented in 2016)		
Actual yield	annual	Yield (t ha ⁻¹) of main crop types*
Actual farm gross output	annual	Farm output (tons) for main crop types**
Major land use	multi-annual	Crop type (cotton, wheat, rice, fallow, orchard/vineyard, urban garden, other crop)
Crop rotation	multi-annual	Number of crop types
Irrigated crop acreage	annual	Irrigated area (ha) cultivated with different crops and total irrigated crop acreage for all crops
Irrigated land use per crop	annual	Percentage (%) of irrigated land cultivated with different crops (cotton, wheat, rice, orchard/vineyard, other crop, urban garden)
Indicators on the water use efficiency (to be implemented in 2017)		
Available water supply for irrigated land		Ratio of the actual water delivery to the contour to the planned water delivery
Uniformity of water delivery to irrigated land		Indicator characterizing the uniformity of provision of water to sites, contours of irrigation systems, and zones under command of ISA, BISA, etc)
Irrigation effectiveness		Indicators showing the effectiveness of irrigation systems and irrigation technique (from technical side, performance)
Water productivity		Indicators showing the quantity of production output that is generated per 1 cubic meter of water delivered to the field (within the boundaries of WUA, irrigation system, ISA, district, province).

*available for cotton and wheat, **available for wheat, Annual i. = single year (2000-2015), Multi-annual i. = average values

- **1. Land and water monitoring indicators**

⇒ Analytical instrument (decision making in the water management sector)

⇒ Fill existing data gaps (second, objective data source)

- **2. Scientific tool**

- ⇒ Analytical instrument as input for further modeling (ASBmm), level of Rayons, Oblasts

- **3. Information technology / remote sensing**

- ⇒ Learning instrument (professionals and students)

- ⇒ Promote IT in the water management sector

- **4. Modular tool**

- ⇒ Other use cases (land management, policy support, possible)

- ⇒ Linkages into other activities within the region

WUEMoCA 2015

The screenshot displays the WUEMoCA 2015 web application interface. The browser window shows the URL 132.187.203.64:8080/wuemoca/. The application header includes the CAWA logo and the text "WUEMoCA Water Use Efficiency Monitor in Central Asia".

Left Sidebar:

- Select Irrigated Area:** Khorezm (UZB)
- Rayon Filter (multiple selection):** all Rayons of irrigated area
- Select map type:** Land use
- Select crop type:** Wheat
- Select aggregation level:** regular Raster
- Attention:** incomplete test data!

Map Layer Settings:

- Maximum irrigation extent
- Wheat Area in % 0-100
- Color scale: 0 (lightest), 15, 100 (darkest)

Overview Map: Shows the location of the study area within Uzbekistan.

Main Map: Displays a raster map of irrigated areas for the year 2001. The map is color-coded by wheat area percentage. Key locations labeled include Gurlan, Dasoguz, Yangibozor, Benary, Urganj, Qo'shko'pir, Xiva, Yangiariq, Bog'ot, Xonqa, Hazorasp, and Pental. The CAWA logo is overlaid on the map.

Bottom Taskbar: Shows the Windows taskbar with various application icons and the system clock indicating 07:42 on 03.10.2015.

WUEMoCA Today

WUEMoCA

https://wuemoca.geographie.uni-wuerzburg.de/app/

CAWA WUEMoCA Water Use Efficiency Monitor in Central Asia

Map Controls

Zoom to area of interest

Map Selection Options

Activate filter for indicator list

Select indicator:
Irrigated land use (per crop)

Select crop type:

Select unit type:
Administrative units

Select aggregation level:
District (Rayon)

Download District Map as Shapefile

District Map: Irrigated land use of All crops 2016

2000 2016

Legend

My Polygons

Tejen District - All crops: 69.26 %

- Copernicus Domain: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
- Land Monitoring Service (Landüberwachung)

Weltraum-Komponente ↔ In situ Komponente und ihr Nutzen für den Bereich der Forschung, der die Anwendung entwickelt

- Satellitendaten (z.B. via Code-De)
- Lokale und regionale Services (biophysikalische Parameter, höherwertige Informationen)

=> Wichtige Daten zur Modellierung und für interdisziplinäre Forschung