

SenThIS

Sentinels für Thüringer Informationssysteme

Entwicklung und Einsatz von Copernicusprodukten
basierend auf SENTINEL Daten für operationelle
Landesaufgaben

(gefördert durch das BMVI)

Dr. Peter Krause und Sandra Naue

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Hochwassernachrichtenzentrale

10. Thüringer GIS-Forum - 02. Juni 2016

Supported by:



Federal Ministry
of Transport and
Digital Infrastructure

on the basis of a decision
by the German Bundestag

SenThIS befasst sich mit der Evaluierung und Nutzung von Sentinel-Satellitendaten und anderen Copernicus-Produkten für den Einsatz in operationellen Landesdiensten.

Ziel ist es Landesbehörden durch Nutzung von aktuellen Technologien in die Lage zu versetzen, effizienter und gezielter auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen reagieren zu können.

Anwendungsfelder sind:

- Ein verbesserter **Hochwasserschutz** durch bessere Hochwasservorhersage
- Ein effizientere Aufnahme des Zustandes und der Gesundheit des **Thüringer Staatswaldes**
- Erzeugung von **landwirtschaftlich relevanter Information** zur Planung und Verbesserung des Anbaus und der Ernte



The goal of the SENTINEL program is to replace the current older Earth observation missions which have reached retirement, such as the ERS mission, or are currently nearing the end of their operational life span. This will ensure a continuity of data so that there are no gaps in ongoing studies. (www.esa.int)



Hydrologie

Bodenfeuchte

Landnutzung

Landbedeckung

Hochwasser-
vorhersage



Forstwirtschaft

Hauptbaumarten

Waldbedeckung

Waldzustand

Erstellung von
Sentinel-2 Produkten



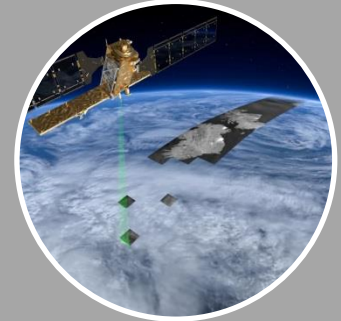
Landwirtschaft

Fehlstellen-Detektion

Fruchtreife

Fruchtartenkarte

Befahrbarkeit



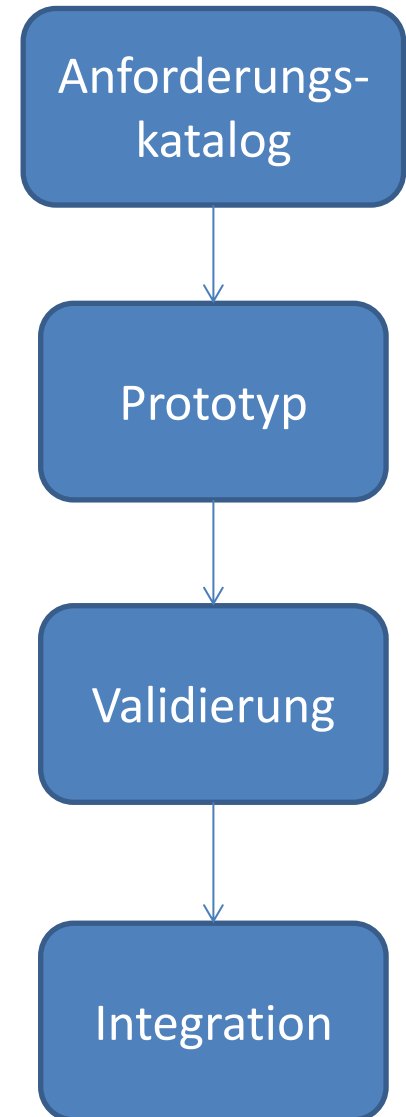
Fernerkundung

Erstellung von
Sentinel-1 Produkten

Bodenfeuchtemodell

- **Eigenentwicklungen:**
 - Kontinuierliches Bodenfeuchteprodukt auf Basis Sentinel 1 Daten für vegetationsarme Standorte ([EOS](#))
 - Modelltechnische Übertragung des Bodenfeuchteprodukts auf die gesamte Fläche des Freistaats ([TLUG](#))
 - Ableitung und Monitoring von forstlichen Bestandesparameter aus Sentinel 2 Daten für den kompletten Staatswaldbestand in Thüringen ([TH-Forst](#)).
 - Ableitung und Monitoring von landwirtschaftlichen Bestandesparametern aus Sentinel 1 / 2 Daten ([feiffer consult](#))
- **Mit- / Nachnutzung:**
 - Landesspezifische Adaption und Integration weiterer Copernicusdienste, wie z. B. Schneedeckenparameter (Wassergehalt, Ausdehnung), Überschwemmungsflächen, Landnutzungsänderungen.

- Erstellung von Katalogen, die die Nutzeranforderungen sowie Inhalt und Qualität der jeweiligen Fernerkundungsprodukte abschließend und vollständig beschreiben.
- Prototypische Entwicklung von Verfahren zur automatisierten Ableitung der FE-Produkte unter Beachtung des Anforderungskataloges.
- Umfassende Validierung und Unsicherheitsanalyse zur quantitativen und qualitativen Prüfung der generierten Produkte.
- Integration der FE-Produkte in die landesweite Dateninfrastruktur sowie die entsprechenden Werkzeuge und Modelle durch Anpassung der Werkzeuge und Schnittstellenentwicklung.

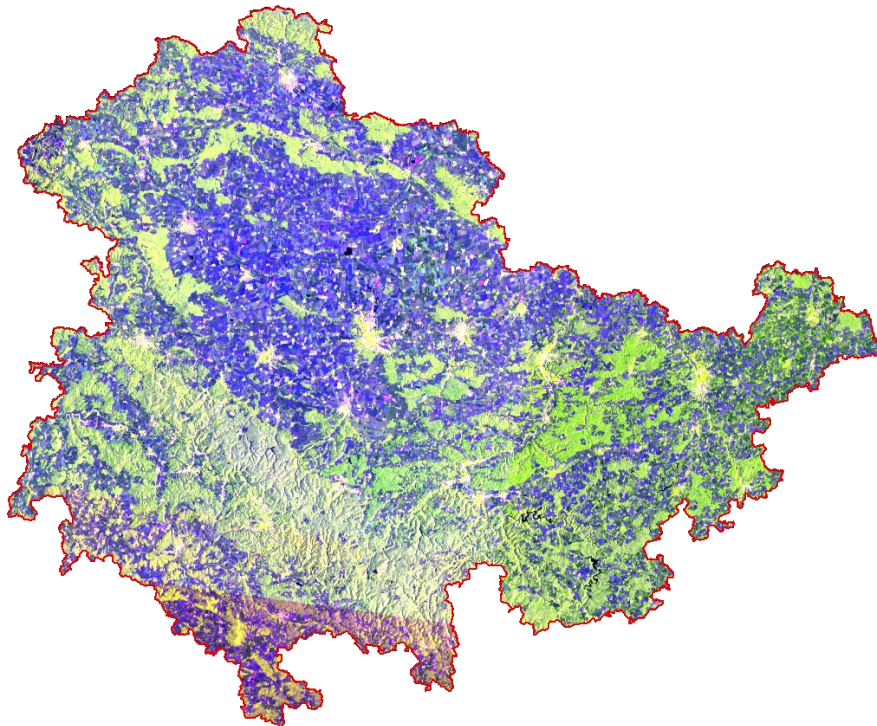


Sentinel 1 (A, B)

C-Band Synthetic Aperture Radar (SAR)

Räumliche Auflösung: < 100 m

Zeitliche Wiederkehr: 3 – 4 Tage



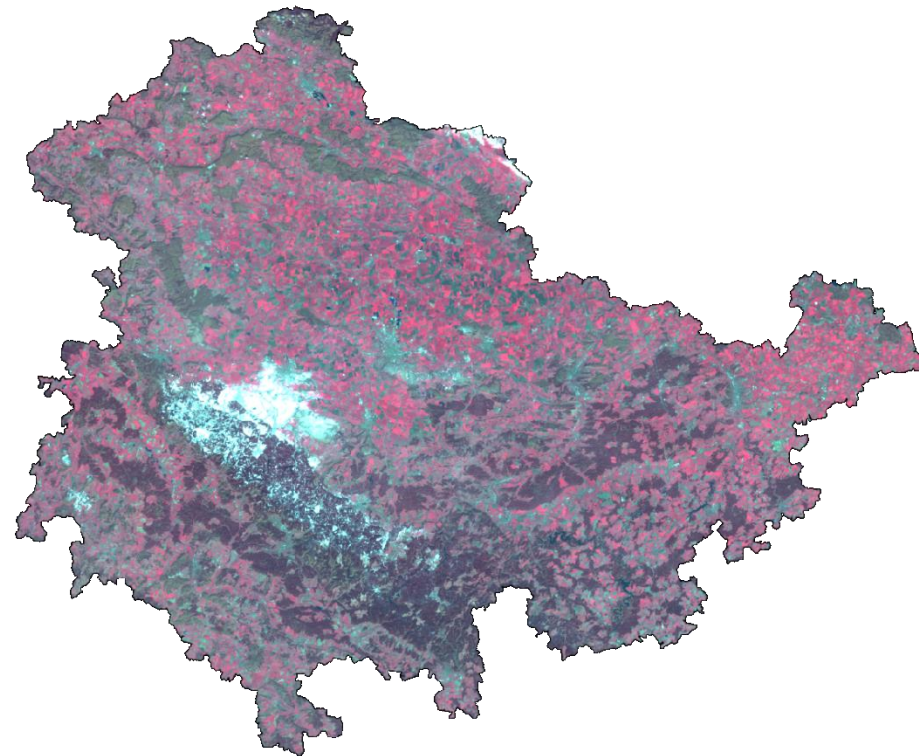
Sentinel-1A Falschfarben-RGB-Komposite mit den Kanälen
R: VV-Polarisation, G: VH-Polarisation, B: Ratio aus VV
und VH.

Sentinel 2 (A)

Multispektral mit 13 Bändern

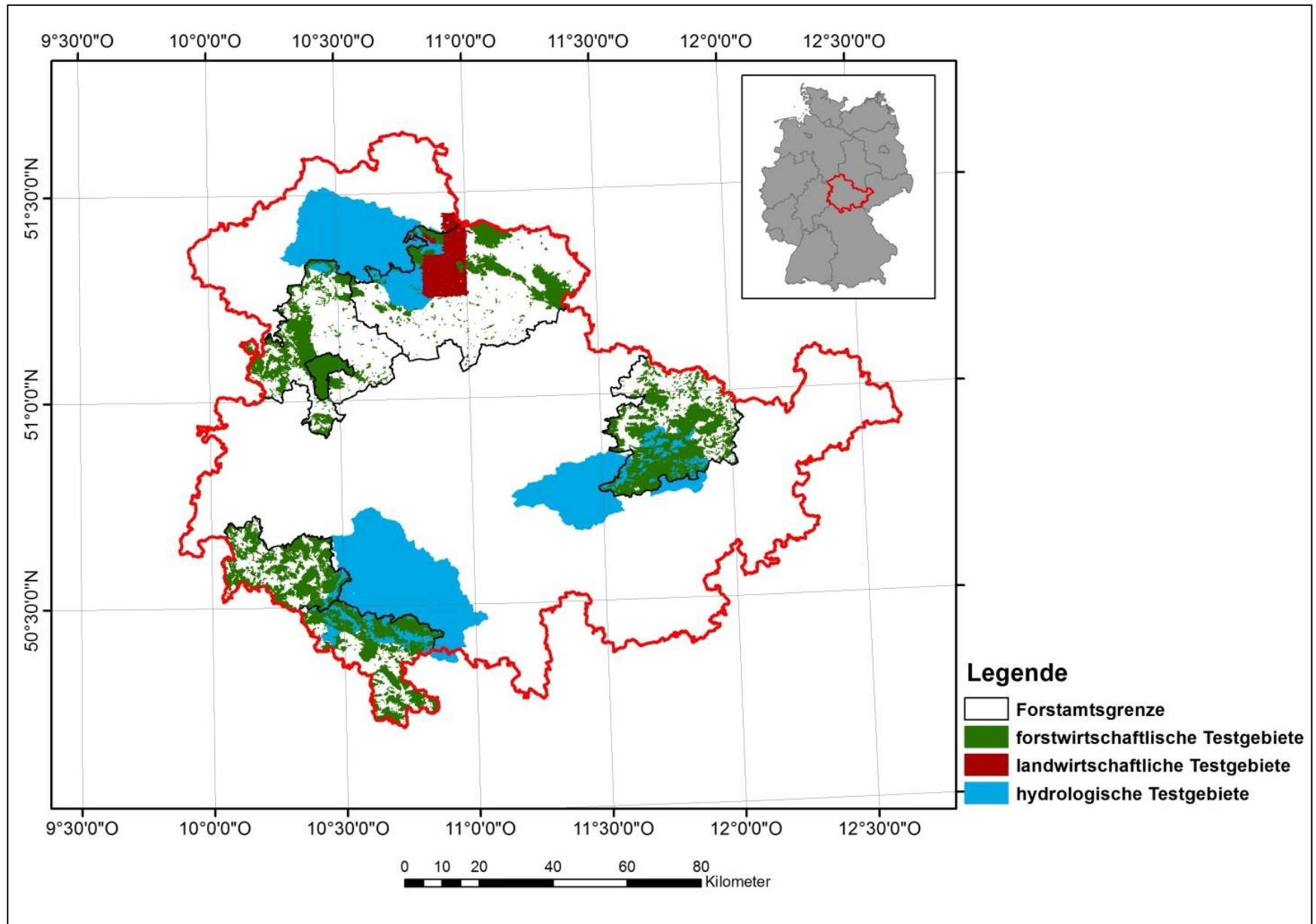
Räumliche Auflösung: 10 m

Zeitliche Wiederkehr: ~ 5 Tage

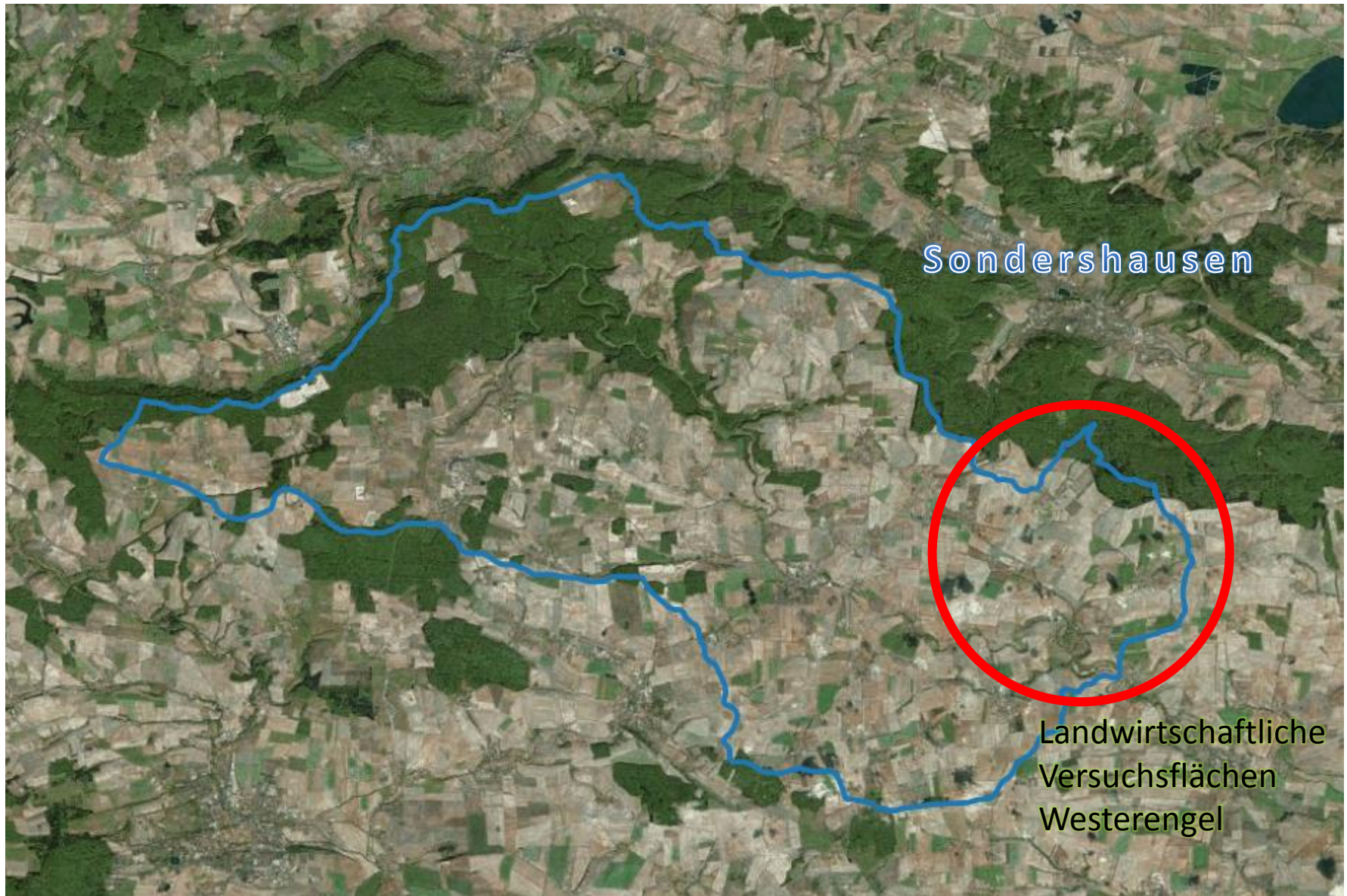


Sentinel-2A ; Falschfarben-RGB-Komposite mit den
Kanälen R: Infrarot, G: Rot, B: Green.

Testgebiete



Testgebiet Helbe (bis Wasserthaleben)



- Landesweit flächendeckende Bodenfeuchteinformation mit hoher zeitlicher Wiederholung (täglich bis dreitäglich) und hoher räumlicher Auflösung.
- Forstwirtschaftliche Produkte
 - Waldbedeckung und Veränderungen im Wald
 - Hauptbaumartenbestimmung
 - Beschirmungsgrad
 - Feinstrukturen in Beständen
 - Feuchte der Vegetation (Wasserstress)
 - Bodenfeuchte unter Wald
- Landwirtschaftliche Produkte
 - Fehlstellendetektion (qualitativ oder quantitativ)
 - Lagerbildung
 - Frucht reife-, Fruchtartenbestimmung
 - Bodenbefahrbarkeitsabschätzung
 - Bodenfeuchte

Erfassung von Wasserstress-Parametern in Thüringer Wäldern

Martyna Stelmaszczuk-Górska^{*1}, Herbert Sagischewski¹ und Sergej Chmara¹

Einleitung

Problemstellung

- ✓ Einfluss des globalen Klimawandels auf die Thüringer Land-, Forst- und Wasserwirtschaft
- ✓ Zunahme extremer Wetterbedingungen [1], z. B. längere Dürreperiode, Extremniederschläge
- ✓ Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen

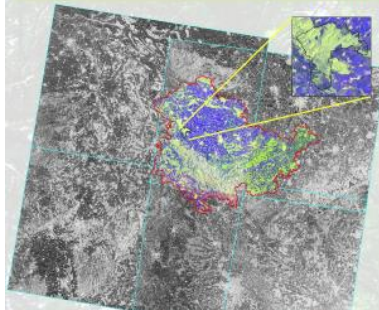
Möglichkeiten

- ✓ Projekt SenThIS – Sentinels für Thüringer Informationssysteme
 - ✓ Erstellung und Implementierung einer Verarbeitungskette zur synergetischen, automatisierten Nutzung von Copernicus-Diensten und Fernerkundungsdaten europäischer Satelliten, insbesondere von Sentinel-1/2, für die operationelle Durchführung von Landesaufgaben
 - ✓ Erfassung von Parametern und Erstellung von Modellen zur Vorhersage zum Wasserhaushalt sowohl des Bodens als auch von Pflanzen (Wald, Ackerbau) mit Hilfe von Satellitendaten

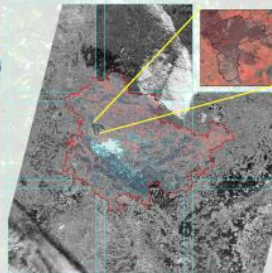
Projektpartner & geplanten Aufgaben



Daten und geplante forstliche Produkte



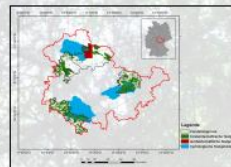
Sentinel-1A Daten, Aufnahmezeitpunkt: 01/08/2015. Für Thüringen sind die Daten VV / VH / VV/VH als RGB dargestellt; im Hintergrund Sentinel-1A Daten in VH Polarisation.
4 Sentinel-1A Szenen decken Thüringen ab. Bis zum 23.03.2016 waren 635 Datensätze im SenThIS Archiv gespeichert.



Sentinel-2A Daten, Aufnahmezeitpunkt: 02/04/2016. Für Thüringen sind die Kanäle Infrarot/Grün/Blau als RGB dargestellt; im Hintergrund Sentinel-2A Daten im kurzwelligen Infrarot (1610 nm).
8 Sentinel-2A „Granules“ decken Thüringen ab. Bis 18.04.2016 sind 12 dieser Ausschnitte mit einer Wolkendeckung unter 30% im SenThIS Archiv gespeichert.

- Geplante forstliche Informationsebenen:
1. Waldbedeckung und Veränderungen im Wald
 2. Hauptbaumarte,
 3. Beschirmungsgrad,
 4. Feinstrukturen in Beständen: räumliche Ermittlung von Baumartengruppen (andere Baumarten als Hauptbestand), unterschieden in Laub- und Nadelwald,
 5. Feuchte der Vegetation (Wasserstress),
 6. Bodenfeuchte.

Die Informationen sollen beispielhaft für die unten dargestellten Testgebiete erstellt werden.



Anwendung der forstlichen SenThIS-Dienste

Das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha) ist zentrale Forschungs-, Service- und Dienstleistungseinrichtung für Wald und Forstwirtschaft in Thüringen. Die im Rahmen des SenThIS-Projektes erstellte Verarbeitungskette soll in die forstlichen Informationssysteme implementiert werden. Dadurch wird die Akzeptanz der Datennutzer für den Einsatz erdbeobachtungsgestützter Informationsgewinnung gesteigert.

Im SenThIS erstellte forstliche Produkte sollen für folgende Aufgaben verwendet werden:

- ✓ Unterstützung im Bereich der Erfassung von Bestandsparametern und Waldbaugesamkeiten im Rahmen der Thüringer Waldinventur und Waldbiotopkartierung
- ✓ Identifikation von trockenstressgefährdeten Waldstandorten, die eine wichtige Rolle bei der Gefährdung der Waldgesundheit (Trockenschäden, Folgeschäden wie z. B. durch die Ausbreitung des Borkenkäfers) spielen
- ✓ Entwicklung notwendiger Anpassungsstrategien an den Klimawandel (z. B. Baumartenauswahl)
- ✓ Unterstützung des landesweiten forstlichen Umweltmonitorings

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

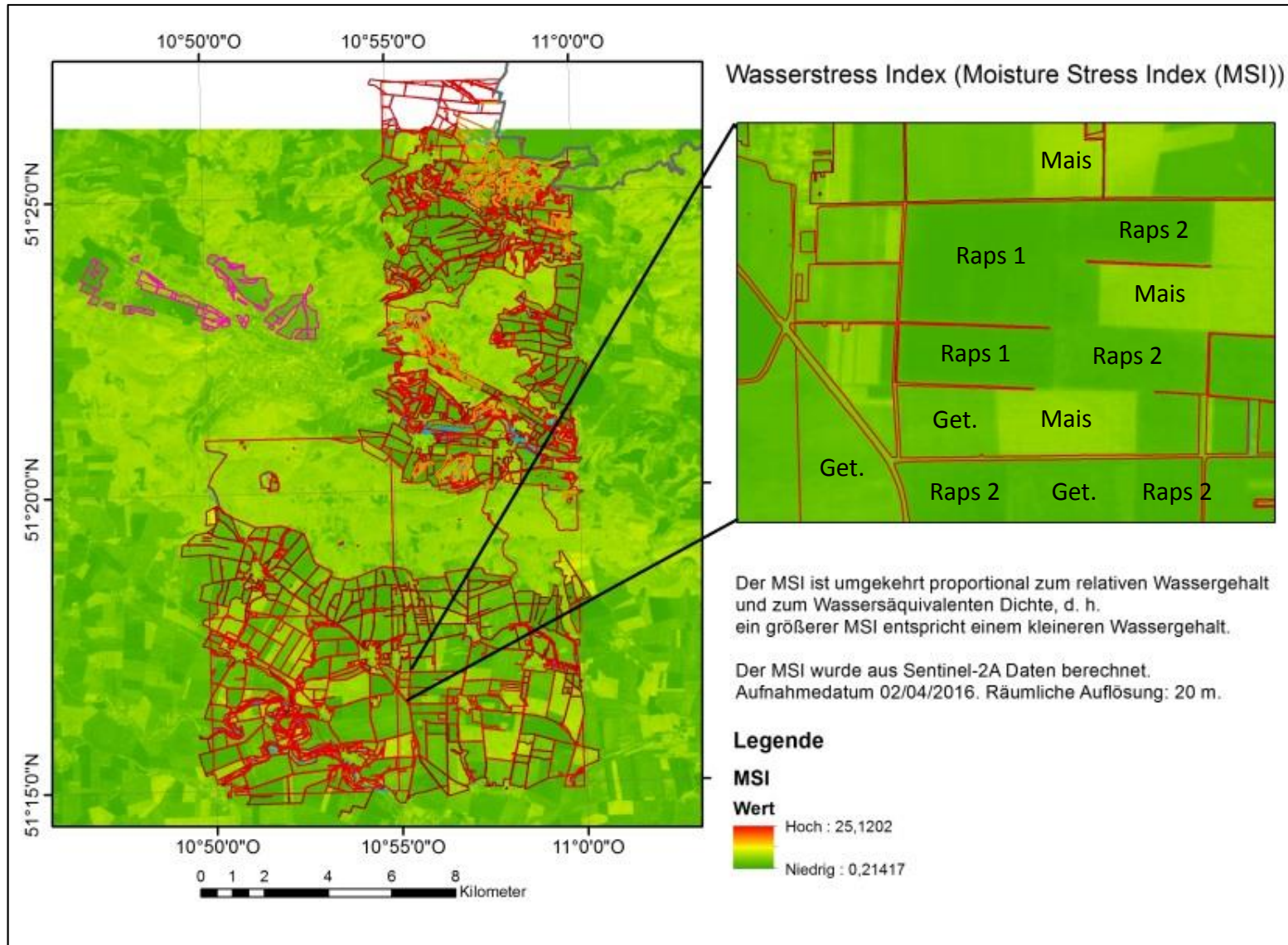
Referenzen:

[1] IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and NY, USA, 1535 pp.

¹Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha)
Thüringenforst AG

Jägerstrasse 1
D-99087 Gotha
Tel: +49 3621 225142
*E-Mail: martyna.gorska@forst.thueringen.de
www.thueringenforst.de

Poster im
Ausstellungsbereich



Erarbeitung eines
Bodenfeuchte-Produktes zur
behördenübergreifenden
Nutzung in Thüringen:

- Kombination aus prozess-orientierter Modellierung und Assimilation von Sentinel 1 Daten
- Räumliche Auflösung mind. 1 x 1 km
- Tägliche bis dreitägliche zeitliche Aktualisierung

Einsatzmöglichkeiten:

- Verbesserung der numerischen Hochwasservorhersage
- Abschätzung der Bodenbefahrbarkeit (Landwirtschaft, Forstwirtschaft)
- Optimierung von Dünge- und Erntezeitpunkten
- Abschätzung von potentiellen Gefahren (Ernteaussfällen, Waldbrandgefahr, Borkenkäferkalamitäten)
- ...



Datenbeschaffung

ESA SciHub
Sentinel-1



Automatischer
Download

Zusätzliche Daten
(DEM, Orbit Files)



ESA SAR
Data Archive
(ERS/Envisat)



Cat-1 Proposal/
Manueller Download

Lokale
Datenhaltung

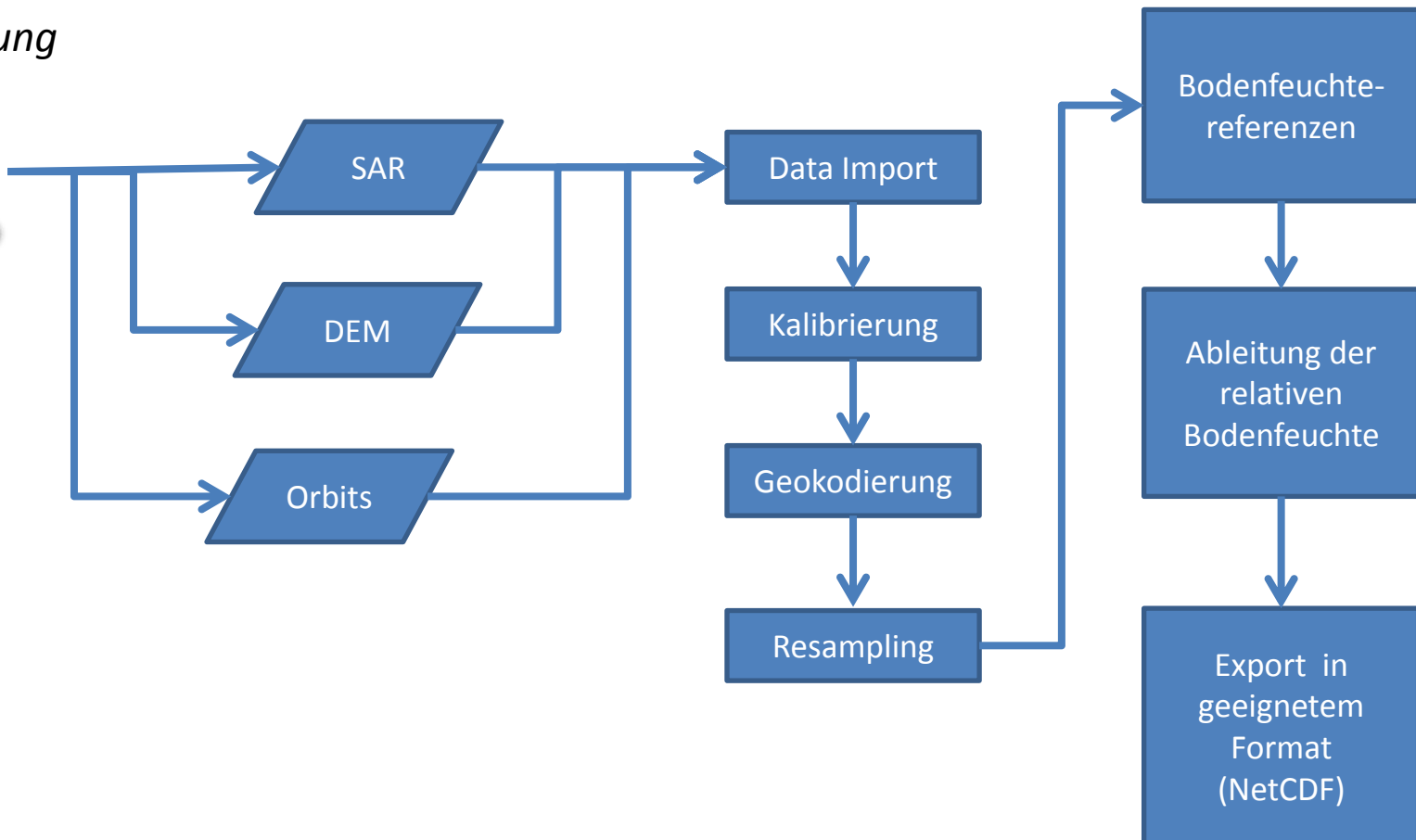


Datenprozessierung

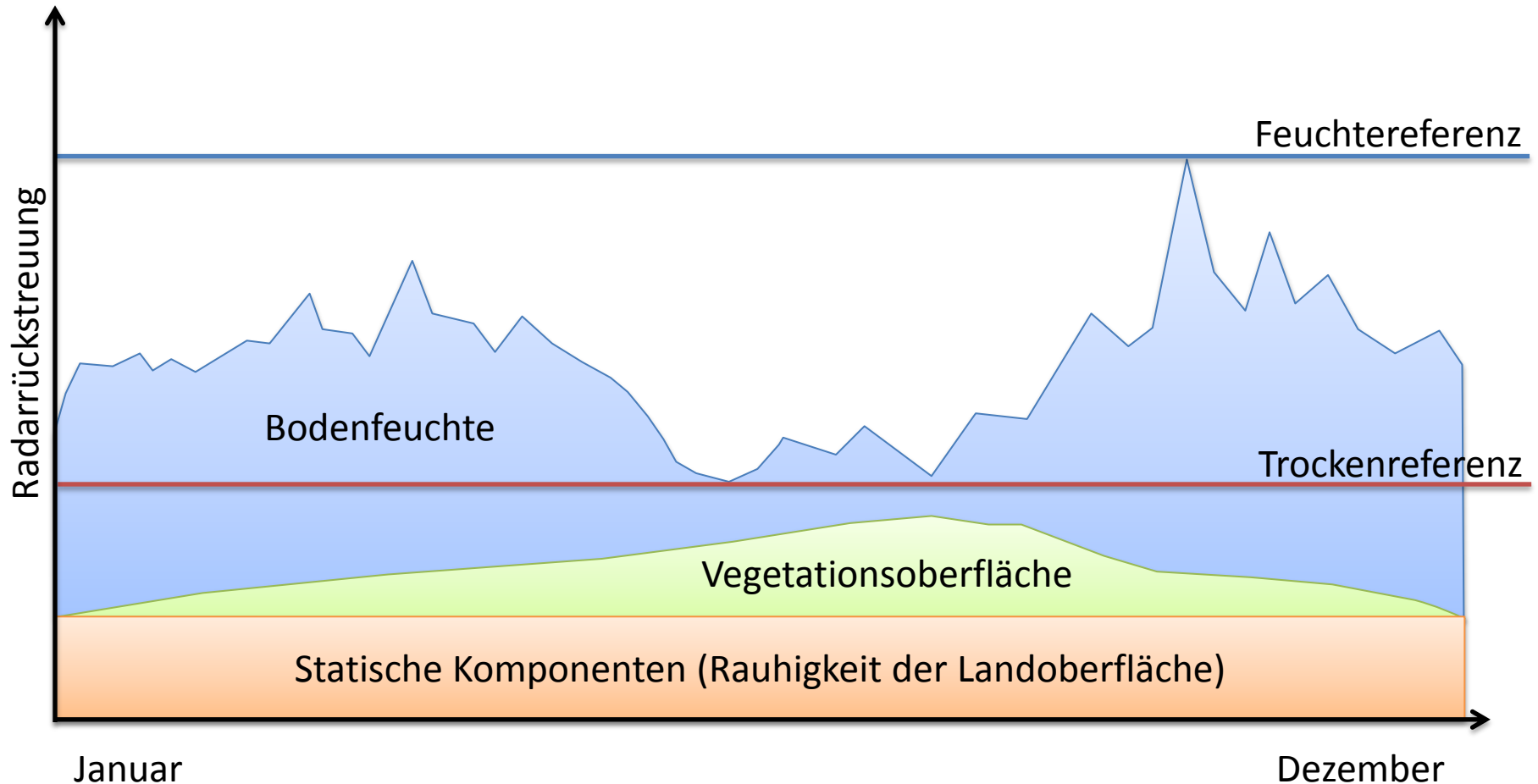


Datenprozessierung

*Lokale
Datenhaltung*



Ableitung von Bodenfeuchteinformation aus Radardaten:

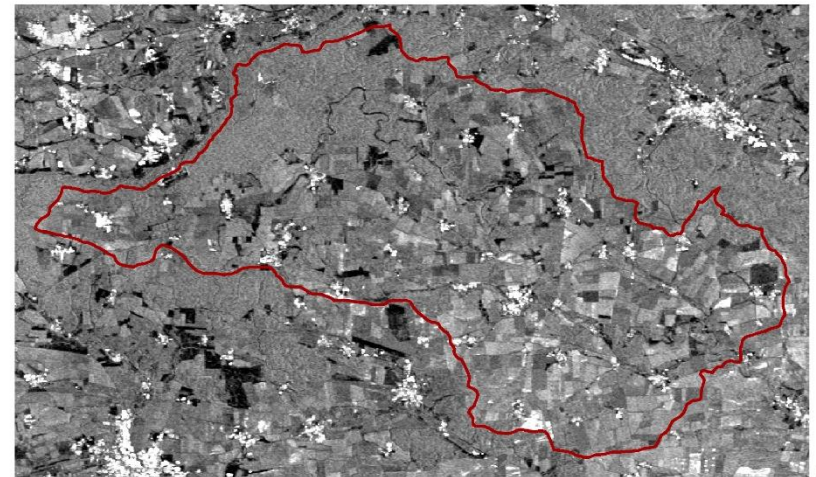


Trockenreferenz für Sentinel-1A (05.10.2014 - 16.03.2016)



Auswahl der Pixel mit der **niedrigsten** Rückstreuung innerhalb eines Zeitraums mit mehr als 100 Szenen (entspricht dem Rückstreuwert bei maximal trockenen Verhältnissen)

Feuchtereferenz für Sentinel-1A (05.10.2014 - 16.03.2016)



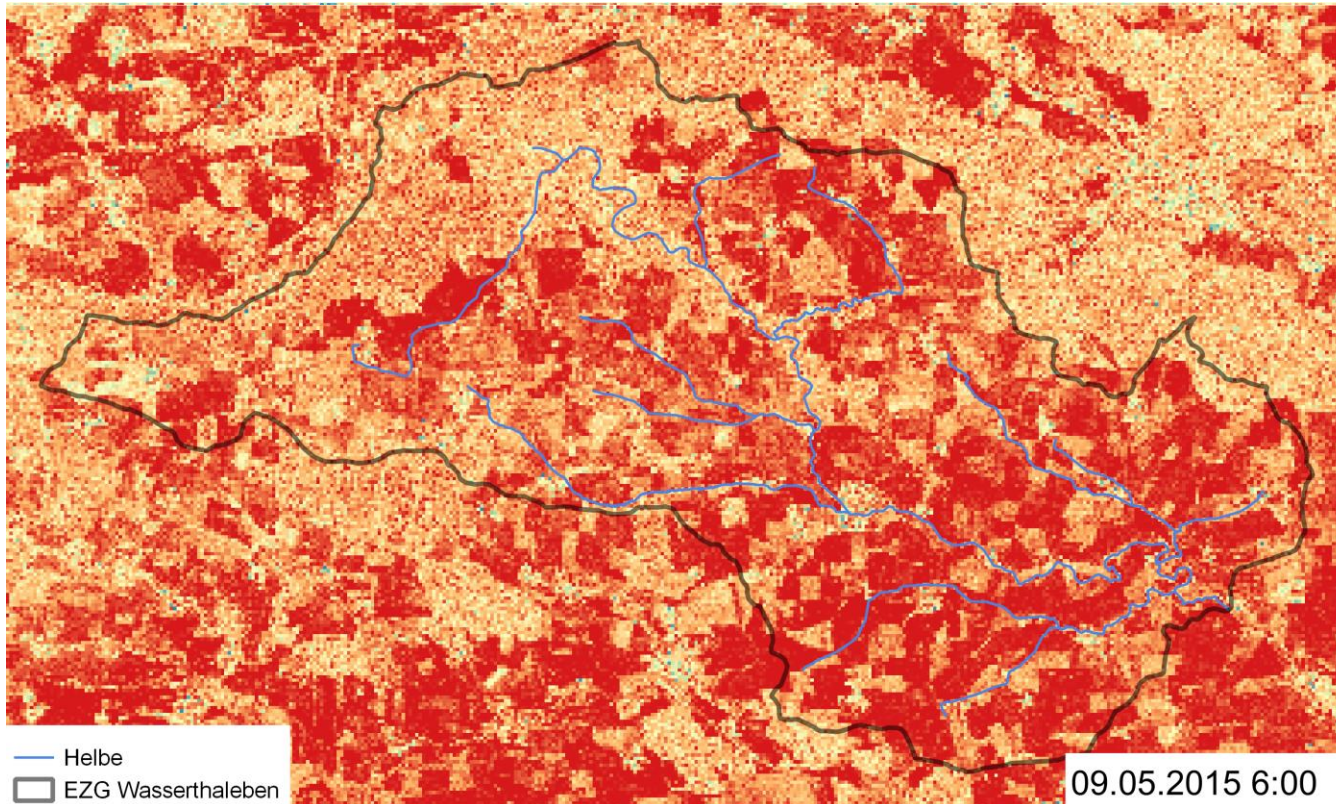
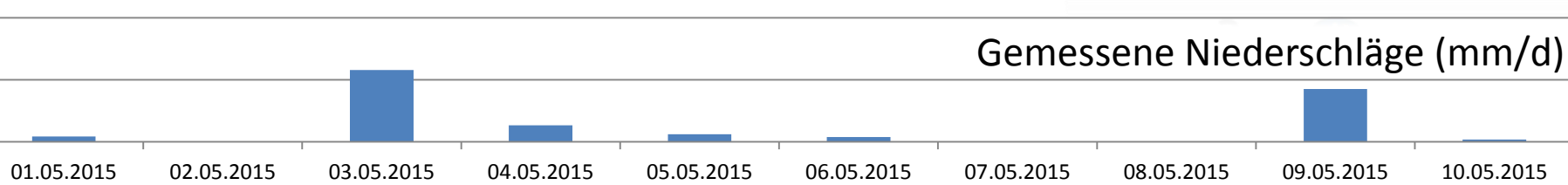
Auswahl der Pixel mit der **höchsten** Rückstreuung innerhalb eines Zeitraums mit mehr als 100 Szenen (entspricht dem Rückstreuwert bei maximal feuchten Verhältnissen)

Trocken- und Feuchtereferenz

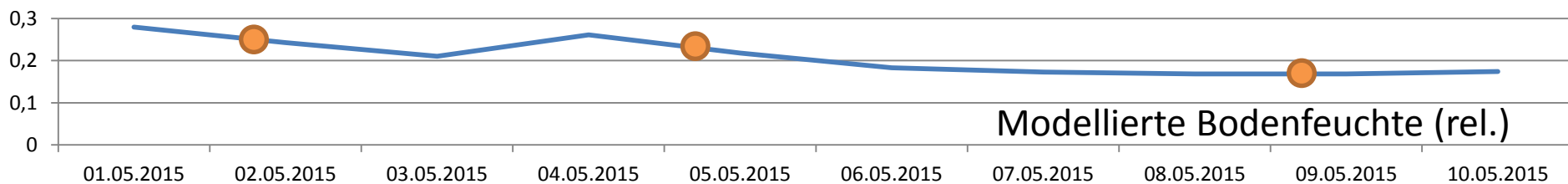


0 1 2 4 6 8 Kilometers

Gemessene Niederschläge (mm/d)

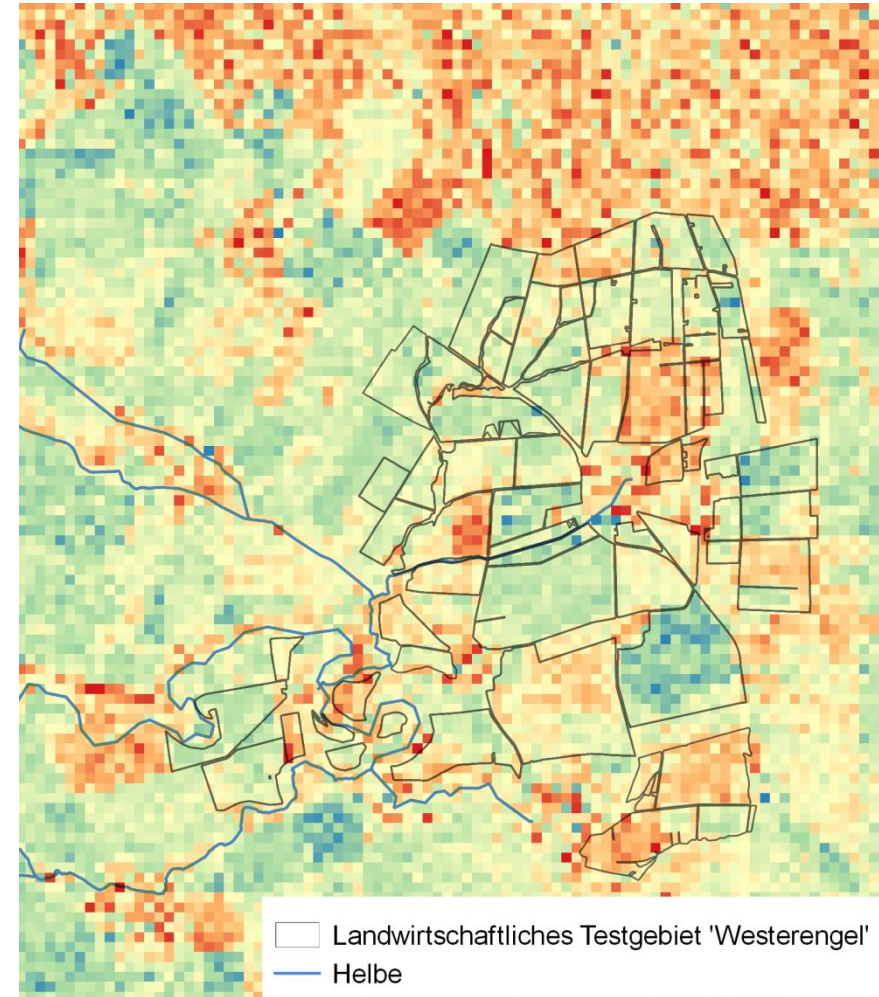


Modellierte Bodenfeuchte (rel.)



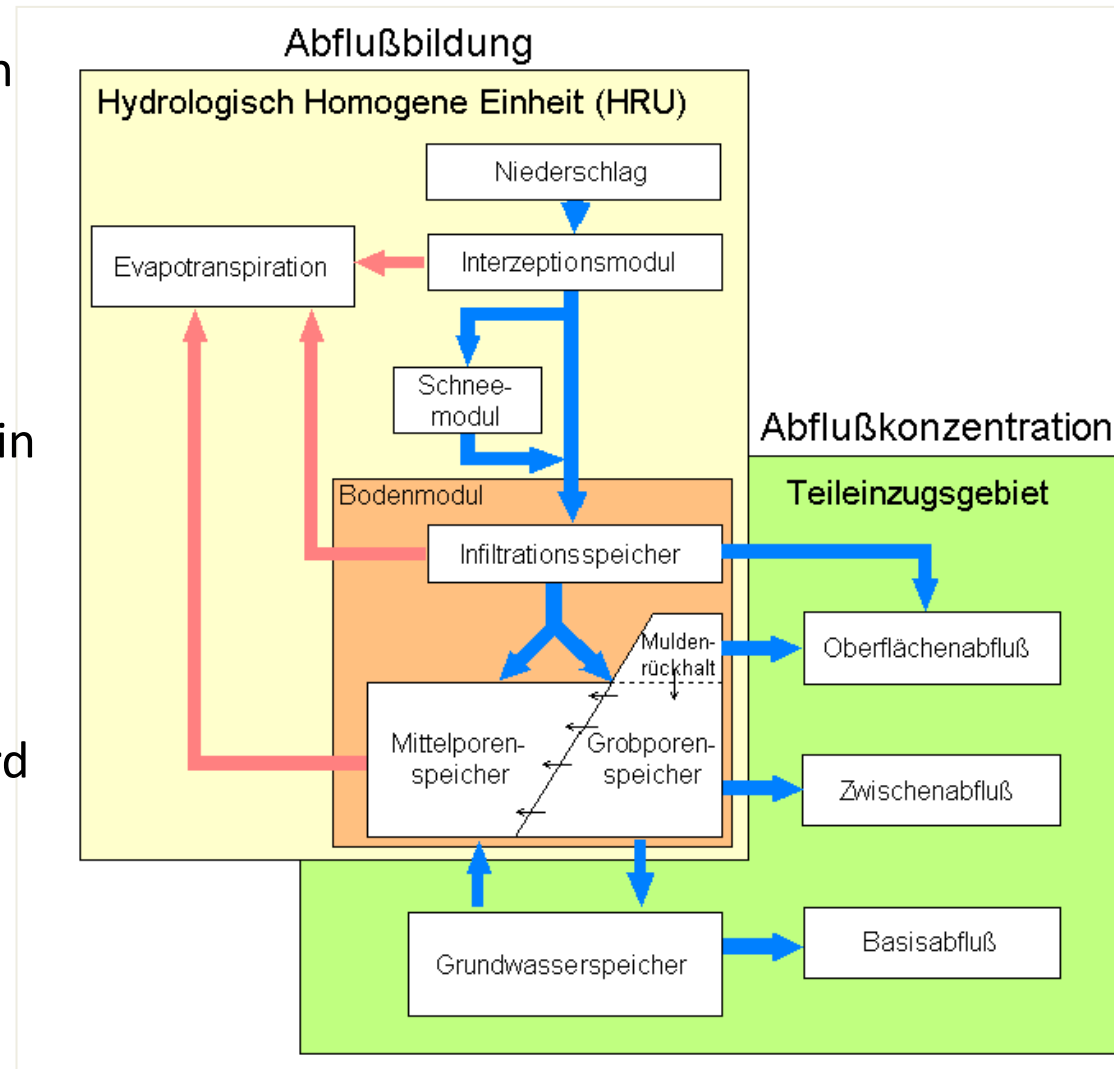


- Durch den Einsatz von Sentinel I Daten ist es möglich den oberflächennahe Bodenfeuchtezustand in hoher räumlicher Auflösung (< 100 m) und häufiger zeitlicher Wiederholung (alle 3 Tage) aus Fernerkundungsdaten abzuleiten.
- Die oberflächennahe Information ist hilfreich um z. B. die Befahrbarkeit von Böden oder die Feuchte von Beständen abzuschätzen.
- Für andere Anwendungen wie z. B. die Hochwasservorhersage oder landwirtschaftliche Ertragsschätzung ist die nur oberflächennahe Information nicht ausreichend.
- Auch kann mit Fernerkundung die Abschätzung der Bodenfeuchte unter Wald nicht durchgeführt werden.

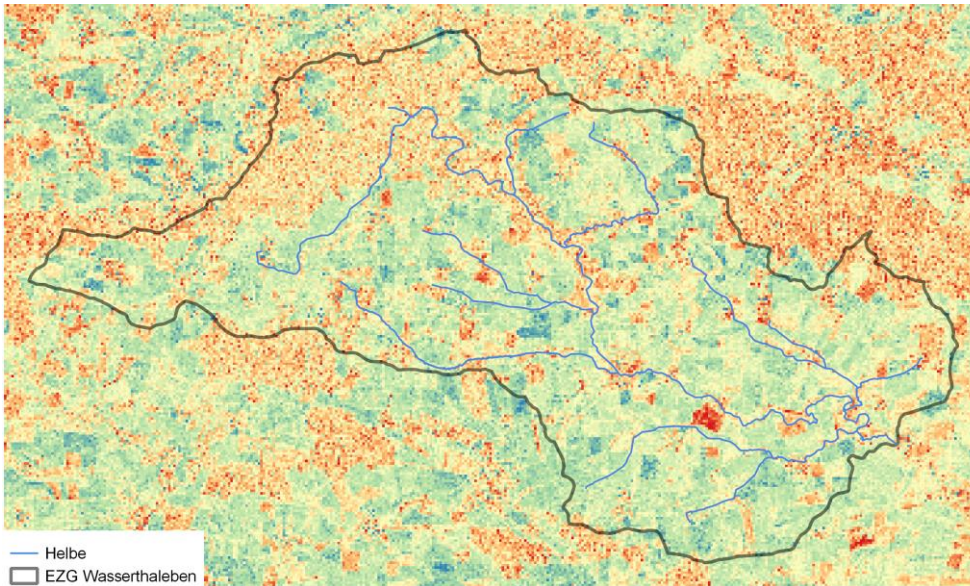


- Für die Bereitstellung eines landesweiten Bodenfeuchteprodukt werden die hydrologischen Prozesse mit dem Modell J2000 berechnet und dann die simulierte Bodenfeuchte flächendifferenziert ausgegeben.
- Hierzu wird die Landesfläche in 1x1 km² große Rasterzellen aufgeteilt und dort stündlich die Bodenfeuchte bestimmt.
- Durch Integration der aus Fernerkundung gewonnenen Bodenfeuchteinformation wird das Modell explizit für diese hydrologische Information kalibriert und anhand der Abflussbildung und der Bodenfeuchte validiert.

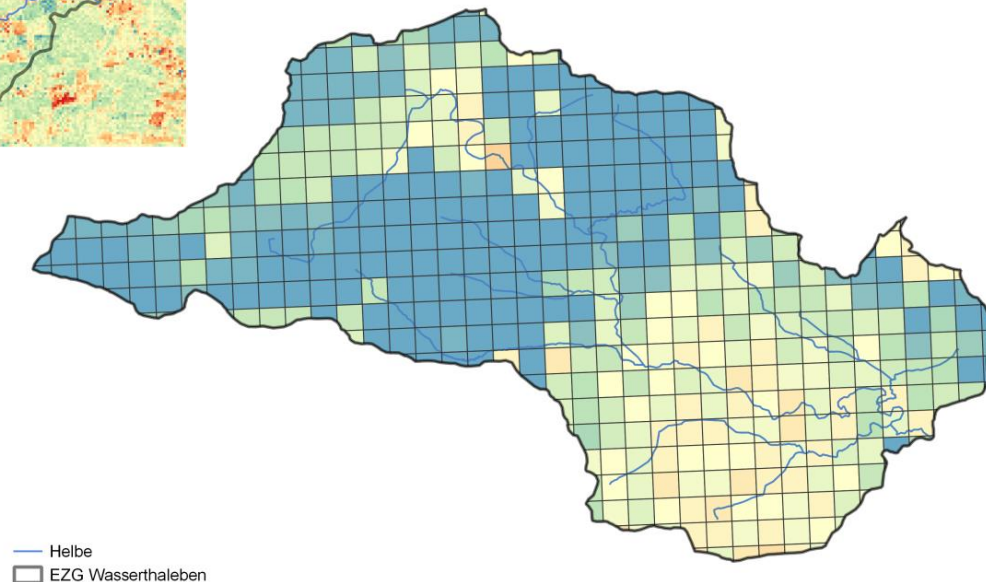
Hydrologisches Modell – J2000



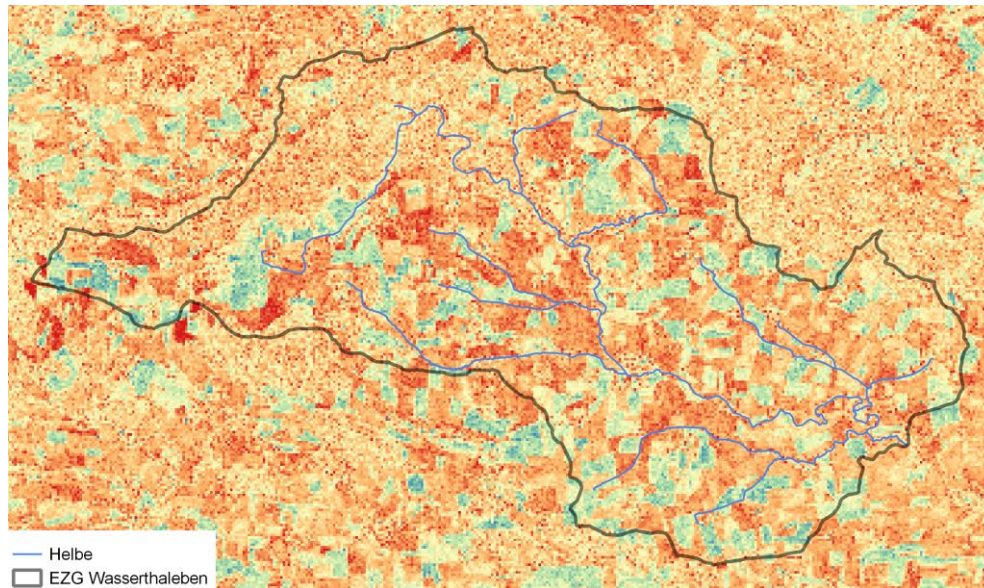
Bodenfeuchte vom 05.10.2014 6:00



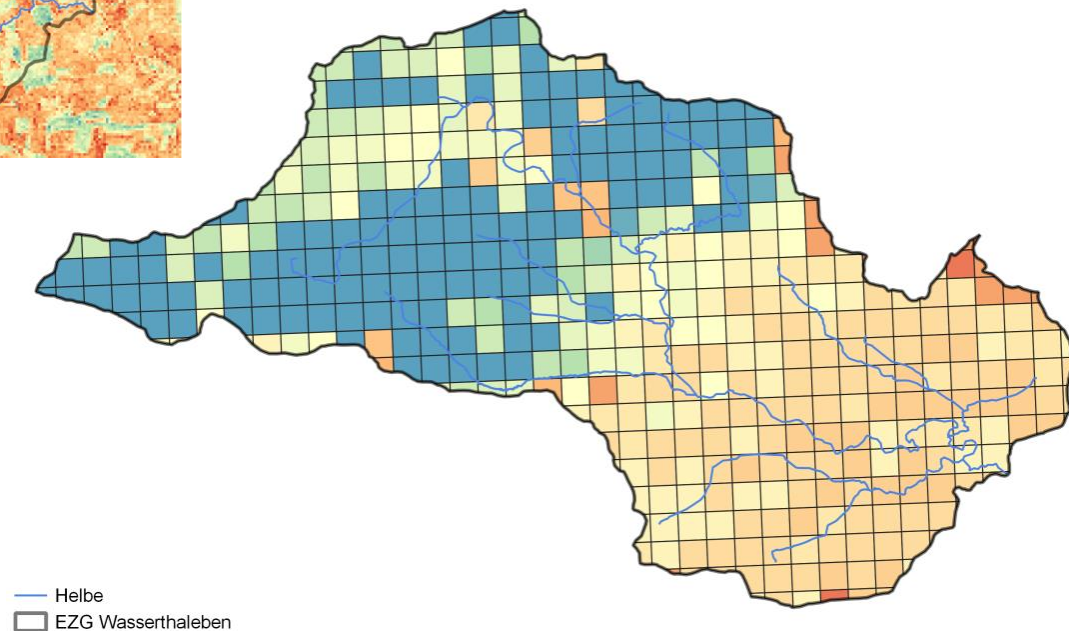
Relative Bodenfeuchte aus
Satellitendaten (rechts)
und hydrologischen Modell
J2000 (unten) (rot=
trocken, blau= feucht).



Bodenfeuchte vom 26.06.2015 6:00



Relative Bodenfeuchte aus
Satellitendaten (rechts)
und hydrologischen Modell
J2000 (unten) (rot=
trocken, blau= feucht).



- Automatisierung der Erstellung des Bodenfeuchteproduktes aus Sentinel I Daten.
- Einbau eines oberflächennahen Bodenlayers in das hydrologische Modell zum besseren Vergleich der Bodenfeuchten aus Sentinel und dem Modell.
- Modellanpassungen zur (semi-) automatischen Assimilation der Daten in die numerische Hochwasservorhersage.
- Weitere Ableitungen von land- und forstwirtschaftlichen Produkten aus Sentinel 1 und II Daten.
- Umfassende Produktvalidierung durch multi-response Techniken
- Aufbau einer geeigneten Dateninfrastruktur zur internetbasierten Weitergabe der erstellten Produkte an die Thüringer Landesbehörden.

