

# Bodenfeuchtemonitoring mit Sentinel-Daten

Copernicus Forum 15. März 2017

Dr. Annett Frick

INdikatorgestütztes BOdenfeuchte MOonitoring



# Hintergrund

## **Bodenfeuchte** – eine wichtige Komponente des globalen Ökosystems

Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Variabilität ist essentiell für viele Anwendungsfelder:

z.B. Wettervorhersage, Klimamodelle

Landwirtschaft

Naturschutz, Monitoring von Renaturierungsmaßnahmen, Moorschutz

## **Fokus auf Flussauen**

Habitat für viele gefährdete Arten

Wichtige Rolle für Erhalt der Biodiversität

Hochwasserschutz

# Hintergrund

## Operationelle Bodenfeuchteprodukte

gegenwärtig nur grobskalige Aussagen über BF möglich:

SMOS ~35km

Windsat ~25km

ASCAT ~12km

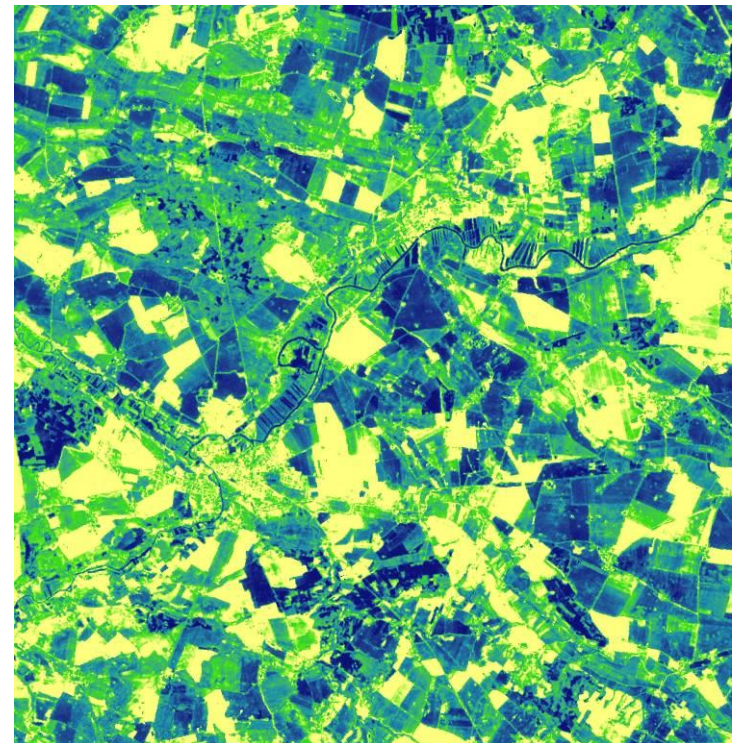
SMAP ~ 3km bzw. 10km

(Start Januar 2015 - Juli 2015 Radar failure)

DWD (% nFK) 1km Modellwert

Fokus auf Radarsysteme

im großmaßstäbigen Bereich bisher nur auf vegetationsfreien Flächen

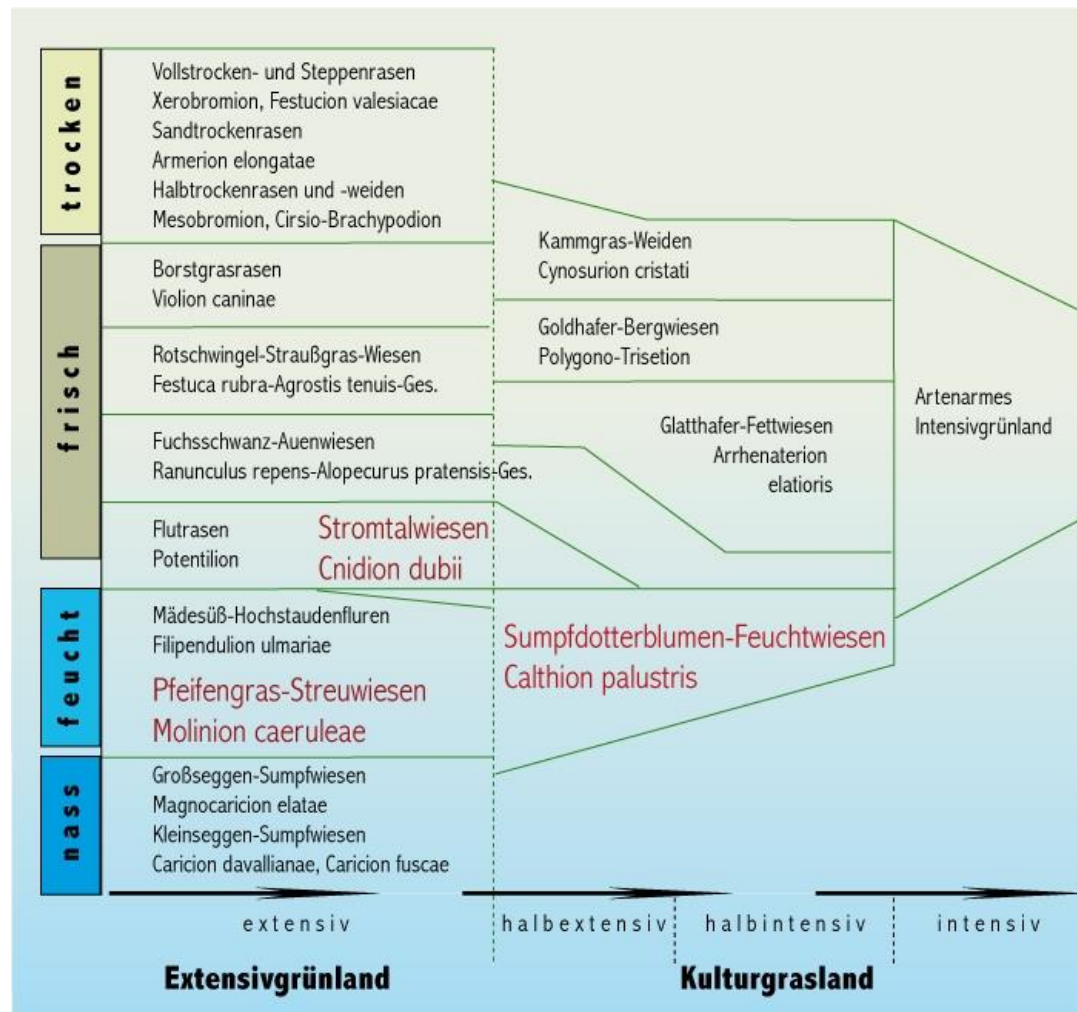
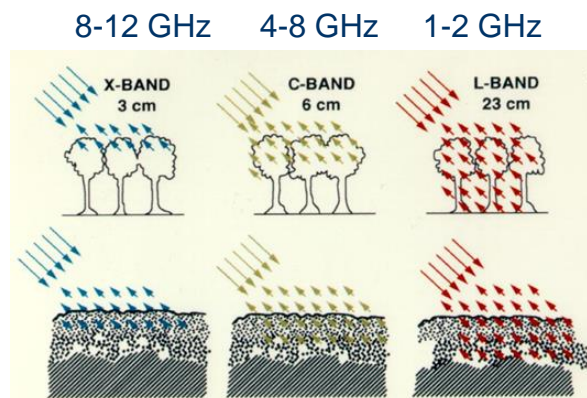


Auflösung 30 m

# Hintergrund

## Proxies für Bodenfeuchte der oberen Bodenschicht

- Vegetation – Pflanzengesellschaften
- Oberflächentemperatur des Bodens
- Radar-Backscatter (L-Band, C-Band)



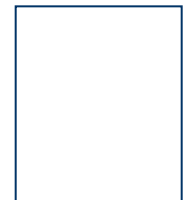
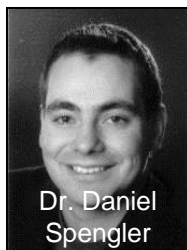
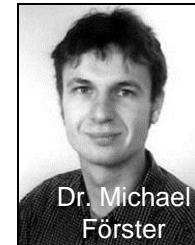
# Projektpartner



- Projektleitung
- Bioindikatoren
- Analyse thermal/optische Daten
- Operationalisierung
- Feldkampagne



- Sensorvergleich
- Radaranalyse
- Feldkampagne



Uwe Schröder



- Gradientenanalyse
- Feldkampagne



- Evaluierung

# Projektbegleitende Arbeitsgruppe

## Teilnehmer:

- Dominik Zak, IGB - Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
- Ulf Schiefelbein, LUNG - Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV
- Frank Zimmermann, MUGV - Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg
- Udo Wittchen, JKI – Julius Kühn Institut
- Niko Rosskop, LBGR - Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
- Vanessa Reinfelder, Auenökologisches Zentrum des BUND
- Stephan Busse, Greifswald Moor Centrum

## 2 Workshops der PAG

- 02. Juni 2015
- 24. Juli 2016

# InBoMo – Ziele

räumlich hoch auflösende  
Bestimmung des  
**Feuchtegehaltes** der oberen  
Bodenschicht

**Synergie** aus aktiven und  
optischen Sensoren,  
Bioindikatoren, Thermaldaten

**robuste Ableitung** der  
Bodenfeuchte in Flußniederungen  
für **verschiedene**  
**naturräumliche Haupteinheiten**  
in Deutschland

**Operationalisierung**

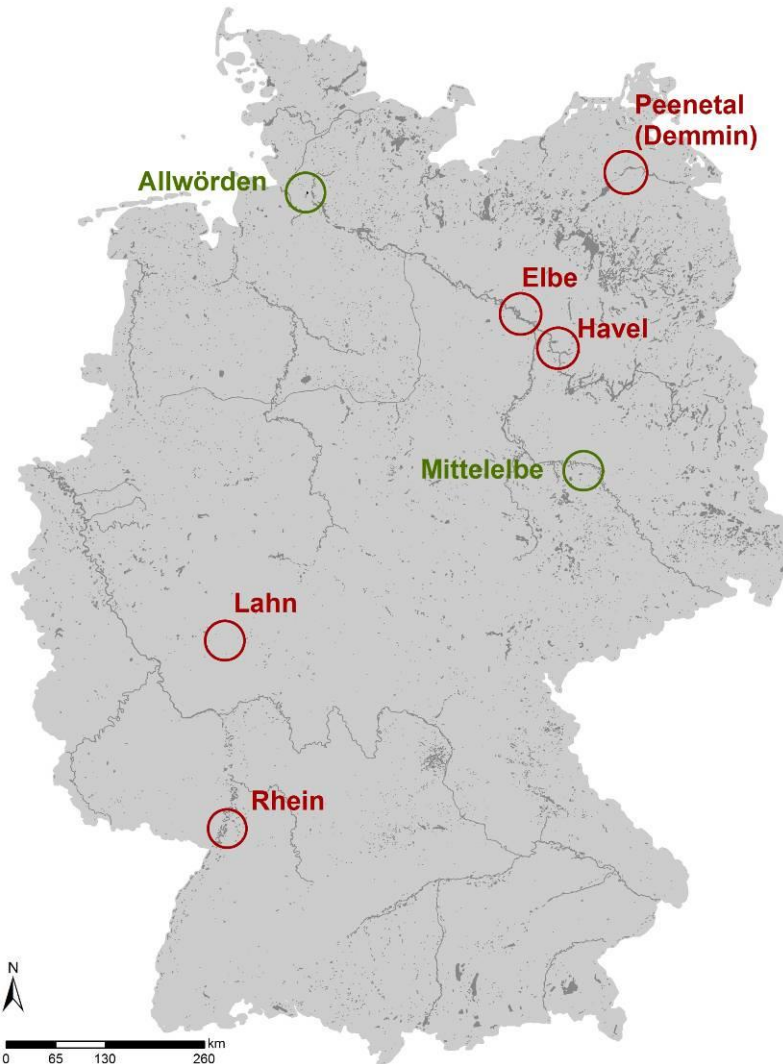
**Vegetation,**  
**Bodentemperatur**  
und **backscatter**  
als **Proxies** für  
Bodenfeuchte

**Mit und ohne**  
**Trainingsdaten**  
verwendbar

**Zeitreihen** und  
**Einzelaussagen**

**Laufzeit: Mai 2014 bis März 2017**

# Untersuchungsgebiete



## Untersuchungsgebiete

- Peenetal bei Demmin
- Elbe bei Wittenberge
- Rhein bei Germersheim
- Lahn bei Wetzlar
- Havel bei Gülpe

**TERENO**  
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES

## Validierungsgebiete (BFG)

- Allwördener Außendeich
- Mittelelbe



# Untersuchungsgebiete



# Feldmessungen









## Messparameter

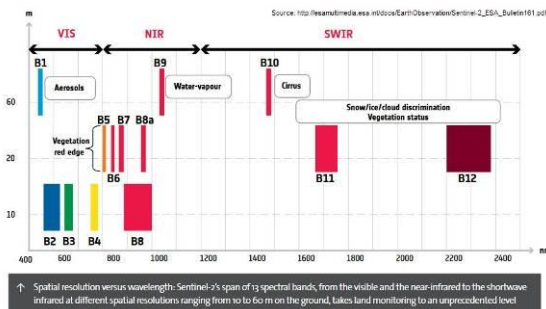
- Blattflächenindex (LiCOR)
- Bodentemperatur (Thermometer)
- Oberflächentemperatur (Pyrometer)
- Bodenfeuchte (FDR-Sonden)
- Feldspektren (ASD)

## Kartierung

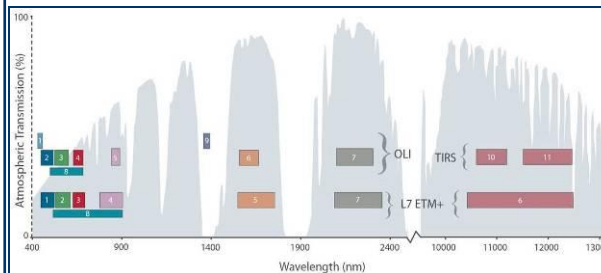
- Dominanzarten, Deckung
- Feuchtezeigerwerte nach Ellenberg
- Pflanzengesellschaften nach Braun-Blanquet

# Satellitendaten

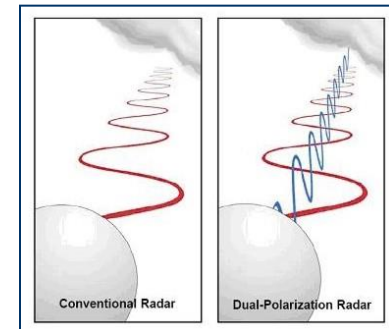
Sentinel-2 	Landsat-8 	Sentinel-1 
		
passiv	passiv	aktiv
10 m / 20 m / 60 m	30m / 100m (OLI/ TIRS)	5x20m (IW mode)
2 Satelliten (< 10Tage)	1 Satellit (16 Tage)	1 Satellit (12 Tage)
12 Kanäle (VIS, NIR, SWIR)	2 Sensoren, 11 Kanäle (VIS, NIR, SWIR, TIR)	C-Band SAR (5,4 GHz; 6 cm) dual-polarisiert (HH+HV; VV+VH)



Quelle: ESA

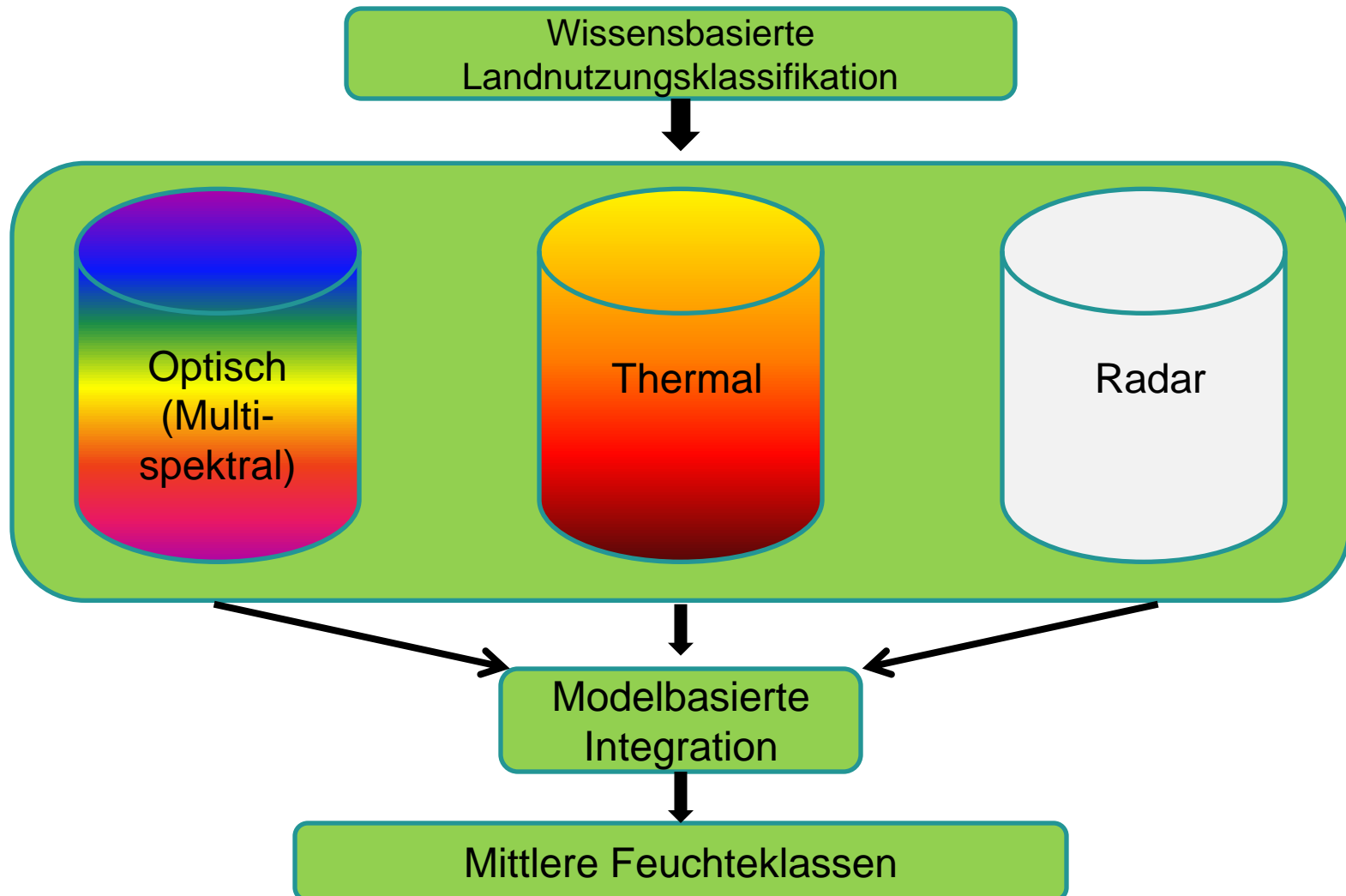


Quelle: NASA

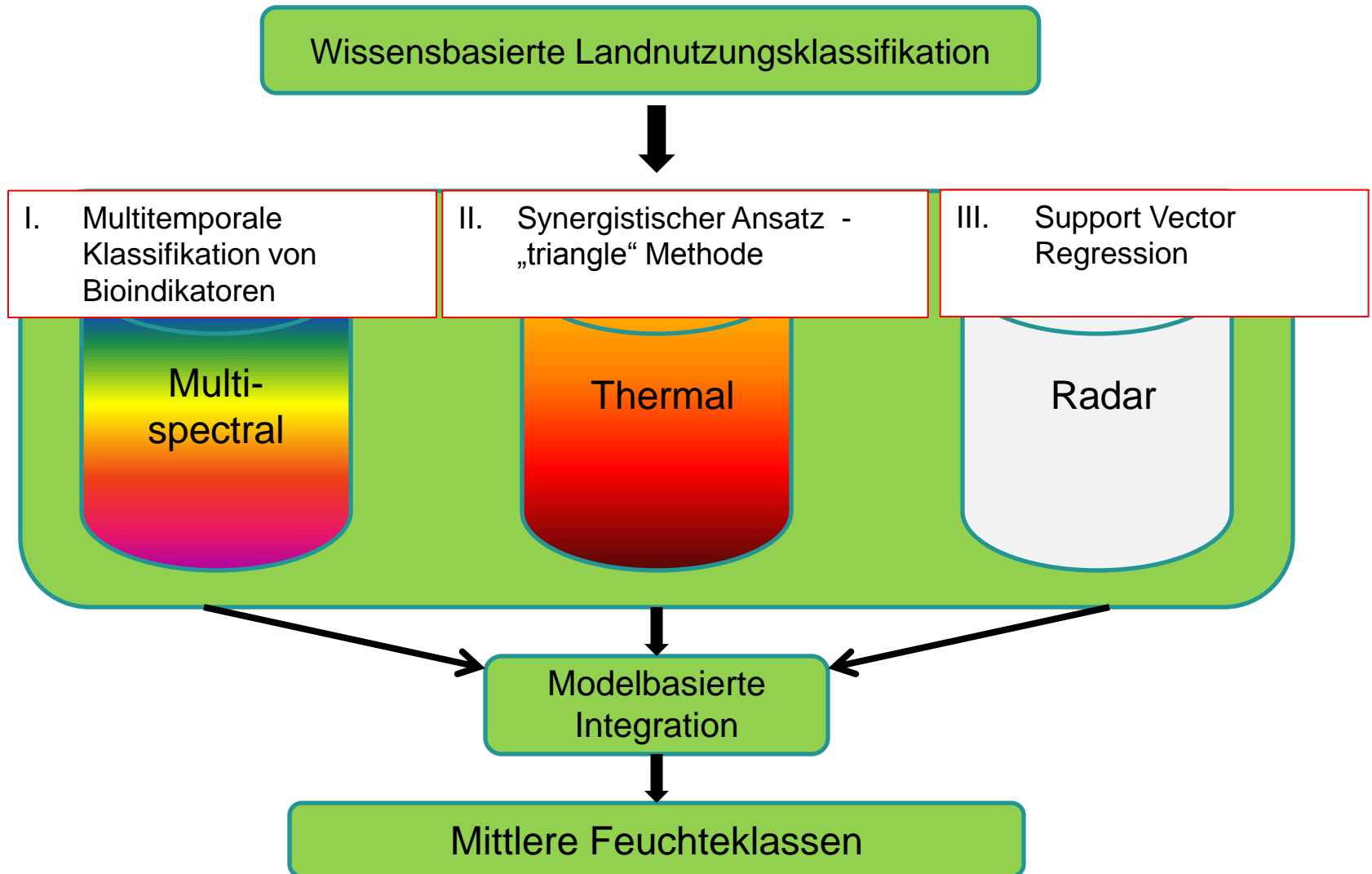


Quelle: Radar Operations Center NOAA

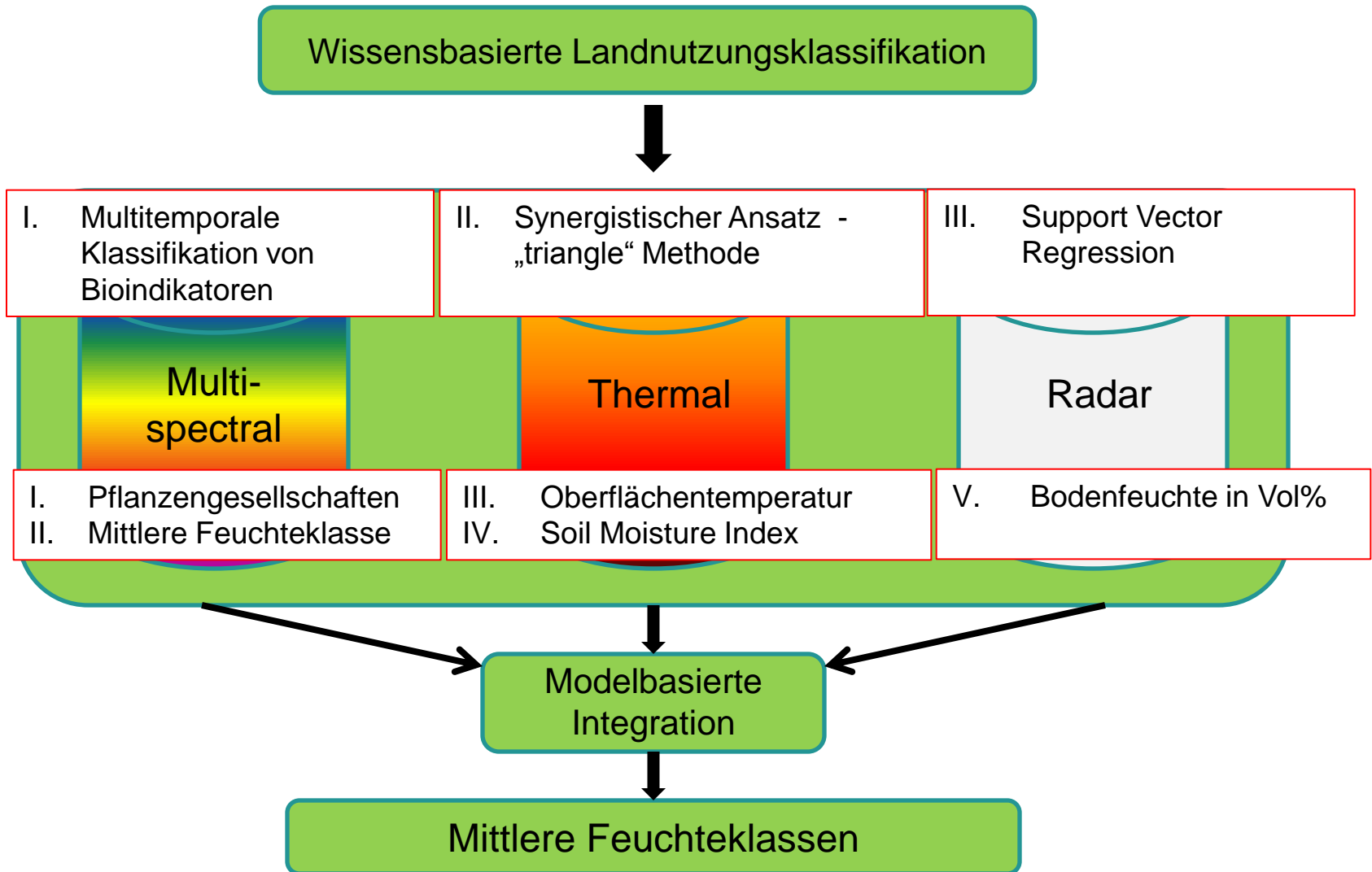
# Methoden



# Methoden



# Methoden



# Methoden

I. Multitemporale  
Klassifikation von  
Bioindikatoren

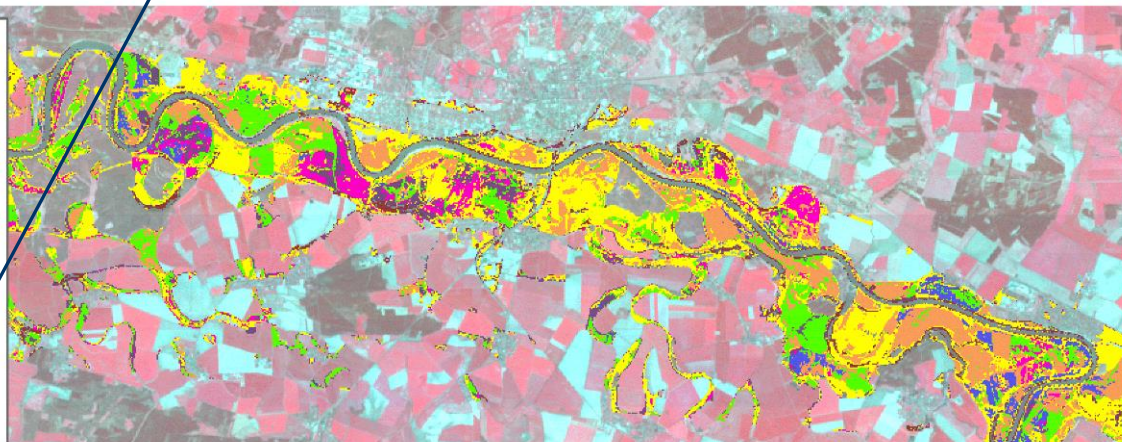
Multi-  
spectral

I. Pflanzengesellschaften  
II. Mittlere Feuchtekategorie

FP_Che_XXX Feucht (7)	Biotoptyp: Kurzlebige Pioniervegetation wechelnasser Standorte an Fließgewässern Pflanzengesellschaft: <i>Chenopodium rubri</i> Timár 1947 Dominanzarten: <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Rorippa amphibia</i> , <i>Bidens</i> spp.
GM_CYN_XXX Frisch (3)	Biotoptyp: Frischgrünland Pflanzengesellschaft: <i>Cynosurion cristati</i> R. Tx. 147 – Weiderasen und Parkrasen Dominanzarten: <i>Poa pratensis</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Alopecurus pratensis</i>
GMF_ARR_GAL Frisch (3)	Biotoptyp: Frischwiesen Pflanzengesellschaft: <i>Galio molluginis-Alopecuretum pratensis</i> Hundt (1954) 1968 Dominanzart: <i>Alopecurus pratensis</i>
XXX_POT_XXX Wechselfrisch (5)	Biotoptyp: Feuchtwiesen und Feuchtwäiden Pflanzengesellschaft: <i>Potentillion anserinae</i> R. Tx. 1947 – Flutrasen Dominanzarten: <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Ranunculus repens</i>

**Pflanzengesellschaft**

FP_Che_XXX
GM_CYN_XXX
GMF_ARR_GAL
GSF_FIL_XXX
GSF_XXX_XXX
GSFU_SEN_CUS
GSMA_XXX_XXX
XXX_CAR_PHA
XXX_CAR_XXX
XXX_POT_XXX



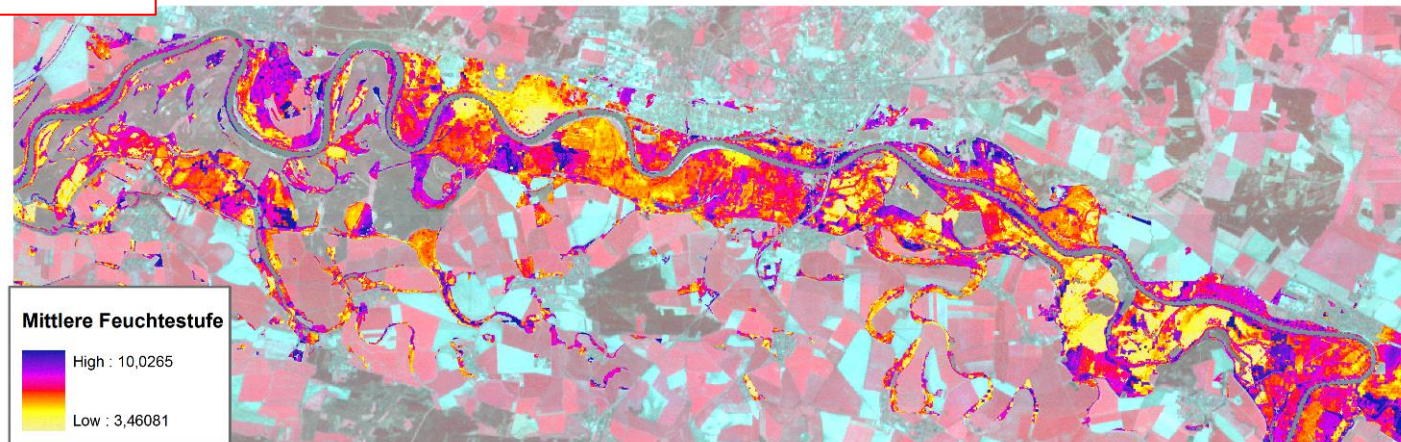
2015 Landsat 8 - Pflanzengesellschaften in der Flussaue

# Methoden

- I. Multitemporale Klassifikation von Bioindikatoren

Multi-spectral

- I. Pflanzengesellschaften
- II. Mittlere Feuchtestufe



2015 Landsat 8 - mittlere Feuchtestufe nach Bioindikatoren in der Flussaue

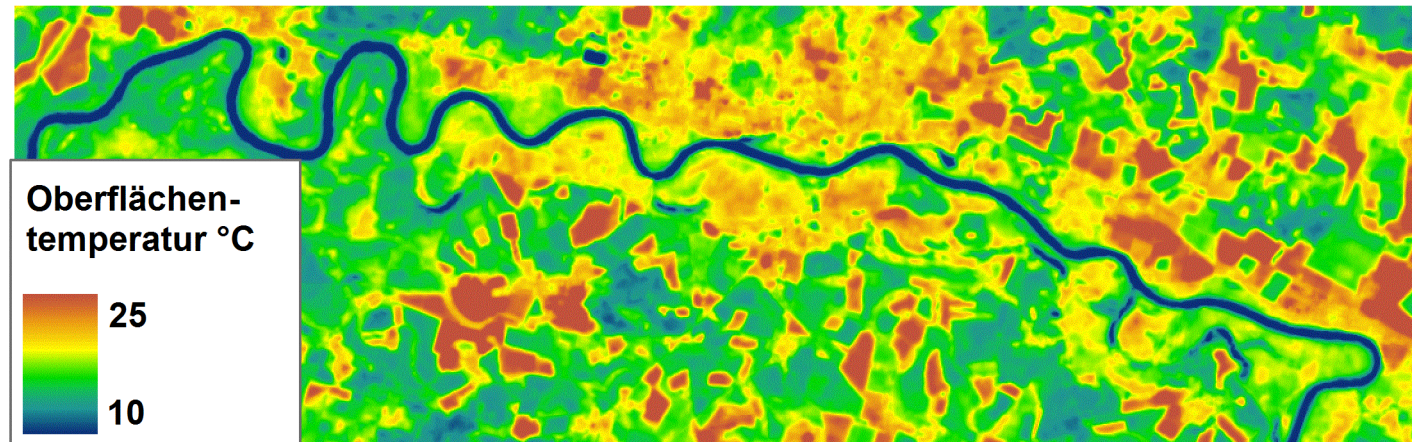


# Methoden

II. Synergistischer Ansatz -  
„triangle“ Methode

Thermal

III. Oberflächentemperatur  
IV. Soil Moisture Index



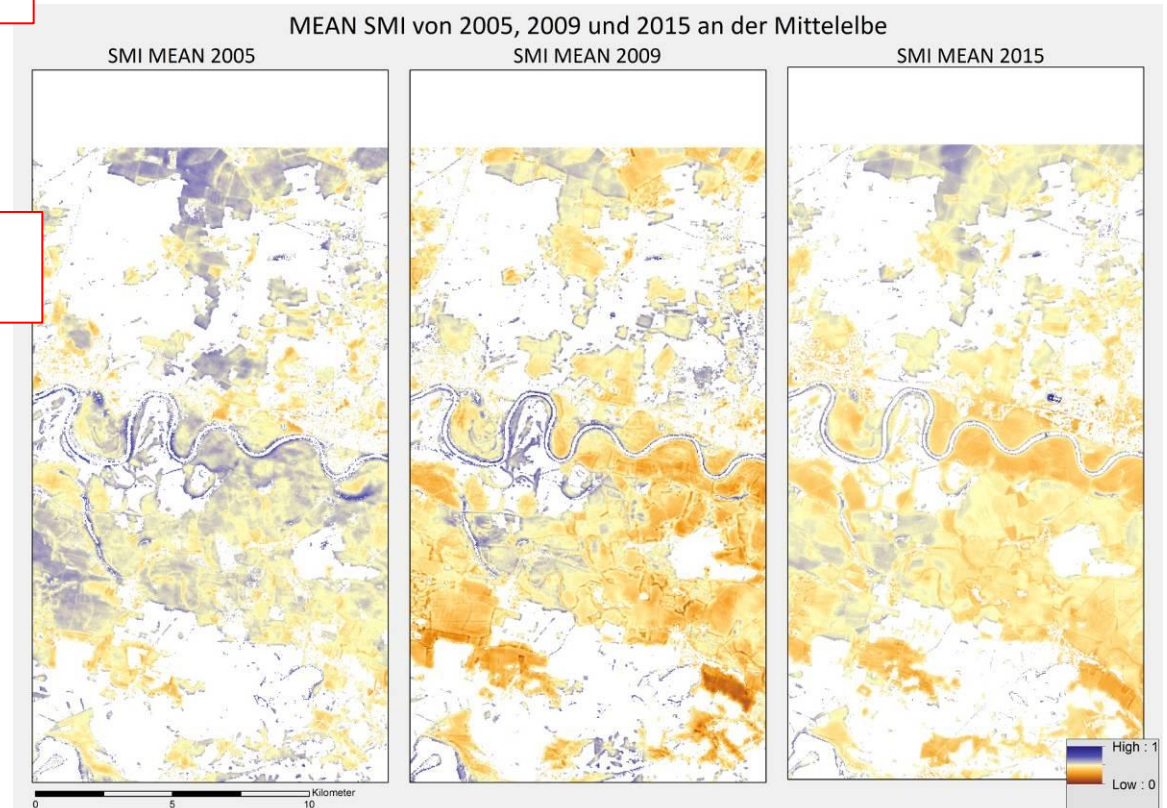
10.04.2015 Landsat 8 - Oberflächentemperatur

# Methoden

## II. Synergistischer Ansatz - „triangle“ Methode

Thermal

- III. Oberflächentemperatur
- IV. Soil Moisture Index

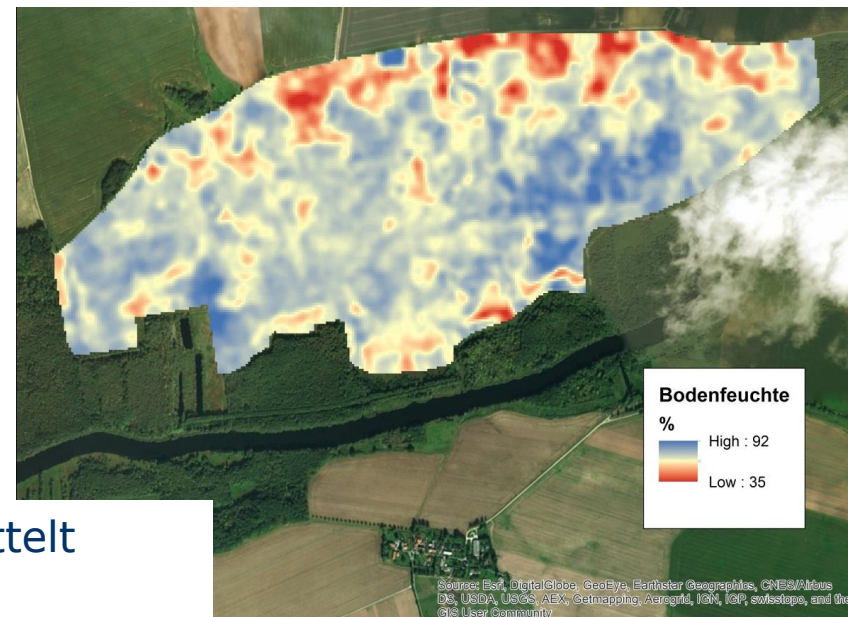
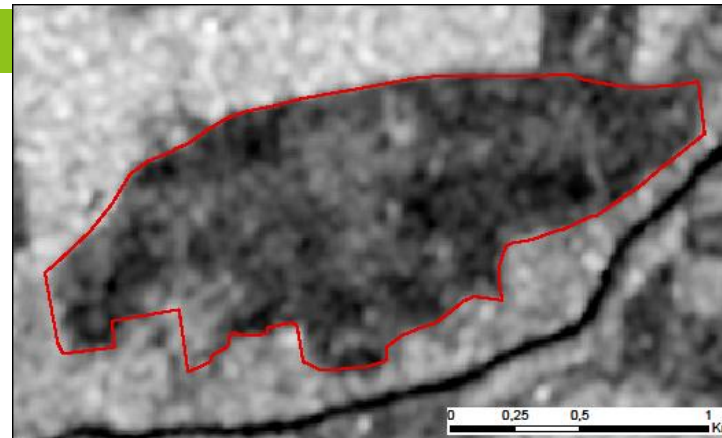


# Methoden

III. Support Vector Regression

Radar

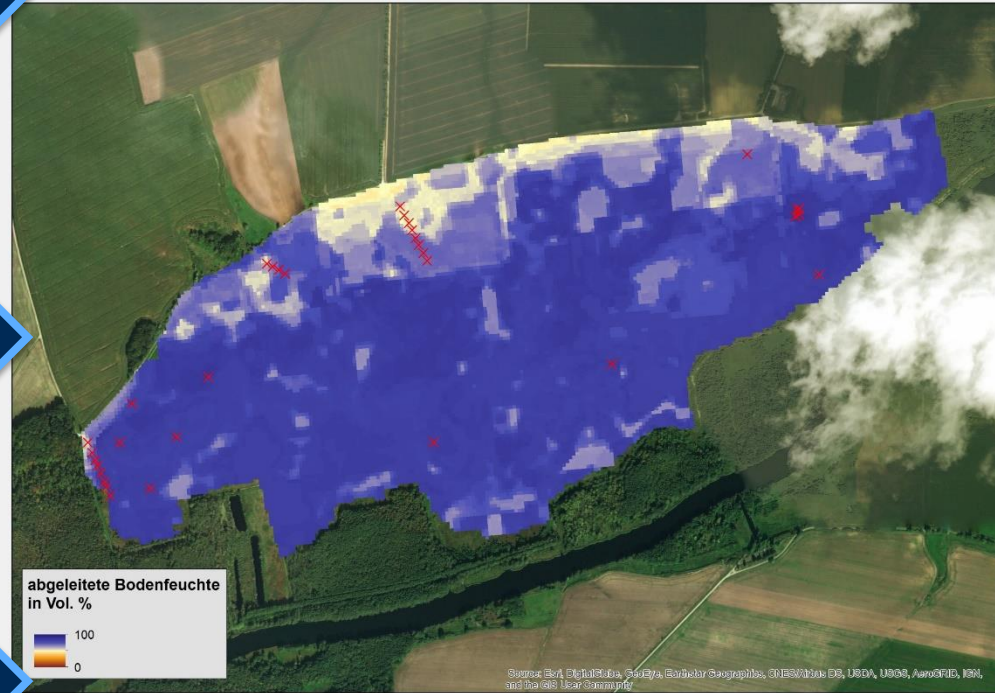
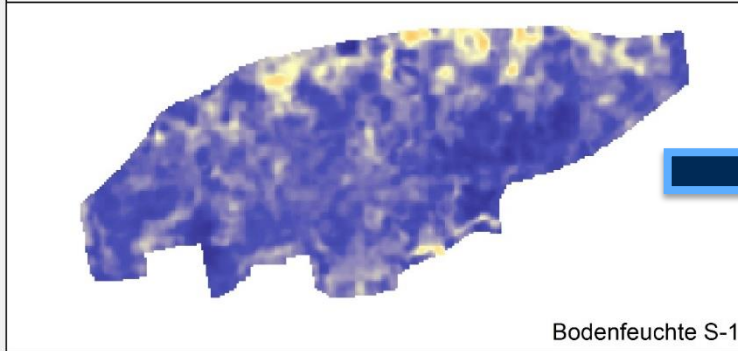
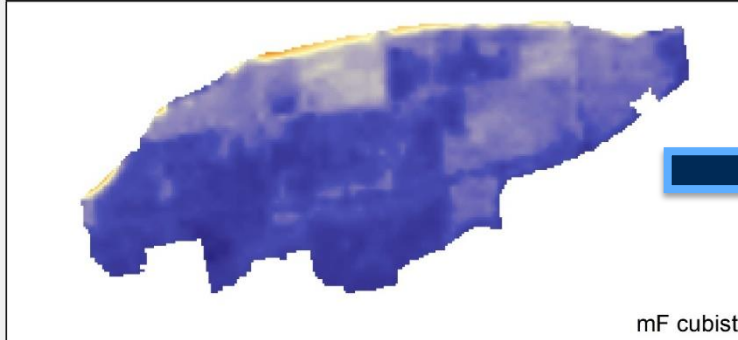
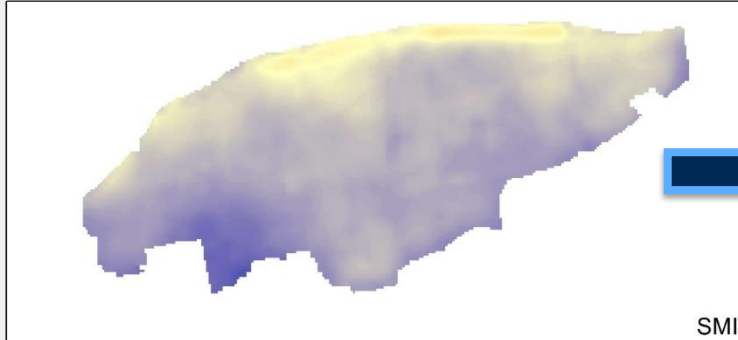
V. Bodenfeuchte in Vol%



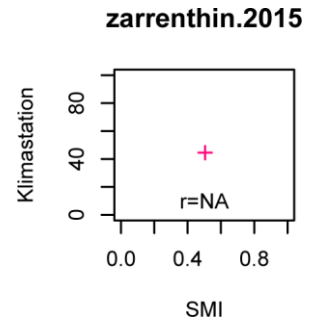
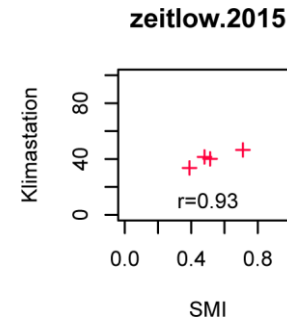
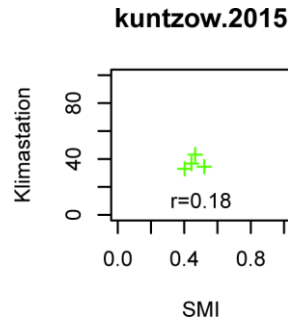
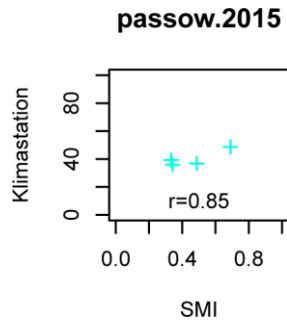
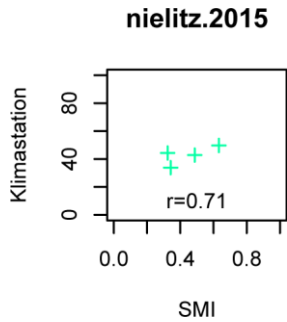
Bodenfeuchte Sentinel-1 gemittelt 2015

# Modellkombination

Vergleich SMI (LS8) - mF cubist (LS8) - SM (S1) 2015

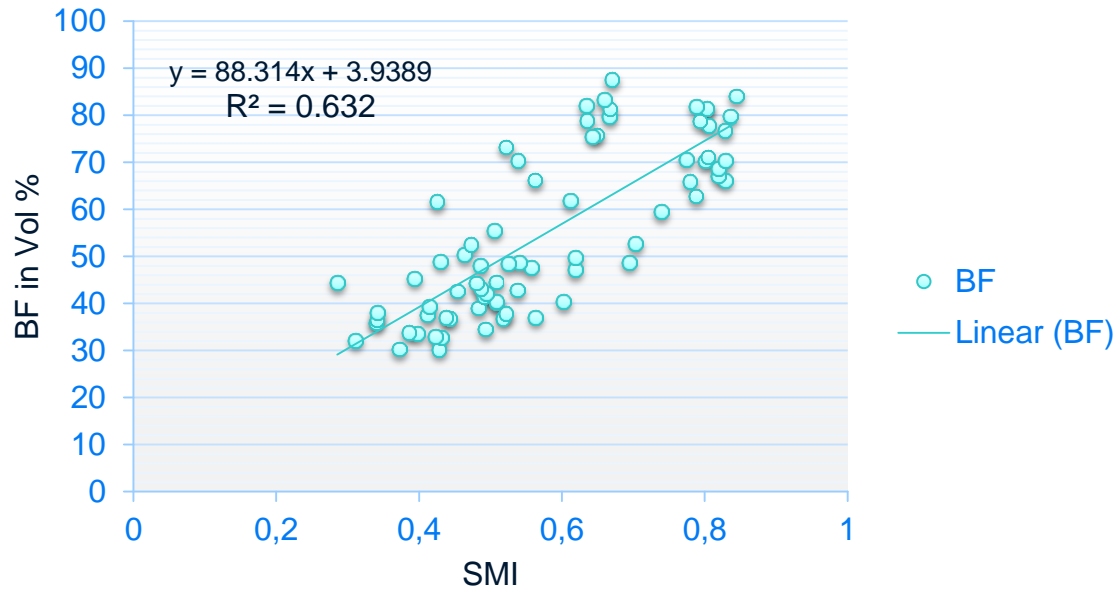


# Validierung mit Klimadaten



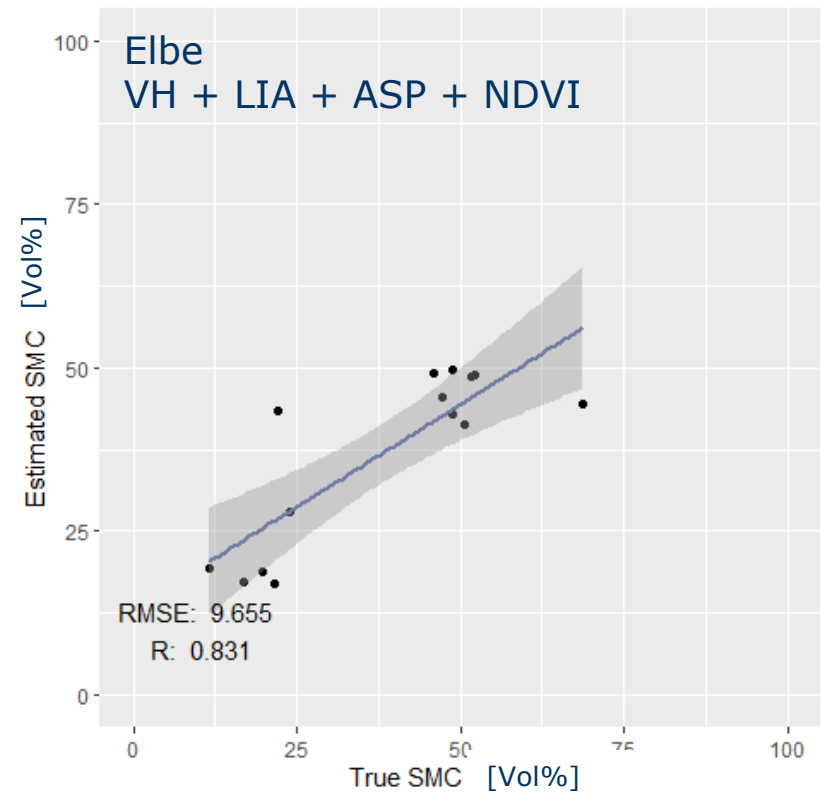
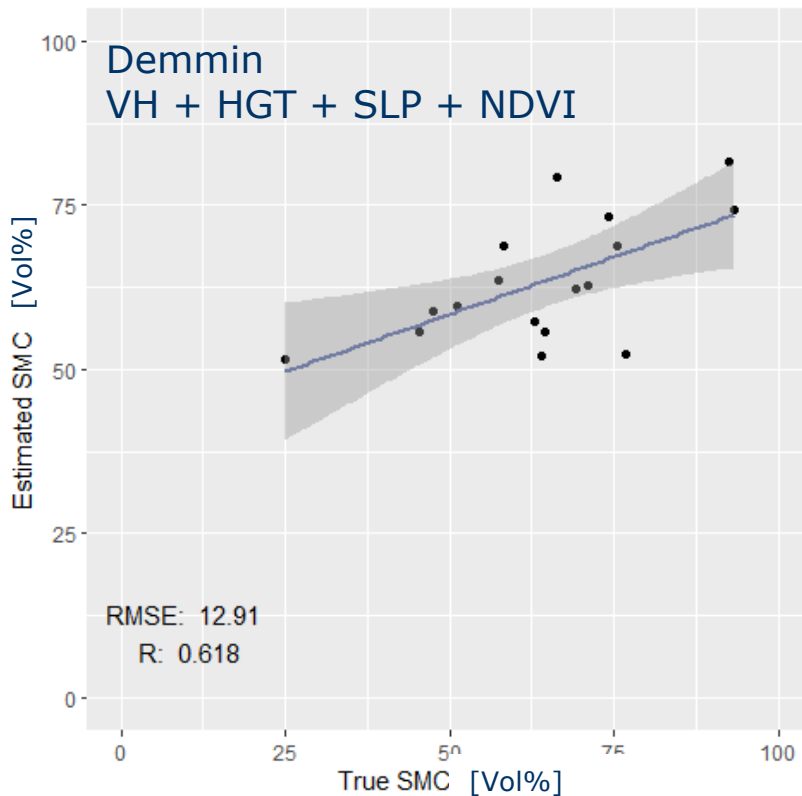
## SMI - gemessene Bodenfeuchte

Gesamtdatensatz (ausgedünnt + Klimadaten) 2015



# Validierung – Sentinel 1

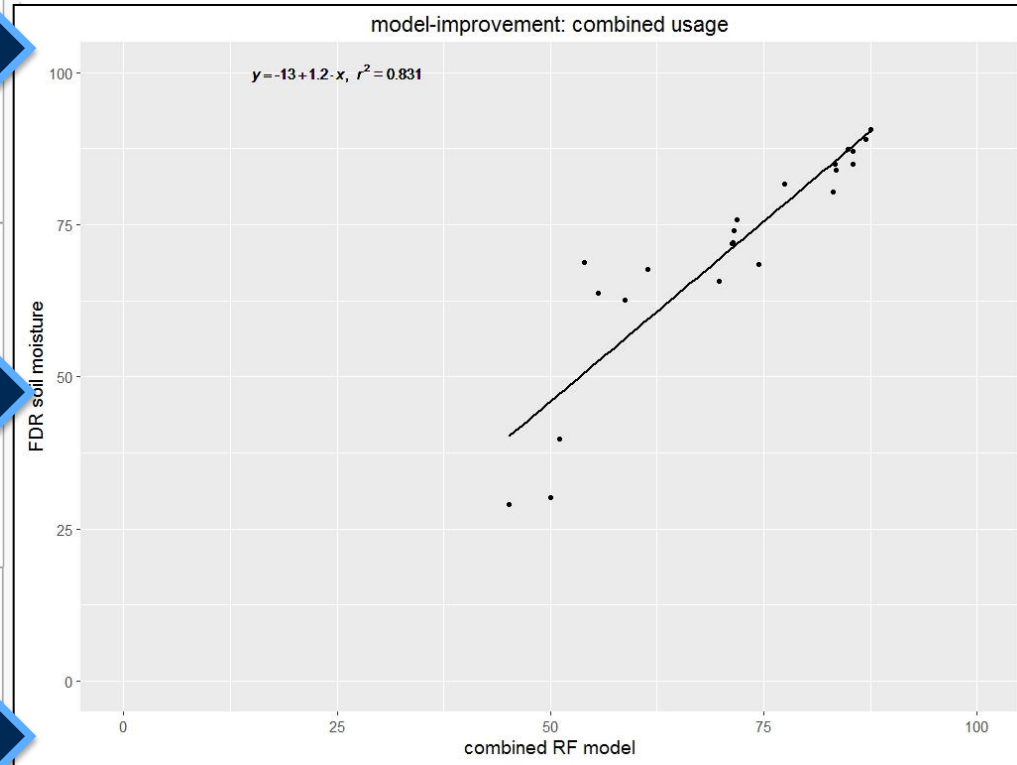
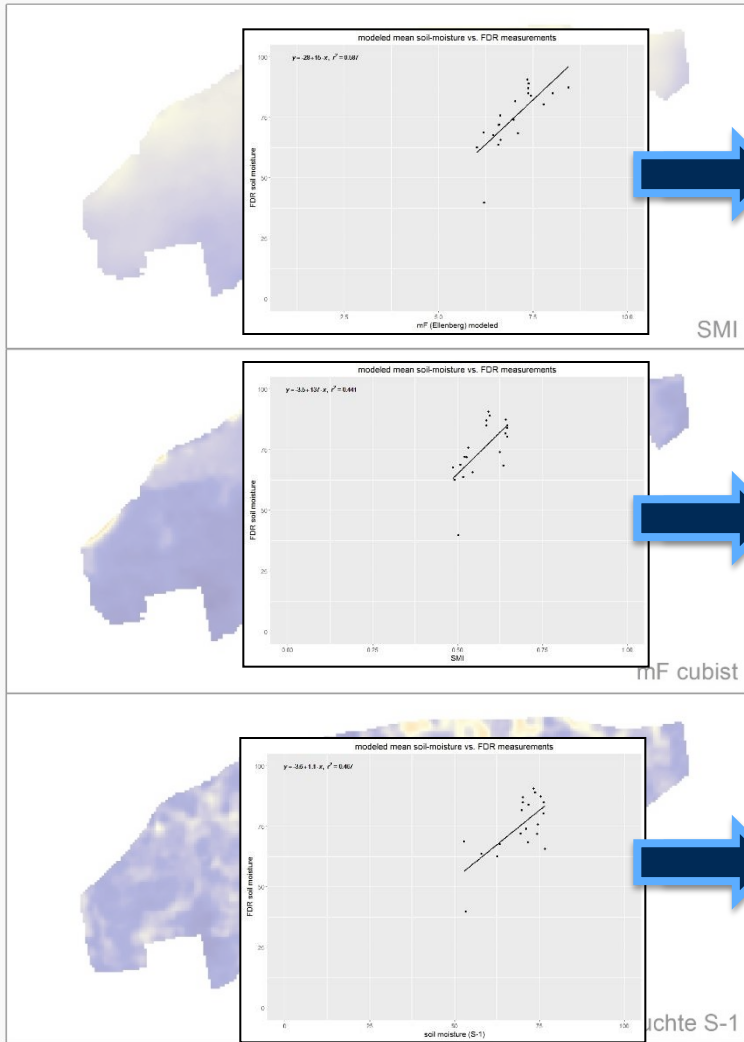
RMSE des ausgewählten Modells entspricht dem Median RMSE der 500 Durchläufe (bestes Modell)



Folie: Ann-Kathrin Holtgrave

# Modellkombination

Vergleich SMI (LS8) - mF cubist (LS8) - SM (S1) 2015



# Anwendungsbezug

- Renaturierungsmaßnahmen an Flussauen (Monitoring, Erfolgskontrolle)
- Auswahl von Gebieten mit Renaturierungsbedarf
- Analyse der Vegetations- und Feuchtedynamik im Zuge des Klimawandels
- Auenschutz, Moorschutz
- Biotopverbundplanung
- Schutzgebietsmanagement
- Habitatmodellierungen von Leit- und Zielarten
- Einhaltungskontrolle von Agrarumweltmaßnahmen
- Deutschlandweite Erfassung von nassen Mooren

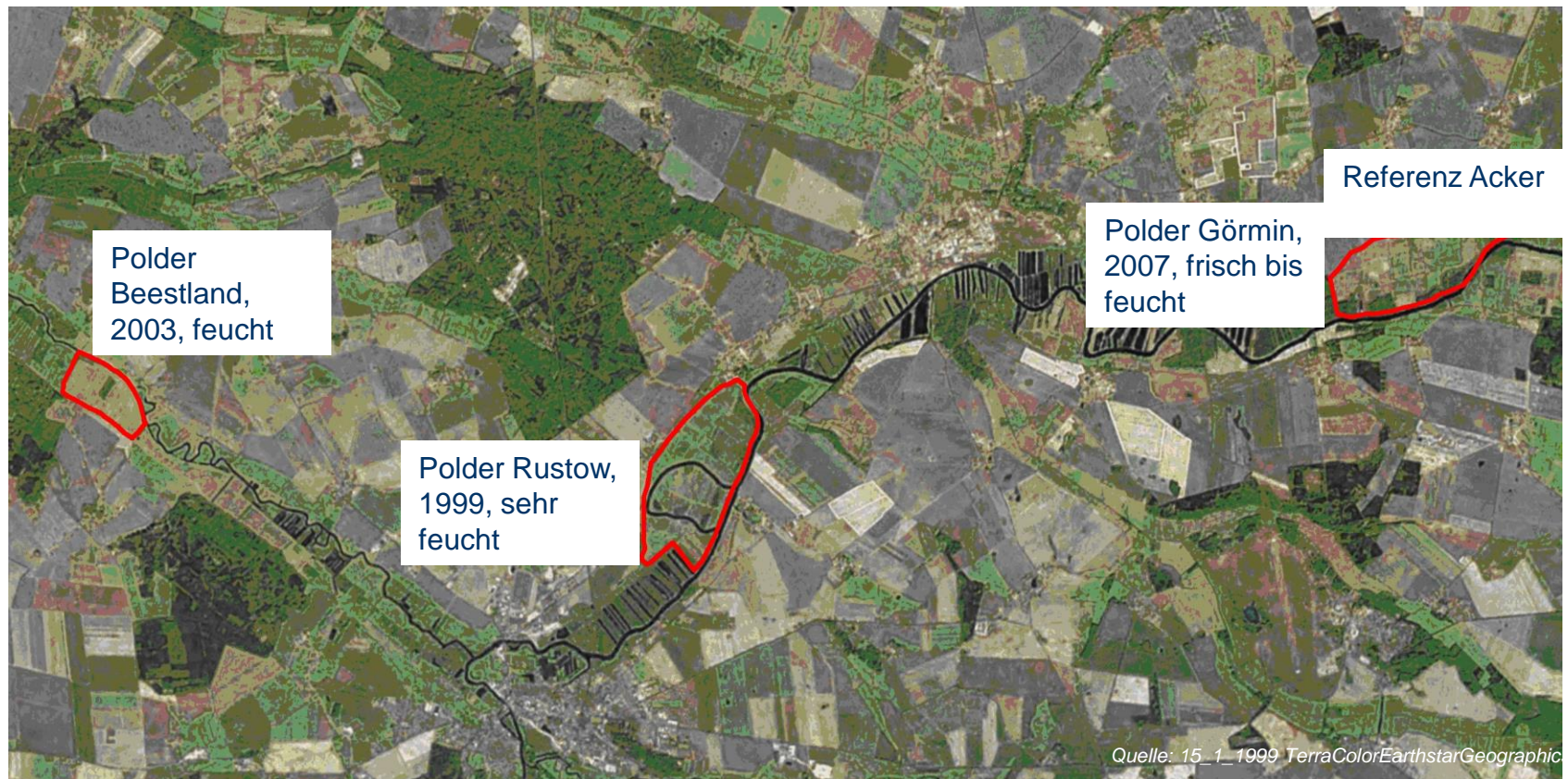


# Anwendungsbezug

- **Renaturierungsmaßnahmen an Flussauen (Monitoring, Erfolgskontrolle)**
- Auswahl von Gebieten mit Renaturierungsbedarf
- Analyse der Vegetations- und Feuchtedynamik im Zuge des Klimawandels
- Auenschutz, Moorschutz
- Biotopverbundplanung
- Schutzgebietsmanagement
- Habitatmodellierungen von Leit- und Zielarten
- Einhaltungskontrolle von Agrarumweltmaßnahmen
- Deutschlandweite Erfassung von nassen Mooren

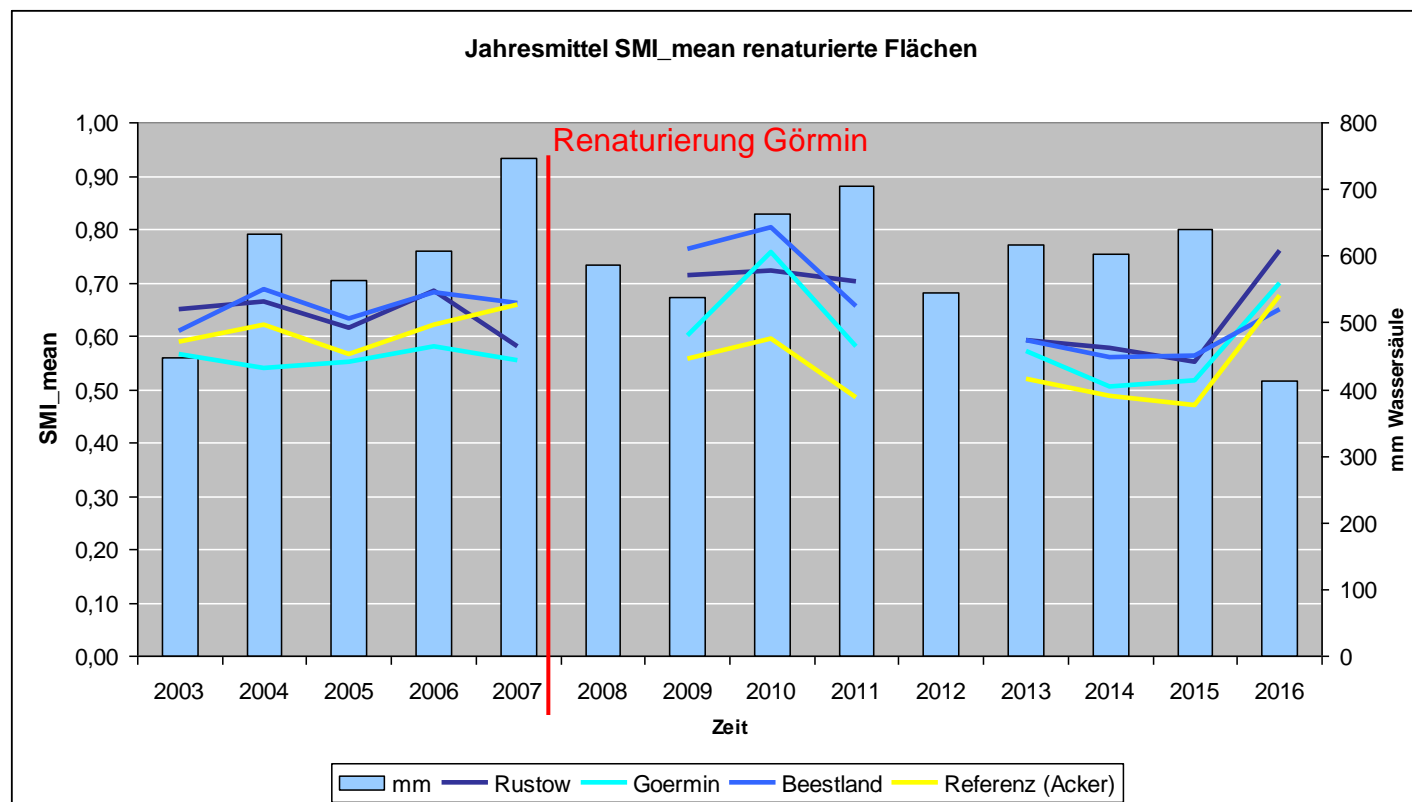
# Anwendungsbezug

SMI Zeitreihe von 2003 bis 2016 (Landsat 4, 5 und 8) für drei renaturierte Polder an der Peene



# Anwendungsbezug

SMI Zeitreihe von 2003 bis 2016 (Landsat 4, 5 und 8) für drei renaturierte Polder an der Peene (75 Einzelberechnungen) sowie eine angrenzende Ackerfläche



# Fazit

- Operationelle Nutzung von Sentinel- u. Landsat-Datenreihen möglich
- Verschiedene Auswertungsszenarien und Anwendungsbereiche wurden im Rahmen von InBoMo untersucht
- **In-Situ Messnetz und Zugang zu Messdaten extrem beschränkt**
- **Datenzugang zu Sentinel und Pre-Processing der Daten aufwendig und zeitraubend**
- Hoffnung, dass Plattformen wie CODE-DE oder DIAS ([Copernicus Data and Information Access Service](#)) die Arbeit erleichtern werden

# Danke an:

Kristin Batsch, Christopher Conrad, Lucas Jost, Eric Schulz, Britta Neumann, Miguel Sanz Alcántara, Bianca Lieske, Julia Obentheuer, Felix Greifeneder, Claudia Notarnicola

Gefördert durch die Raumfahrt-Agentur des DLR e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (FK: 50EE1341 und 50EE1342) - Förderschwerpunkt: „Vorbereitung der wissenschaftlichen und kommerziellen Nutzung der Sentinel-Missionen und nationalen Missionen“.

Wir danken dem DLR für die Bereitstellung von Daten aus dem RapidEye Science Archive (Fördernummern: 307 und 317)



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

# Triangle method – Funktionsweise

- *universal triangle method* [1,2,3,4]
- Grundidee:  
Oberflächentemperatur direkt von der Bodenfeuchte abhängig
- Synergistischer Ansatz
- Grenzbedingungen können direkt abgelesen & fixiert werden

