

ETABLIERUNG DES CAL/VAL-STANDORTS DEMMIN ALS INTERNATIONALES TESTGEBIET FÜR FERNERKUNDLICHE METHODENENTWICKLUNG

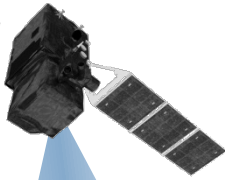
D. Spengler¹, C. Hohmann¹, K. Heupel¹, F. Beyrich², F. Böttcher², E. Borg³ & S. Itzerott¹

¹ Helmholtz Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, ² Deutscher Wetter Dienst, ³ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

FERNERKUNDUNGSDATENANALYSE

Satelliten

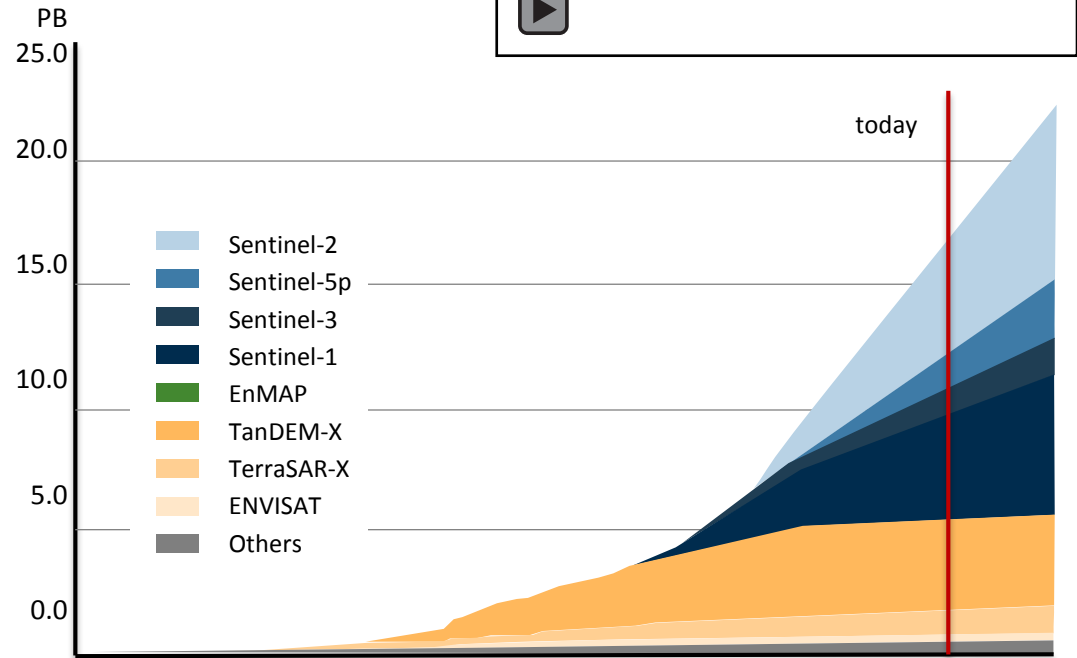
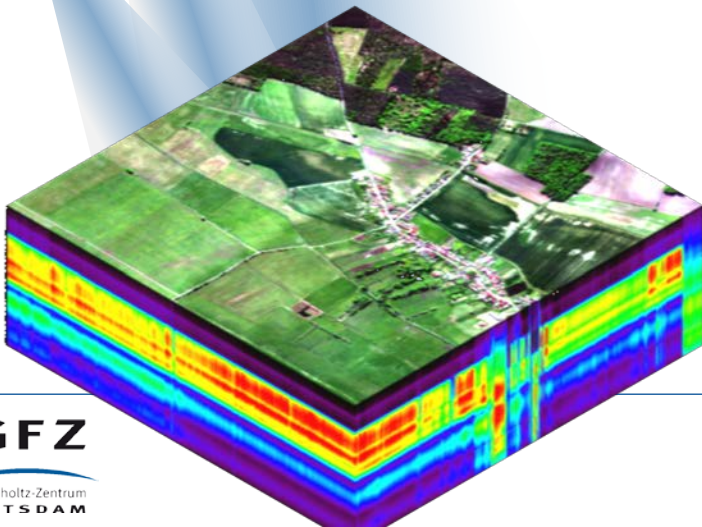
z.B. Sentinel-1
Sentinel-2
EnMAP
Landsat 8



Flugzeuge



UAV-Systems



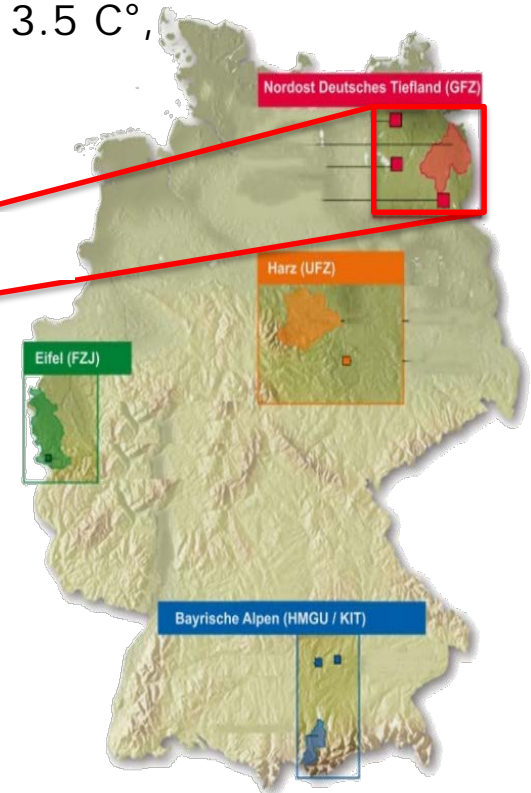
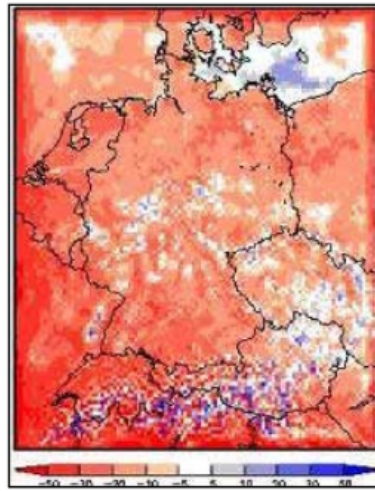
2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020

(source: DLR-DFD)

TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES (TERENO)



- Climatological models forecast a significant climate change (Period: 100 years)
- increase of annual mean temperature between 2.5 to 3.5 C°
- decrease of annual mean precipitation of up to 30 %



Spatial distribution of climate change on regional scale

Klimageschichte Mitteleuropas - 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen (Glaser, 2008)
Umweltbundesamt: Künftige Klimaänderungen in Deutschland Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert
Hintergrundpapier April 2006, aktualisiert im September 2006

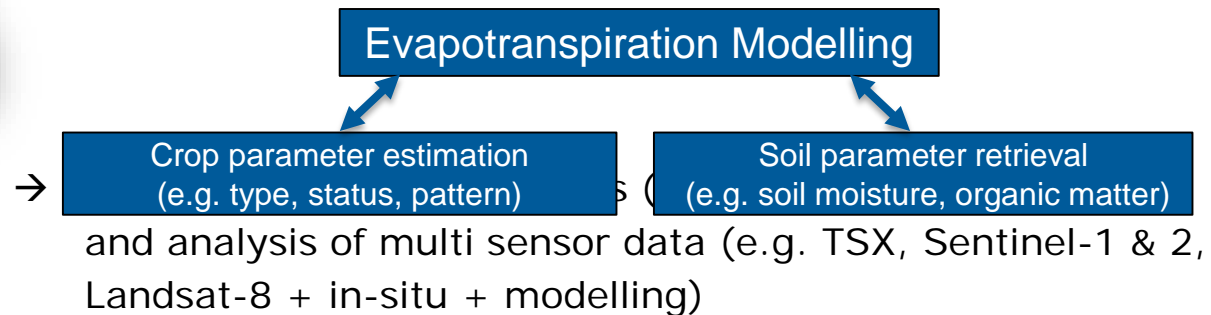
DURABLE ENVIRONMENTAL MULTIDISCIPLINARY MONITORING INFORMATION NETWORK (DEMMIN)



- CAL/VAL site for remote sensing missions and methods at agricultural areas (since 2000)
- Cooperation with farmers managing approx. 30,000 ha
- Test-site region has an dimension of 30 to 30 km²
- Mean Size of fields is 80 ha and in maximum 300 ha

DEMMIN Objectives

→ Combination of in-situ data and remote sensing data analysis for:



→ Cal/Val site for new sensors and missions

DEMMIN - PERMANENT DATA INFRASTRUCTURE

Data infrastructure

Environmental network*:

43 (+8) environmental stations (DLR: 23 (+ 8 small stations, **GFZ: 20**)

Soil moisture network*:

63 gauging stations (below agricultural fields)

4 Radar Reflectors

2 Eddy Flux Towers (1 operation, 1 in planing)

1 Crane Platform

1 Lysimeter-Hexagon

7 Stations for radiation measurements **

Data Transfer

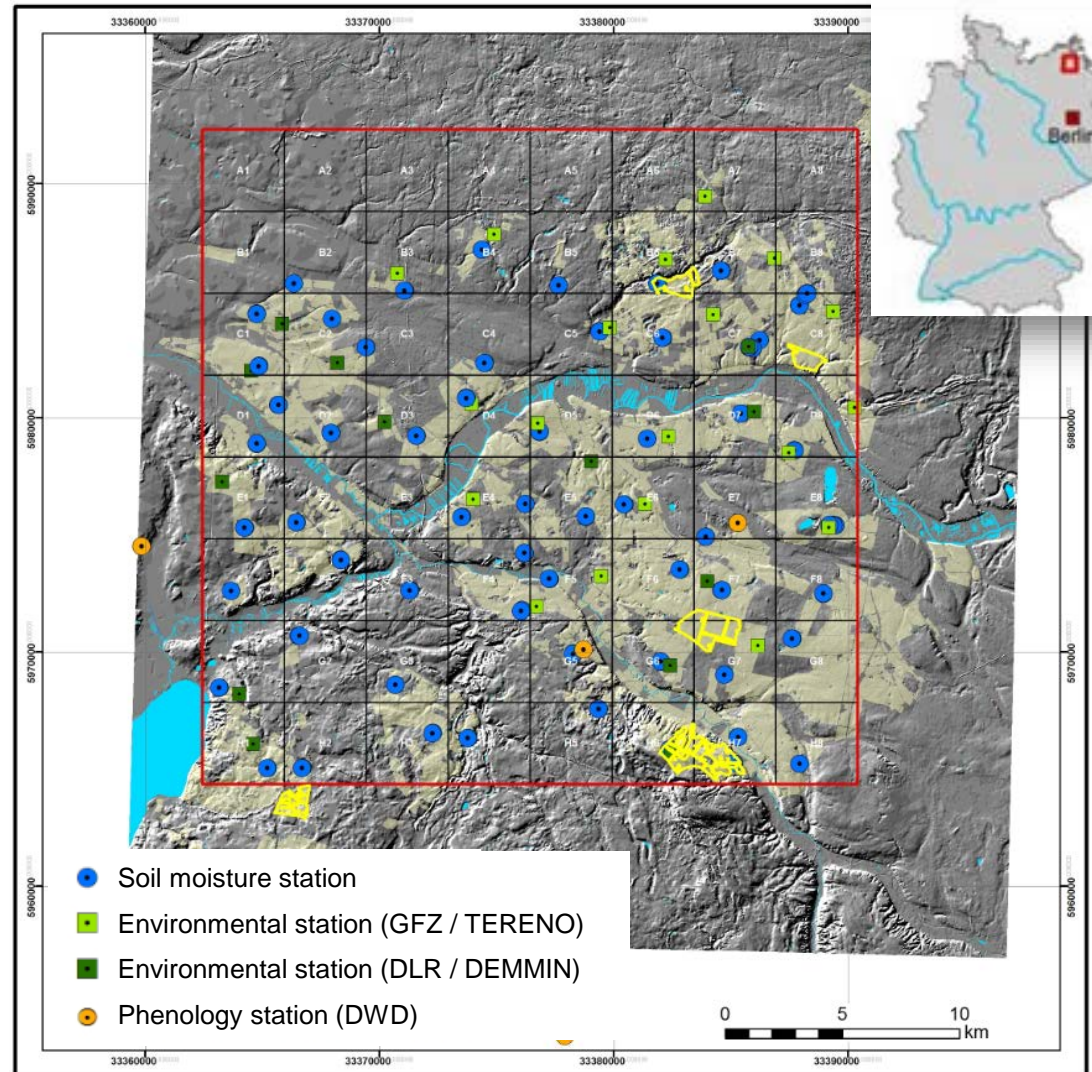
1 Basis station + Basis station gateway

3 Frequencies

4 Relay-Stations

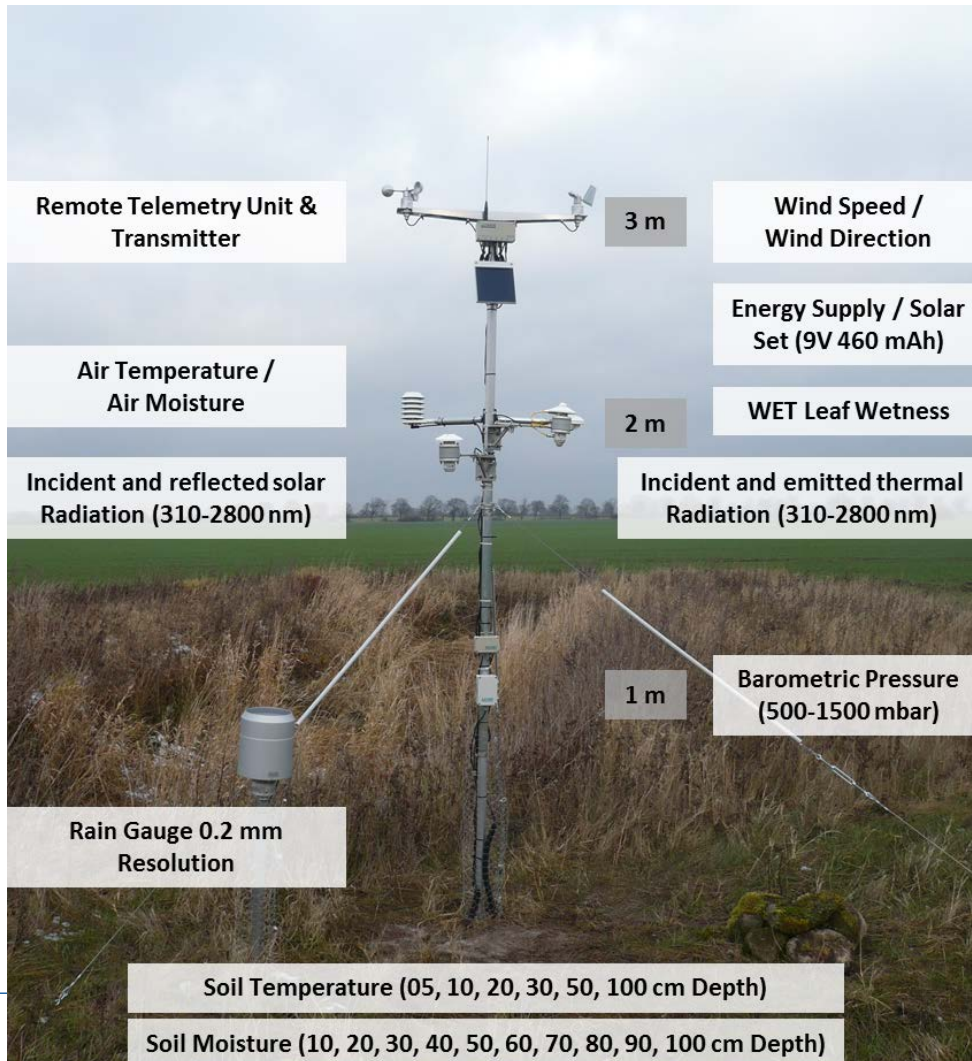
* 15' data interval / Web-based data access

** 1' data interval



DEMMIN - PERMANENT DATA INFRASTRUCTURE

Environmental measurement stations



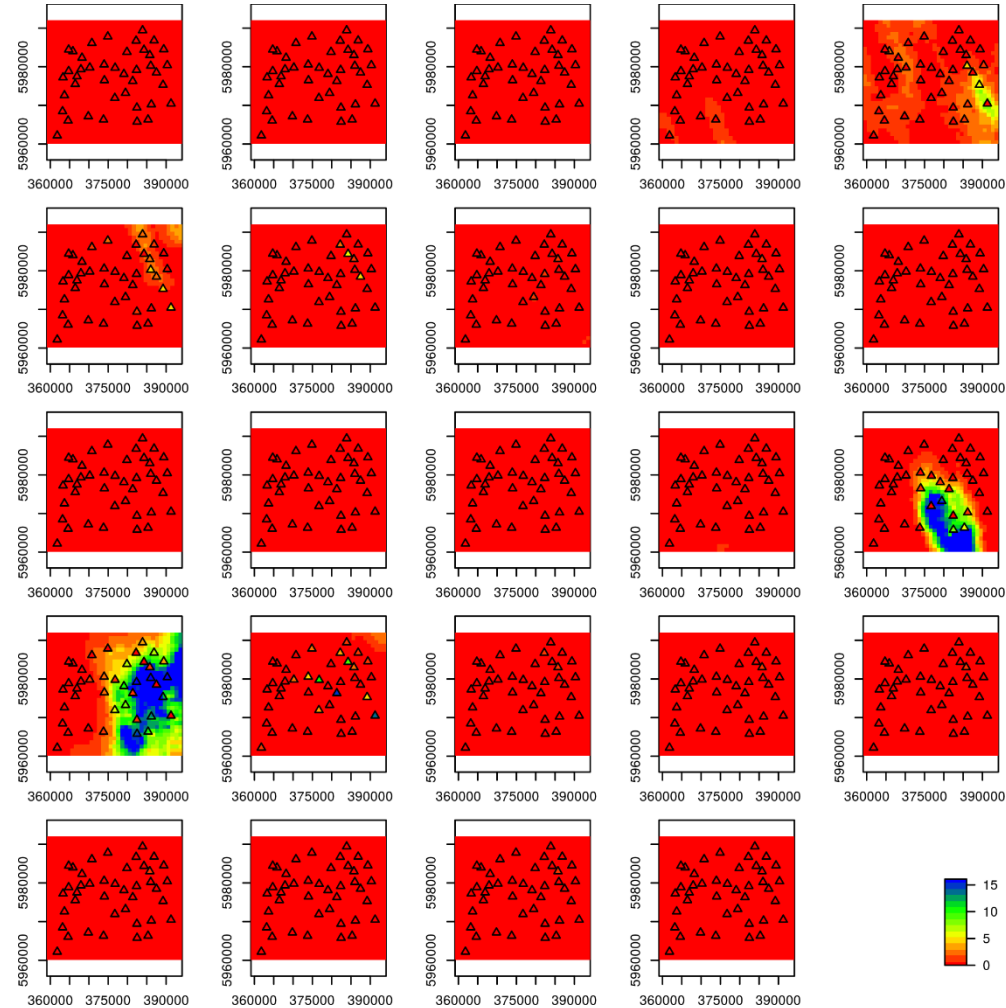
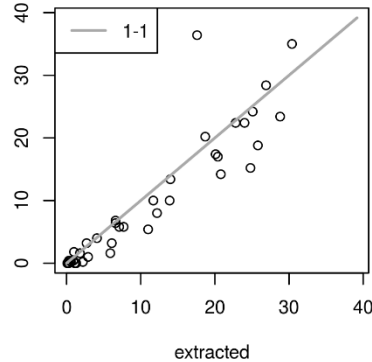
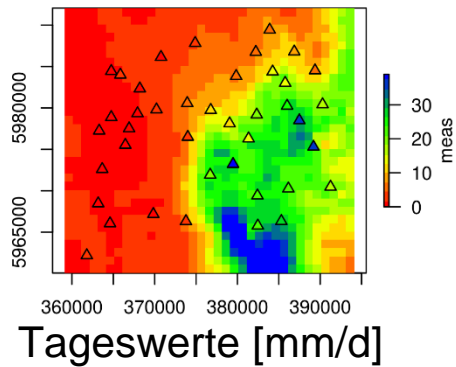
Soil moisture network



→ Input data for soil moisture and evapotranspiration modelling

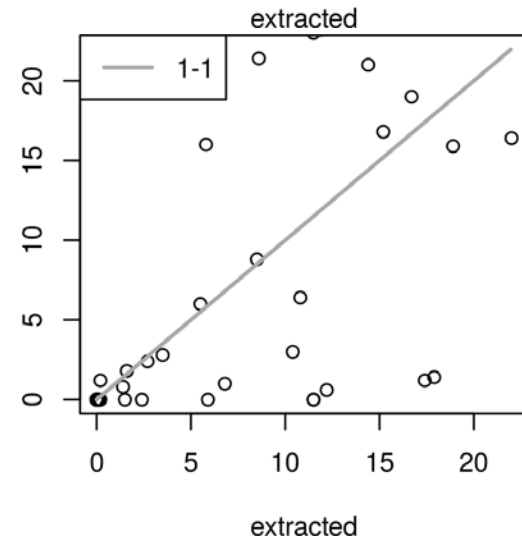
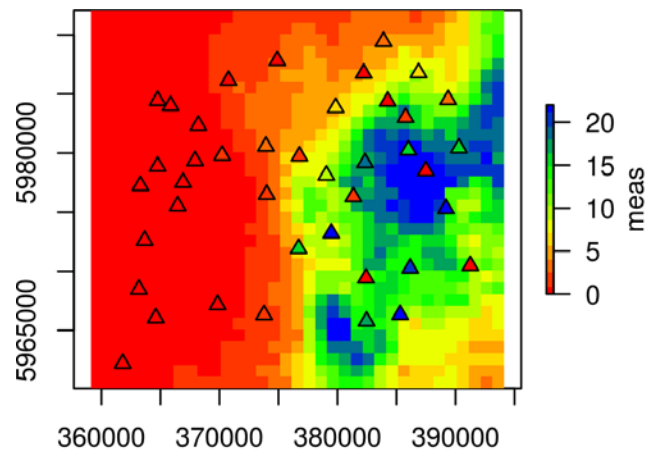
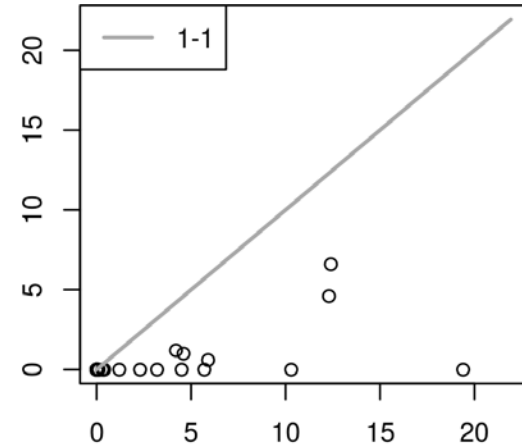
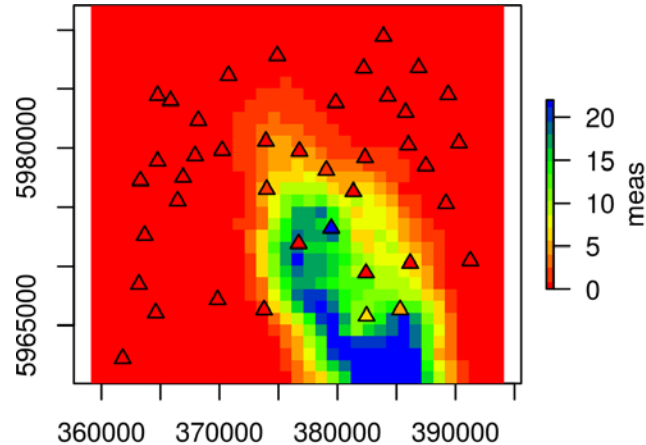
DEMMIN – MONITORING PRECIPITATION

- Vergleich Messnetz mit RADOLAN RW Daten
- Niederschlagsereignis vom 15. August 2015
- Vergleich auf Tages- und Stundenbasis



DEMMIN – MONITORING PRECIPITATION

- Vergleich Stationsmessungen mit RADOLAN
- Teilweise gute Korrelation, teilweise sehr schlecht
- Optimierungsmöglichkeit bei der Synchronisierung der Messung



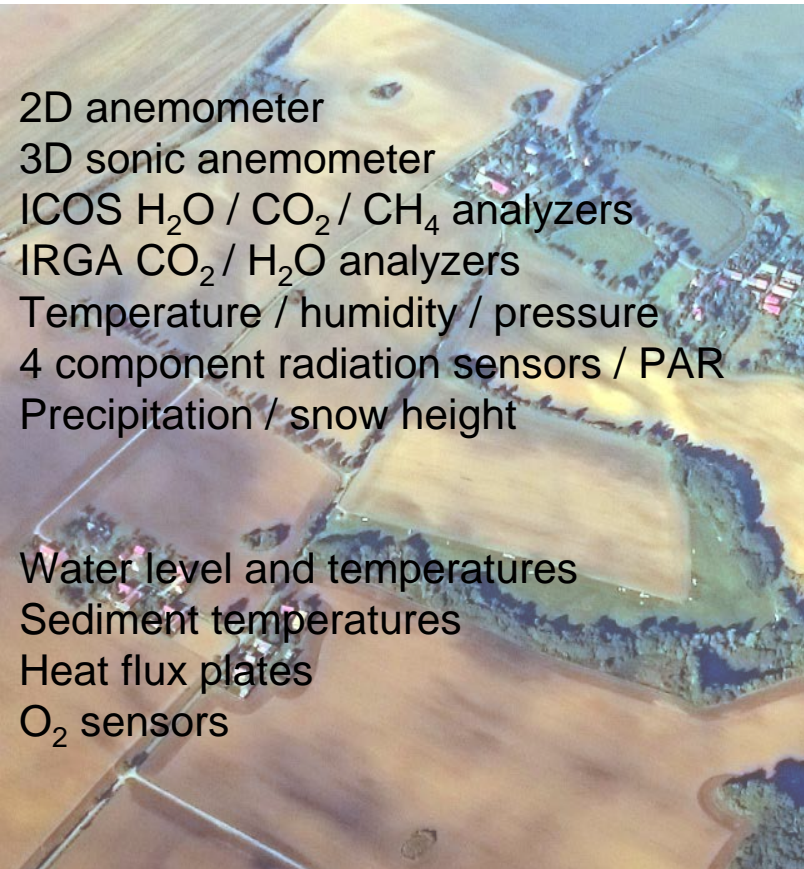
MONITORING / FIELD CAMPAIGNS / EXPERIMENTS 2012 - RECENT

- 11 day interval during growing season
- Measurements of soil and vegetation data at TerraSAR-X data acquisitions
- Soil moisture analysis
- Vegetation parameter (LAI, cover, crop type, phenology, height, chlorophyll, biomass, yield)
- Soil analysis (geophysical measurements, soil parameter)
- ASD-spectral measurements
- Experiments for new sensors/mission (e.g. TET, Sentinel, Landsat)
- Experiments for in-situ equipment



PLANNING OF DEMMIN EDDY FLUX TOWER AT CROPLAND

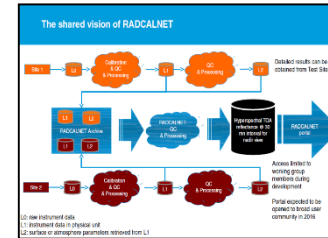
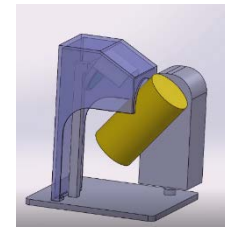
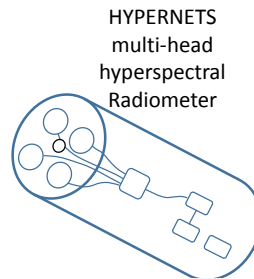
Eddy Flux Tower



H2020/HYPERNETS project

“instruments” + “system” + “network”

- New low-power, low-weight, low-cost hyperspectral radiometer
- Azimuth and zenith pointing for Water and Land BRDF LED calibration source
- AERONET-OC and RADCALNET style data portal



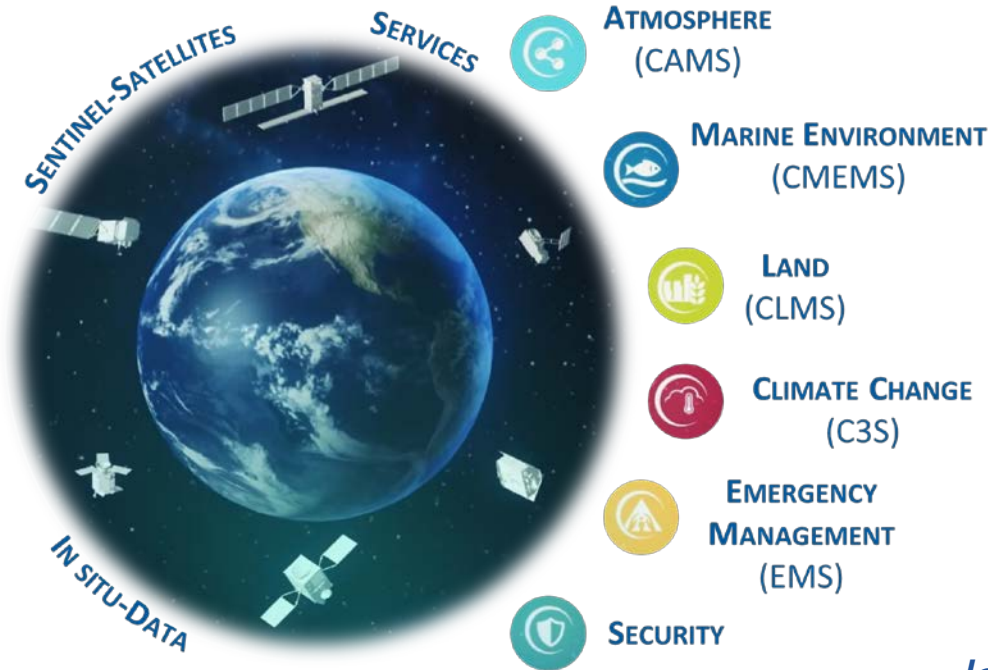
Globally validation sites (e.g. DEMMIN)

HYPERNETS Consortium (RBINS, TARTU, LOV, CNR, NPL, **GFZ**, CONICET)

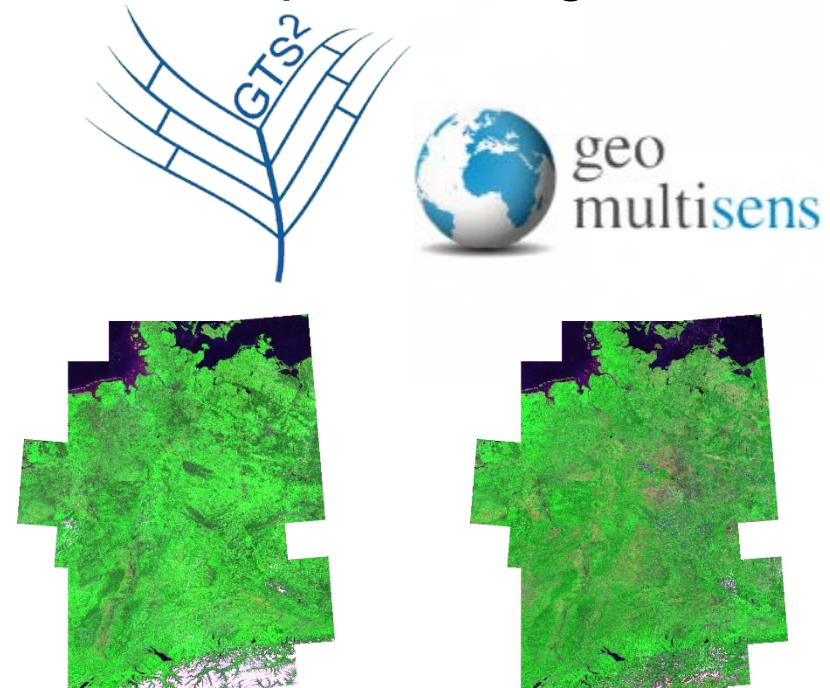
REMOTE SENSING IMAGE DATA



- e.g. Sentinel-1 / Sentinel-2 / Sentinel-3 / Landsat-8 /
- Airborne data
- Ground based data

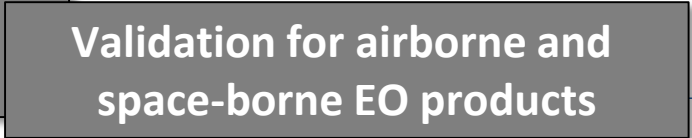
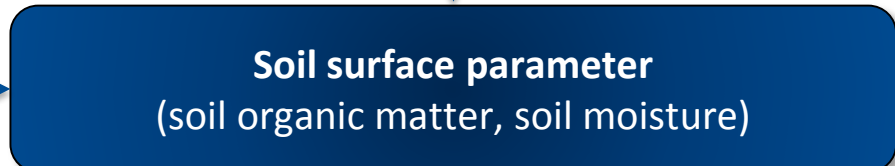
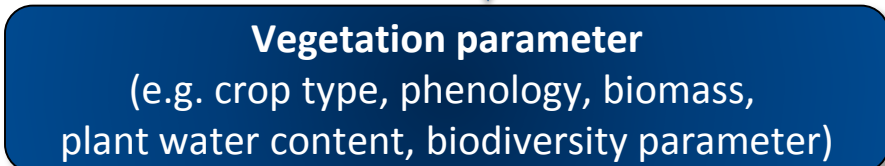
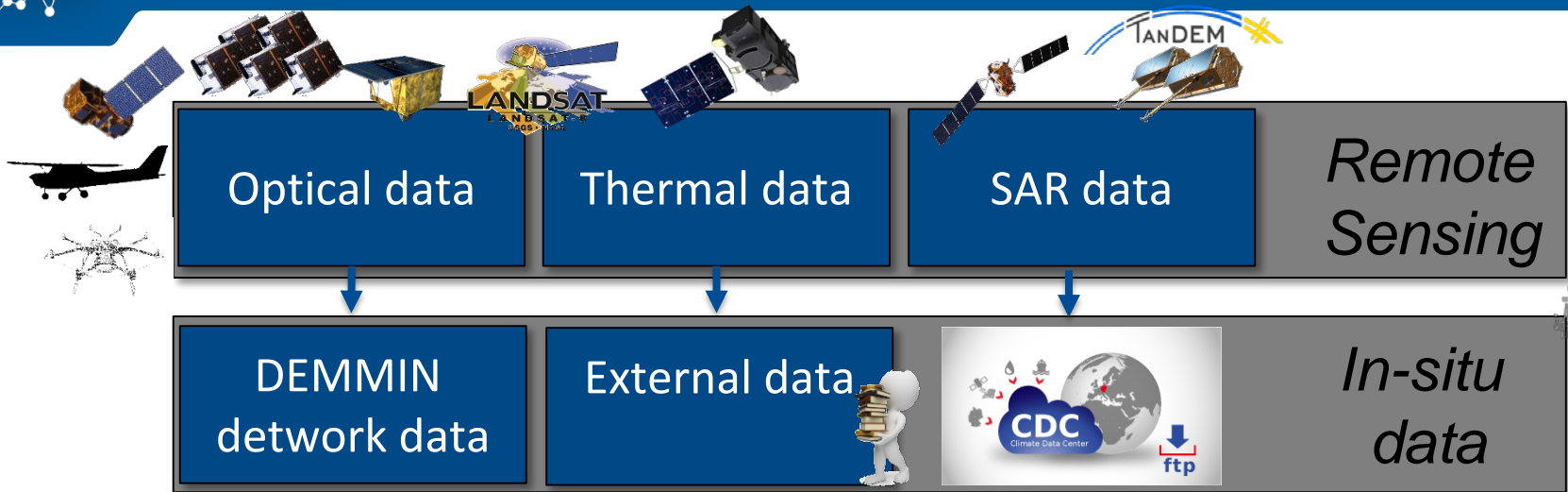


Data processing at GFZ



January – March 2017 April – June 2017

CURRENT OVERARCHING MAIN RESEARCH GOAL(S)



INTERNATIONAL NETWORKS & COOPERATIONS

- DEMMIN is contributing to national and international initiatives and networks
- Bridging scales from method development to operational use



Local

Regional
TERENO
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES

Continental
JECAM
Joint European Experiment in Earth Observation

Global
GEOGLAM
Global Agricultural Monitoring

- Initiative DEMMIN 2.0 (DLR, GFZ, Uni Würzburg, Uni Halle, Uni Jena)
 - Securing and further development of DEMMIN test area
 - Data acquisition campaigns
 - Field excursions for students
 - Joint instruments pool
- DEMMIN is core test site for many nat. + international research projects
 - H2020 ERAGAS/GHGmanage, H2020 HYPERNETS, H2020 ERAPLANET GEOEssentials/iCUPE, JECAM SAR
 - GLAM.DE, AgriFusion, Climate KIC
- Cooperation with nat. + international partners
 - DLR, FU Berlin, TU Berlin, Uni Halle, Uni Würzburg, Uni Jena, Uni Kiel, Uni Louvain, Canadian Space Agency



DLR

Freie Universität



Technische Universität Berlin



METHODENENTWICKLUNG

- DEMMIN Testgebiet für Methodenentwicklungen auf Basis von Fernerkundungsdaten
- TERENO Hauptziel: **Evapotranspiration**

- Oberflächenkenngrößen aus FE Daten bestimmen
- Kombination mit bestehenden Ansätzen zur ET Ermittlung + Kombination **FE+In-Situ**

$$ET_a \sim LE = R_n - G - H = f(\text{Temperatur}(-\text{differenz}), \text{Wärmetransport}, \text{Wärmekapazität})$$

$$= f(\text{Vegetation}, \text{Strahlung}, \text{Bodeneigenschaften})$$

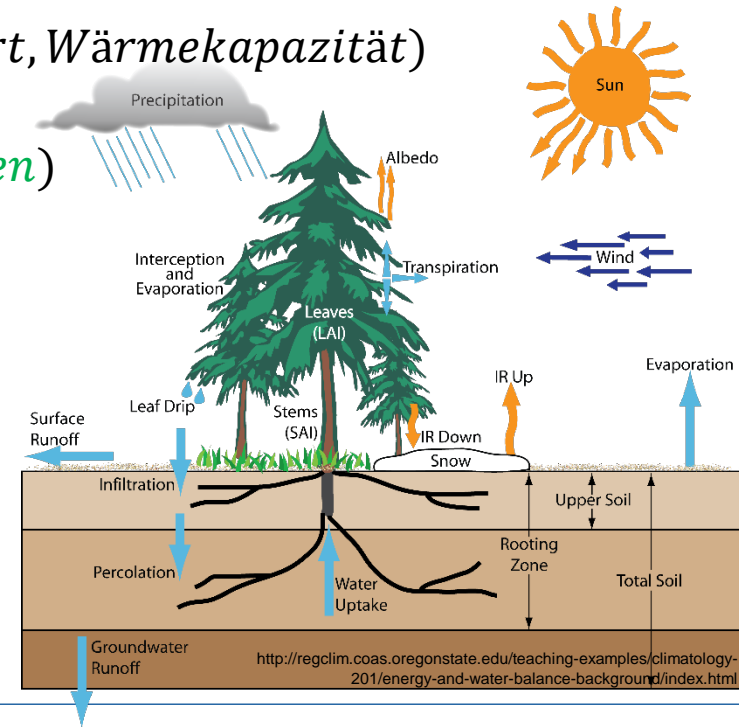
$$= R_{sw_in} + R_{lw_in} - R_{sw_out} - R_{lw_out}$$

$$= f(\text{Solarst., Atmosphäre})$$

$$= f(\text{Wolken}, R_{lw_out})$$

$$= f(\text{Oberfläche}, R_{sw_in})$$

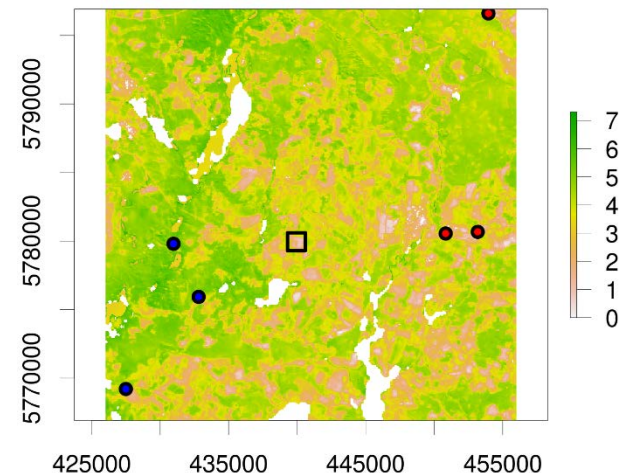
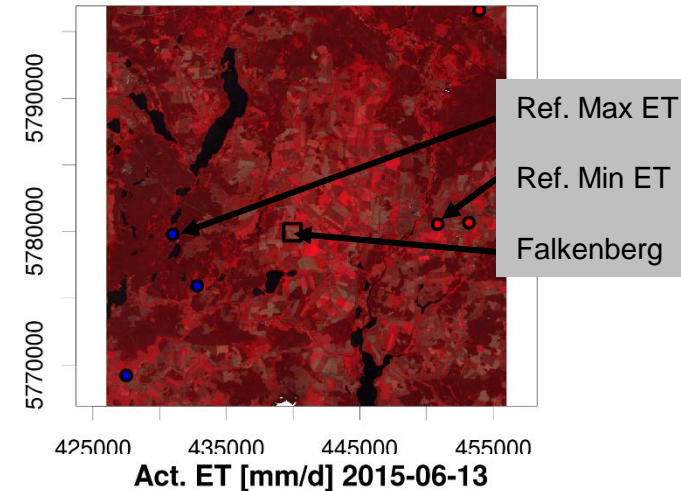
$$= f(\text{Temp., Oberfläche})$$



EVAPOTRANSPIRATION

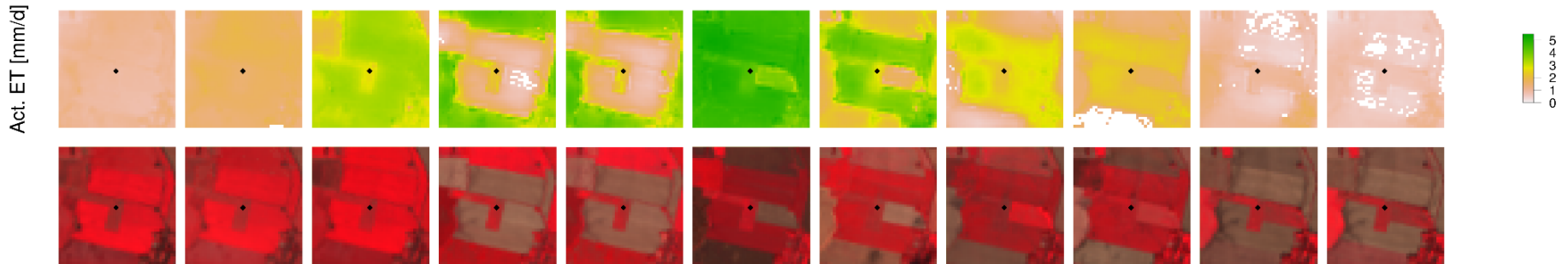
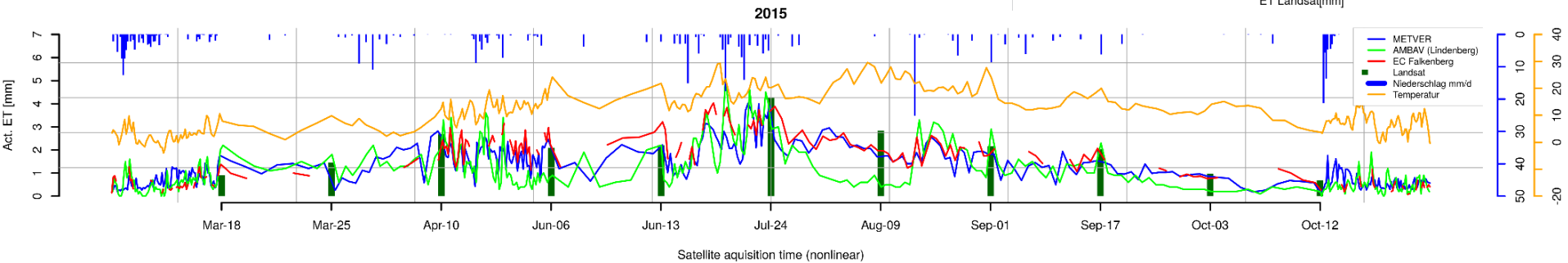
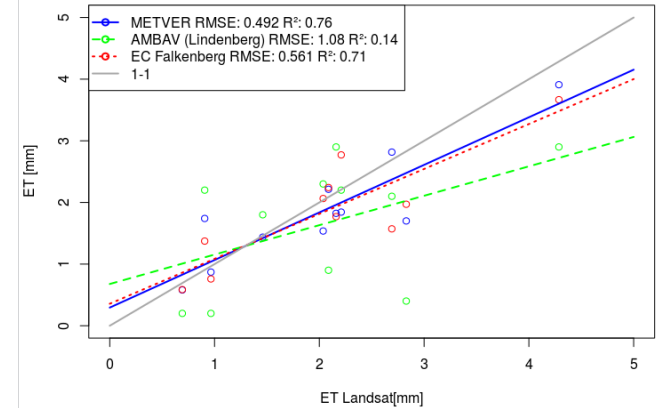
- Basierend auf METRIC, Allen 2007
- Oberflächenenergiebilanz
 - Teilw. Empirische Ansätze, z.B.:
Bodenwärmefluss
- Auswahl von Referenzpunkten mit definierter ET
 - Niedriger Vegetationsindex, hohe Temperatur, Feldblockkataster -> $ET = 0$
 - Hoher Vegetationsindex, niedrige Temperatur, Feldblockkataster -> $ET = \text{Referenz ET}$
- Kalibrierung des sensiblen Wärmeflusses mit Referenzpunkten
- Berechnung der flächenhaften ET

CIR 2015-06-13



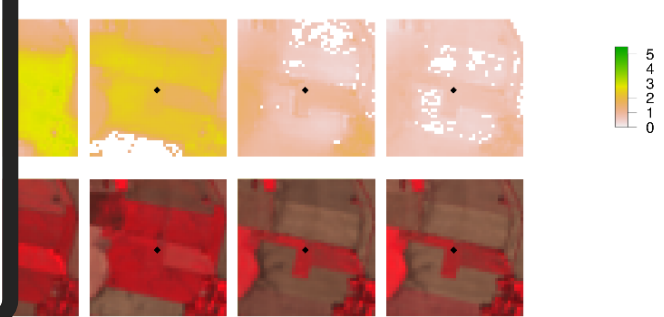
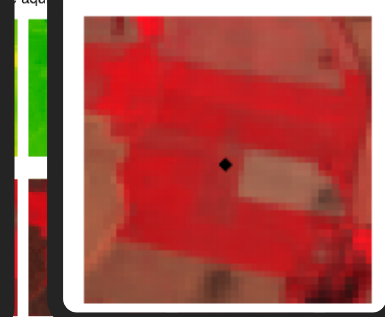
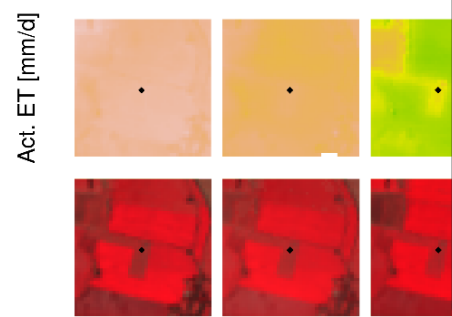
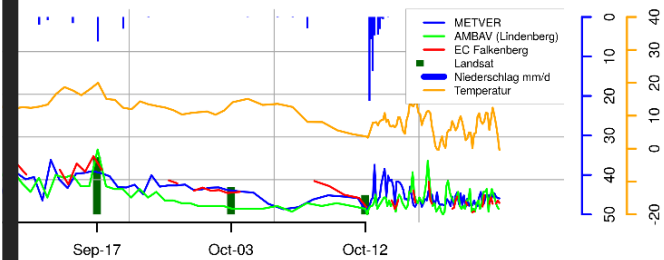
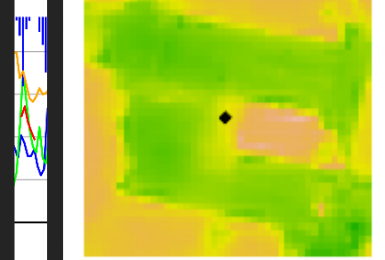
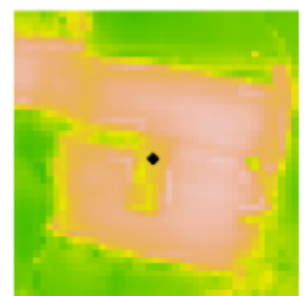
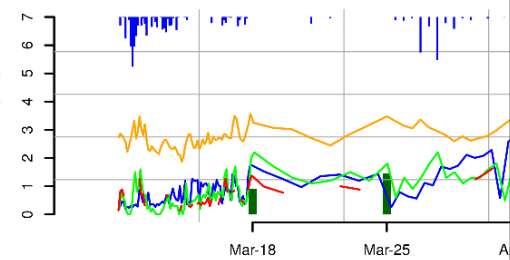
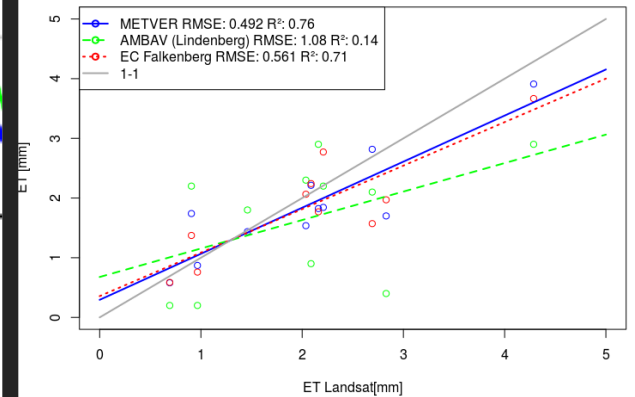
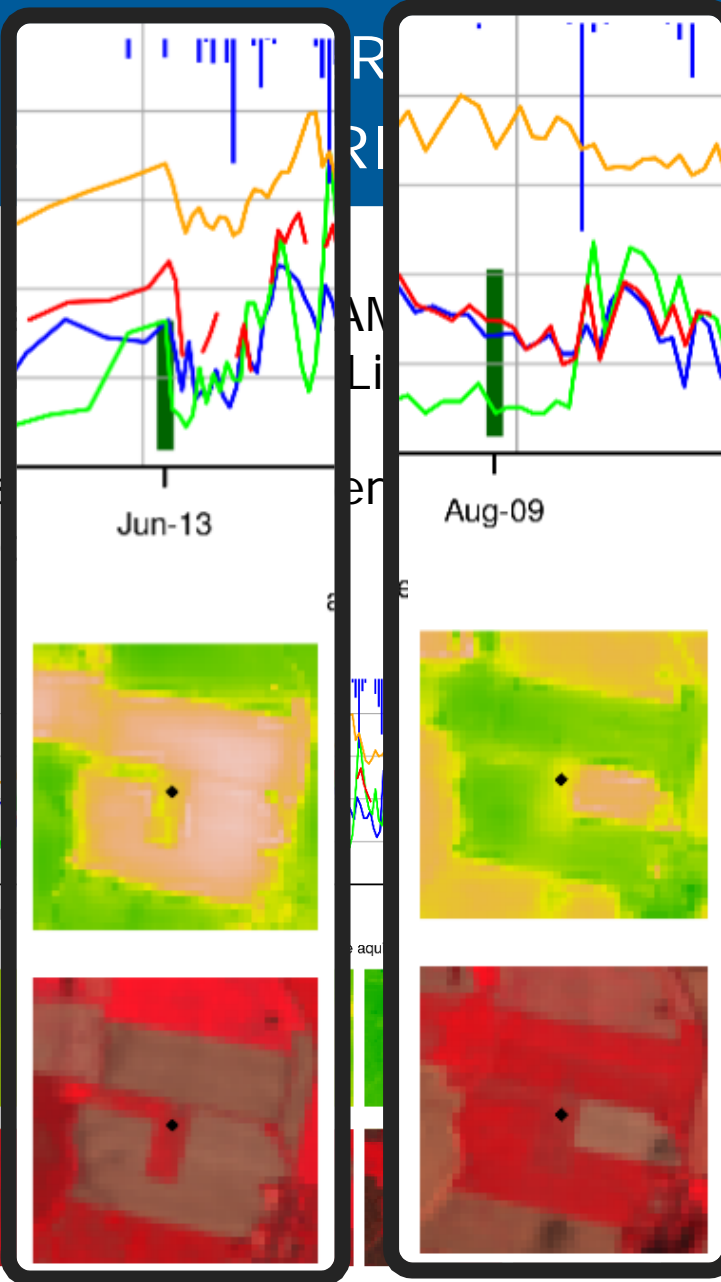
ET MODELLIERUNGSERGEBNISSE OBSERVATORIUM FALKENBERG

- Vergleich der ET aus Landsat, AMBAV, METVER und EC Messungen in Lindenberg für 2015
- AMBAV Ergebnisse für Lindenberg mit Normboden (sandiger Lehm)



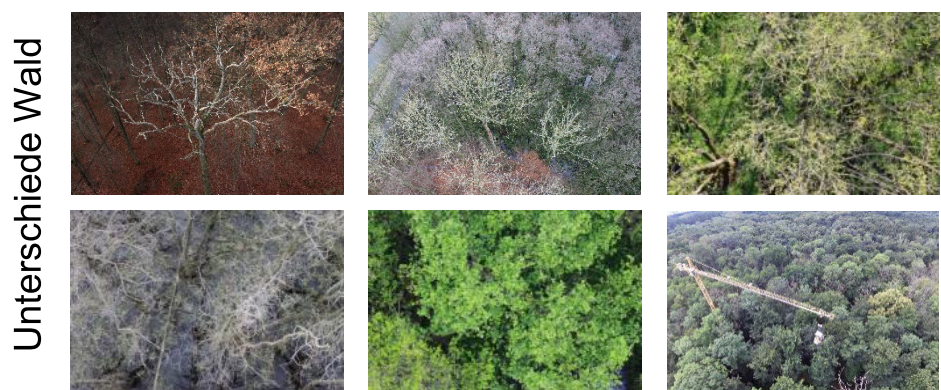
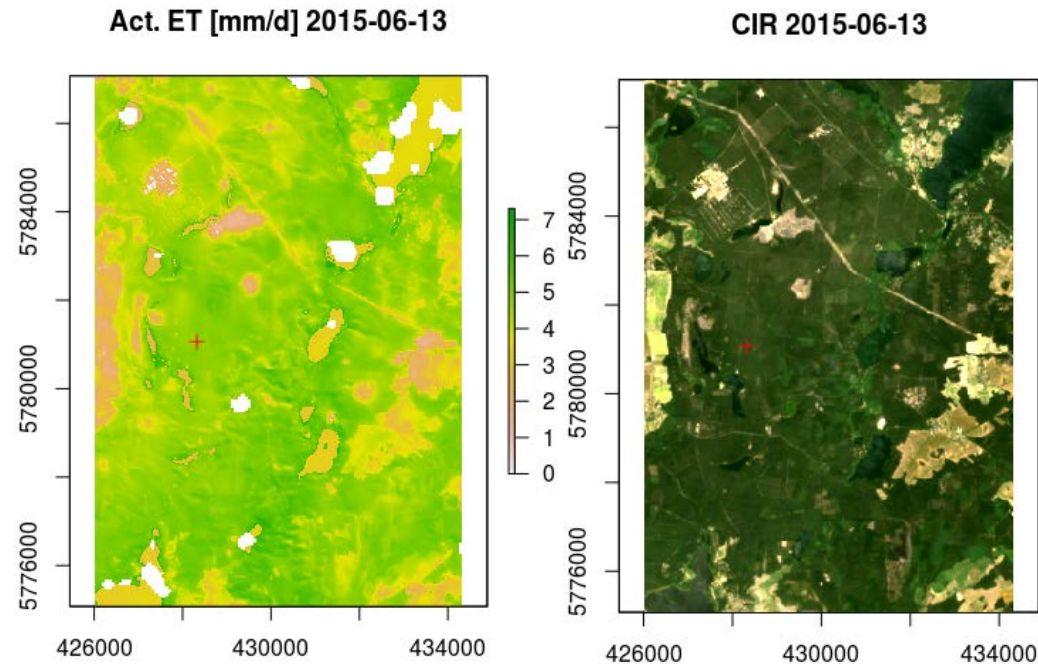
ET OBERFLÄCHEN ERGEBNISSE LINDENBERG

- Vergleich der ET von METVER und EC für 2015
- AMBAV Ergebnisse für Normboden (sandig)



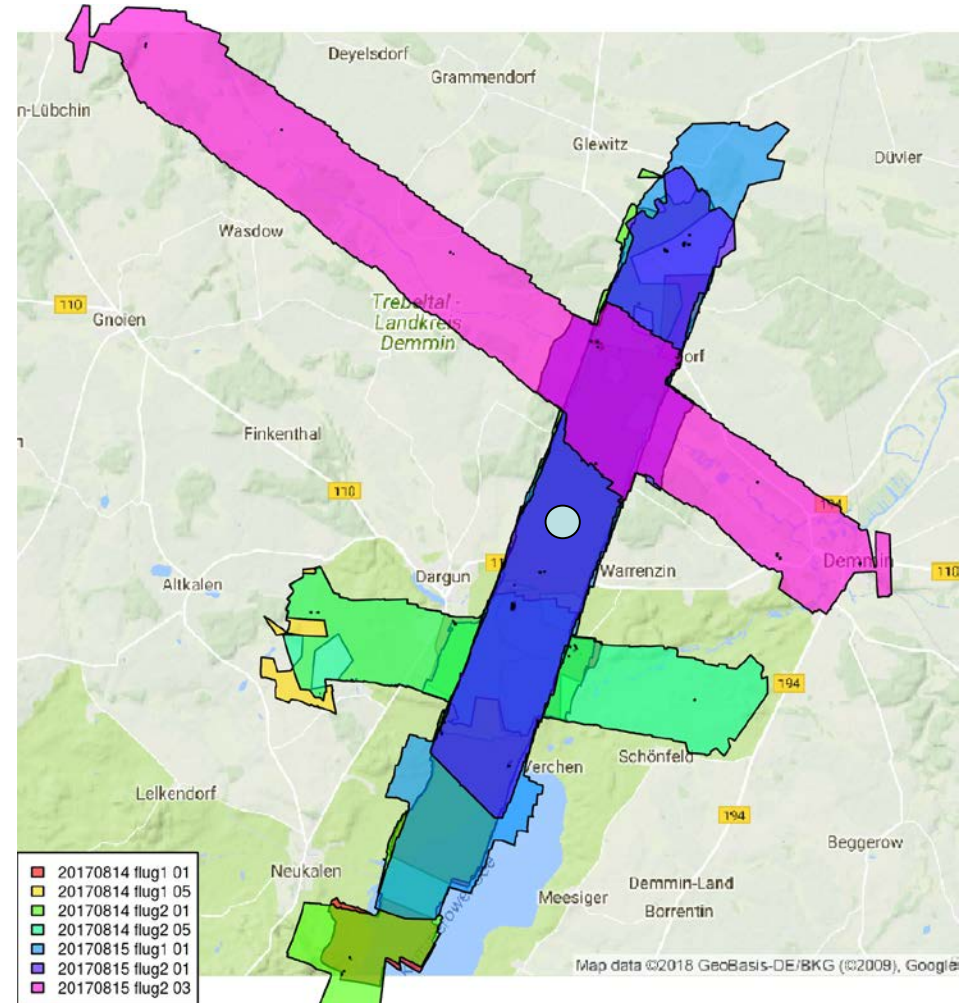
EVAPOTRANSPIRATION VON FORSTGEBIETEN

- METRIC Anwendungsgebiet:
 - Bewässerte Agrarflächen
 - Nutzkulturen (Weinberge, Gras)
 - Empirischer Ansatz für Bodenwärmefluss
 - Umgang mit Interception?
- Genutzte Informationen aus Fernerkundungsdaten
 - Temperatur
 - Vegetationsindex
- Anpassung der Energiebilanz notwendig
- EC Messungen Forst Kehrlick bieten Validierungsmöglichkeit (Frank Beyrich, Lindenberg)
- Dauerbeobachtung am Kran Demmin vorstellbar



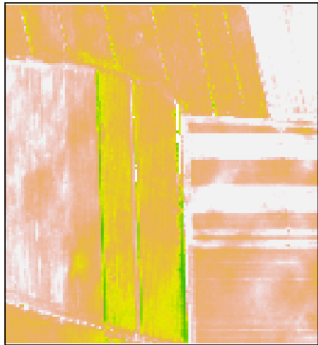
BEFLIEGUNGSKAMPAGNE DEMMIN 2017

- Befliegung Raum Demmin am 15.08.2017
- Berechnung täglicher ET aus zwei unterschiedlichen FE Datensätzen
 - Befliegung morgens
 - Befliegung mittags
 - Skalierung der realen ET anhand der stündlichen potentiellen ET
- Abweichungen auf Änderungen der Vegetation und Bewölkung zurückführbar

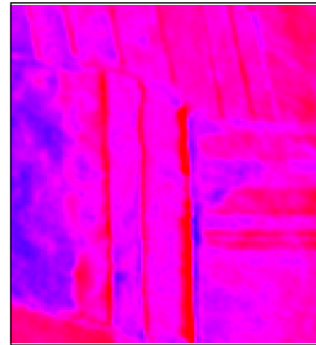


BEFLIEGUNGSKAMPAGNE DEMMIN 2017

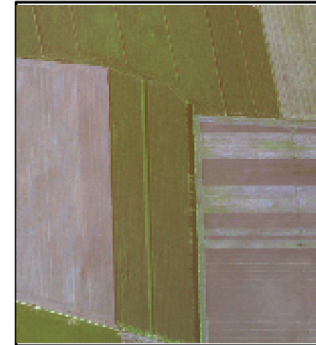
Daily ET [mm]



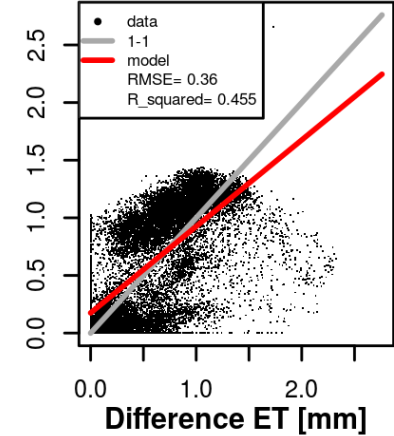
Temperature [K]



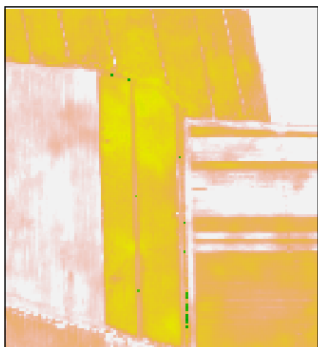
RGB



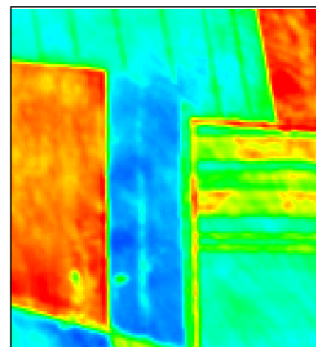
Regression



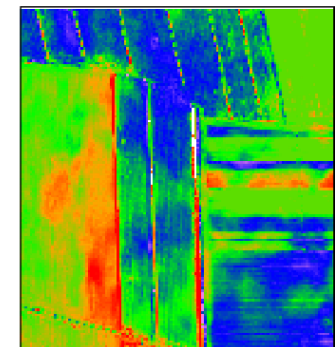
Daily ET [mm]



Temperature [K]



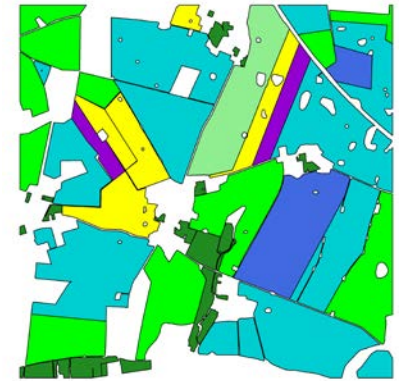
RGB



→ Einflussfaktoren: z.B. Vegetation, Boden, Relief, Wasser

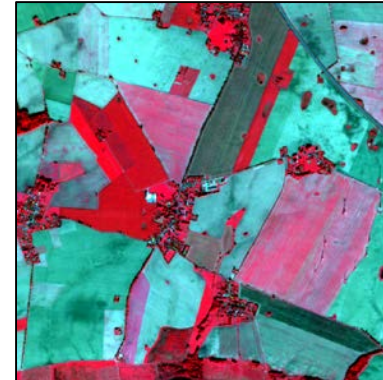
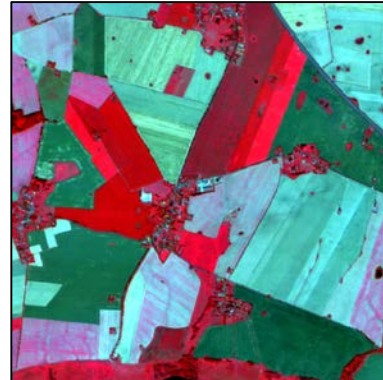
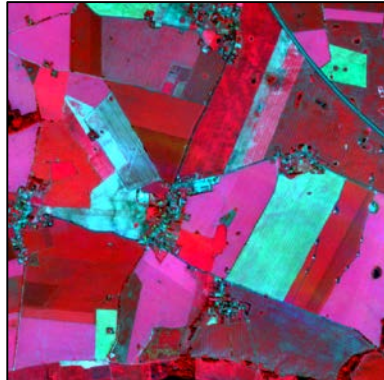
VEGETATIONSANALYSEN IM RAUM DEMMIN (BESTIMMUNG VON FRUCHTARTEN)

RGB-Darstellung

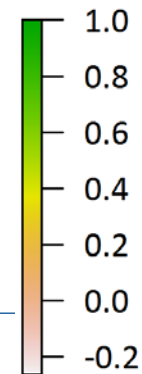
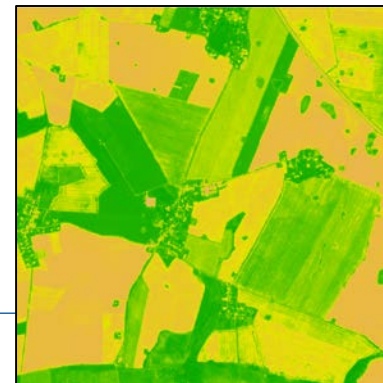
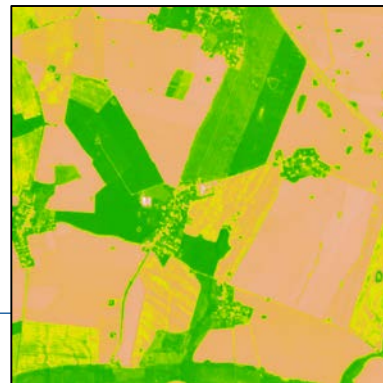
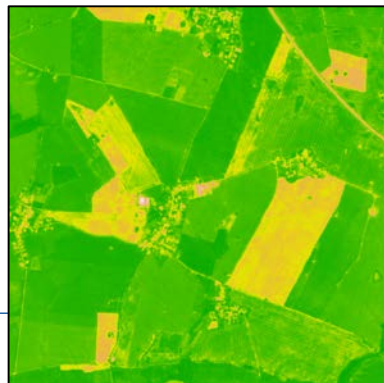


- Winterweizen
- Wintergerste
- Winterraps
- Mais
- Zuckerrübe
- Ackergras
- Grünland

Falschfarb-Darstellung



NDVI



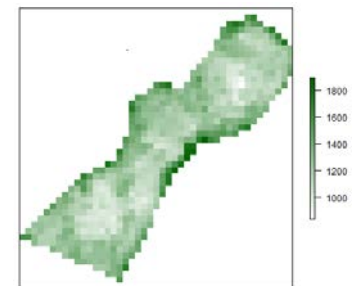
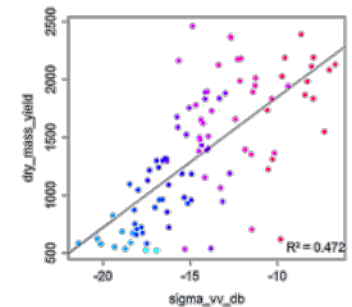
BESTIMMUNG VON VEGETATIONSPARAMETERN

- Zeitreihenanalyse von optischen und SAR-Daten

↓
Vegetationsindizes

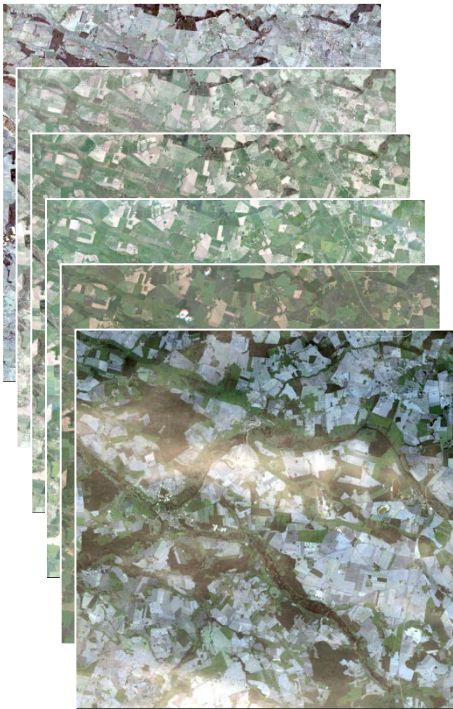
↓
Rückstreuereigenschaften

- Ableitung empirischer Modelle auf Basis von in-situ Datenerfassung (Biomasse, Pflanzenhöhe, Bedeckungsgrad)



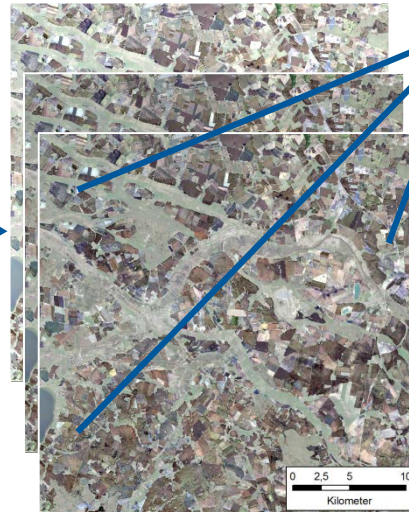
BESTIMMUNG VON BODENPARAMETERN (BEISPIEL: ORGANISCHE OBERBODENSUBSTANZ)

Multitemporal remote sensing data

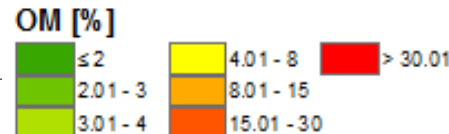


RapidEye

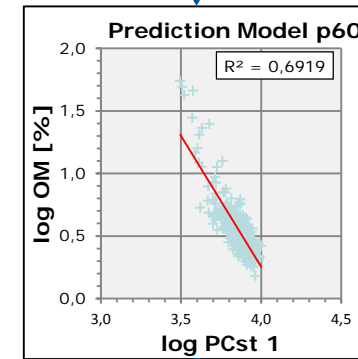
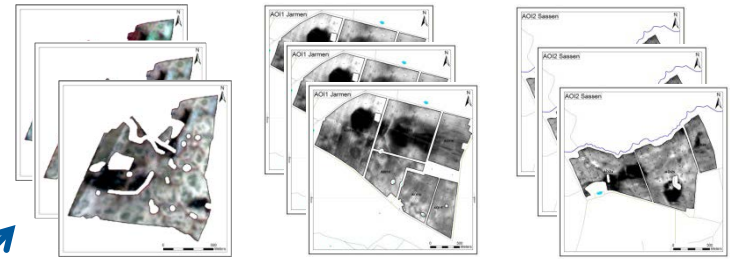
Selection of bare soil fields
Multitemporal synthetic bare soil data



(based on NDVI + in field homogeneity)

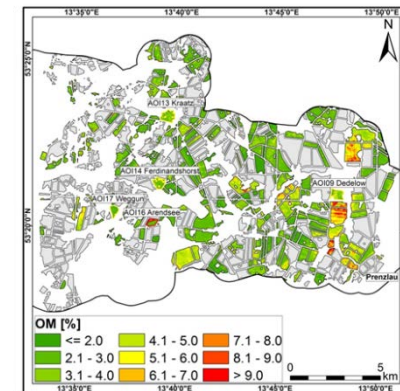


Soil pattern detection at different test fields



Regional regression model based on laboratory analysis

$R^2: 0.692;$
 $RMSE: 7.487 \%$



Soil map generation (test site Qentlow)

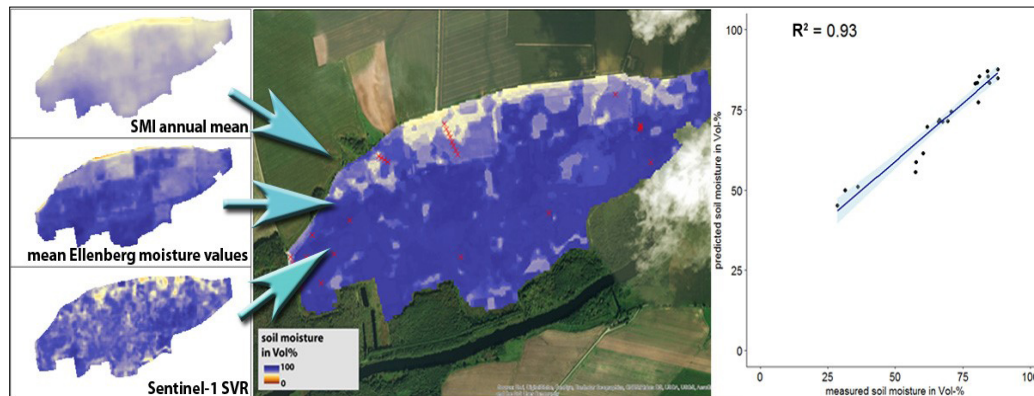
GF7

Blasch et al. 2015(1), Blasch et al. 2015(2),
Blasch et al. 2016

IELMHOLTZ

ANALYSE VON BODENFEUCHTE UNTER GRÜNLÄNDERN

- Multitemporale + Multisensorale Analyse von Fernerkundungsdaten
- Kombination optischer, thermaler und SAR Daten zur Bestimmung der Bodenfeuchte



Main sensor	Method	Accuracy (R ²)
Sentinel-2A, Landsat 8	Bio-indicators derived by regression tree model	0.72 – 0.86
Landsat 8	Universal triangle method based on land surface temperature	0.5 – 0.8
Sentinel-1	Support Vector Regression	0.76 – 0.86
Joint Utilization	Ensemble learning approach	0.93

ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

- DEMMIN hat sich zu einen der am besten ausgestatteten Methodenentwicklungs-und Validierungstestgebieten für Fernerkundungsanwendungen in Europa entwickelt
- Daten der Messstationen frei Verfügbar (DOI)
- Breites Spektrum der Anwendungsbereiche
 - Hauptfokus → Evapotranspiration, aber auch
 - Landwirtschaft
 - Forst
 - Boden
 - Gewässer
- Eingebunden in Netzwerke in Initiativen
- Kooperationen mit nationalen und internationalen Partner



TERENO
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES

GOGLAM
Global Agricultural Monitoring

JECAM
Joint Experiment for Crop

ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

- DEMMIN hat sich zu einem der am besten ausgestatteten Methodenentwicklungs- und Validierungstestgebiete für Fernerkundungsanwendungen in Europa entwickelt
- Daten der Messstationen frei verfügbar (DOI)
- Breites Spektrum der Anwendungsbereiche
 - Hauptfokus □ Evapotranspiration, aber auch
 - Landwirtschaft
 - Forst
 - Boden
 - Gewässer
- Eingebunden in Netzwerke von Initiativen
- Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Kontakteinformationen:

Dr. Daniel Spengler		daniel.spengler@gfz-potsdam.de		0331-288-1764
Christian Hohmann		christian.hohmann@gfz-potsdam.de		0331-288-28984
Dr. Sibylle Itzerott		sibylle.itzerott@gfz-potsdam.de		0331-288-1107