

# Integrative Nutzung von RapidEye und TerraSAR-X durch Datenassimilation in landwirtschaftliche Produktionsmodelle

## Erste Ergebnisse des RapidSAR-Projektes 2010

**Toni Frank & Dr. Tobias Hank**

Arbeitsgruppe Prof. Mauser

Lehrstuhl für Geographie und Fernerkundung

Department für Geographie

Fakultät für Geowissenschaften

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT München

**Malin Friese & Dr. Heike Bach**

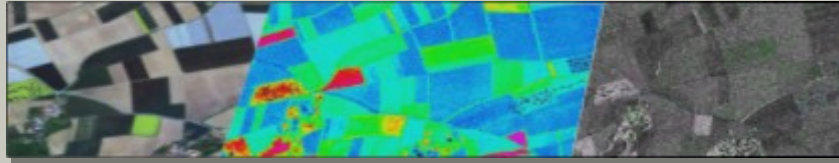
VISTA - Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH München

[www.vista-geo.de](http://www.vista-geo.de)



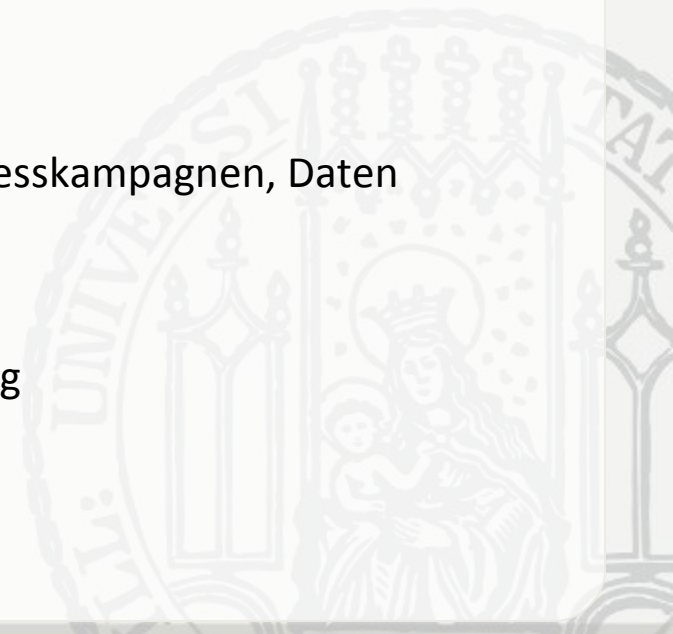
LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

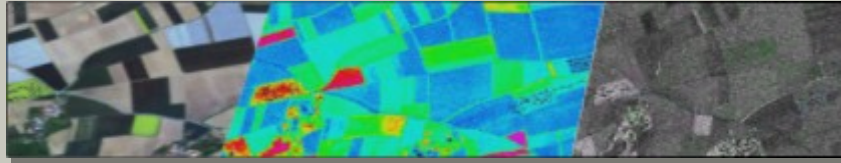




## Inhalt:

- Einleitung: Projektbeschreibung und Ziele
- Assimilationsplattform
  - Landoberflächenprozessmodell: PROMET
  - Strahlungstransfermodell zur Ableitung von Bestandesparametern: SLC
  - Schema der integrativen Nutzung
- Kampagne 2010
  - Ground-Truth-Kampagne: Untersuchungsgebiete, Messkampagnen, Daten
  - Fernerkundungsdatenakquise
- Erste Ergebnisse
  - Erste Berechnung für Winterweizen, Testsite Neusling

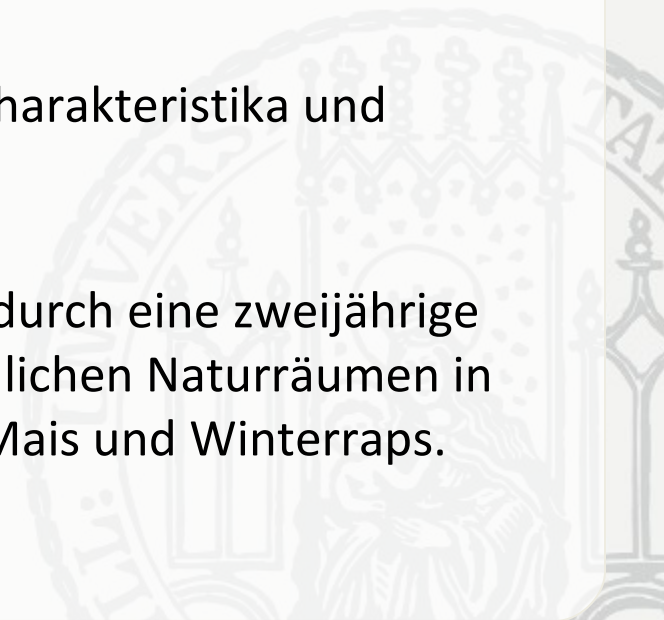


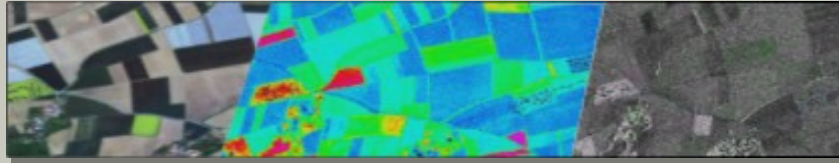


## RapidSAR

### Ziele und Projektbeschreibung

- Entwicklung und Erweiterung von Methoden zur integrativen Nutzung von optischen und Mikrowellen-Fernerkundungsdaten durch Datenassimilation in landwirtschaftliche Produktionsmodelle.
- Parametrisierung von pflanzenphysiologischen Charakteristika und Reflexionsverhalten von Winterraps.
- Validierung der integrativen Modellschnittstelle durch eine zweijährige RapidSAR-Geländekampagne in zwei unterschiedlichen Naturräumen in Deutschland für die Fruchtarten Winterweizen, Mais und Winterraps.



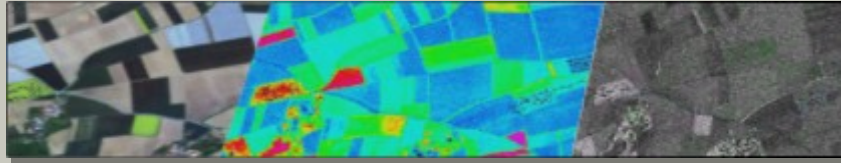


## PROMET (Mauser & Bach, 2009)

### Landwirtschaftliches Produktionsmodell

- Physikalisch basiertes Modell zur Berechnung der Energie- und Wasserbilanz an der Landoberfläche
- Alle wichtigen Prozesse als Teilmodelle berücksichtigt (z.B. Biologisches Teilmodell (Hank 2008))
- Weltweit anwendbar auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen
- FORTRAN77 + 90 → hohe Performance
- Inputdaten:
  - Räumlich verteilte Eingabedaten: Rasterlayer aus GIS
  - Landnutzungs- und bodenartspezifische Parameter
  - Treibervariablen: Meteodaten von Wetterstationen
- Modellierung auf Proxel (Process Pixel)-Basis

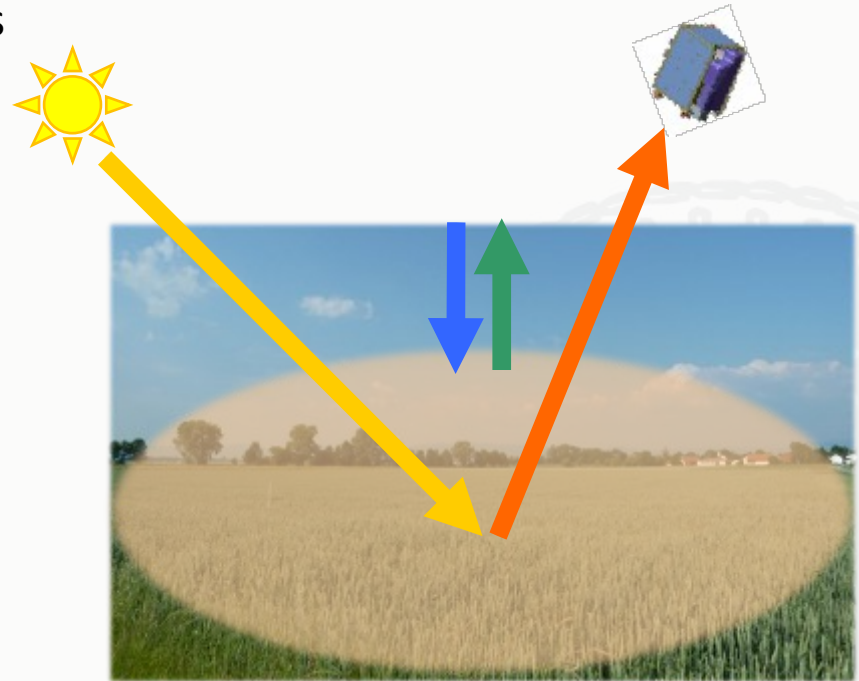


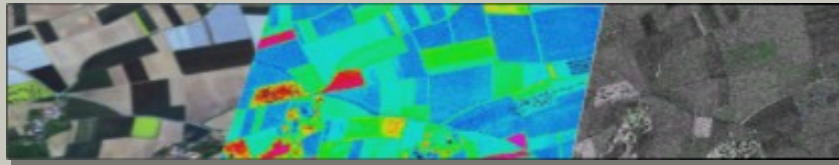


## SLC (Verhoef & Bach, 2003 und 2007)

Invertierung von Bestandesreflexion und Strahlungstransfermodellen zur Ableitung biophysikalischer Variablen

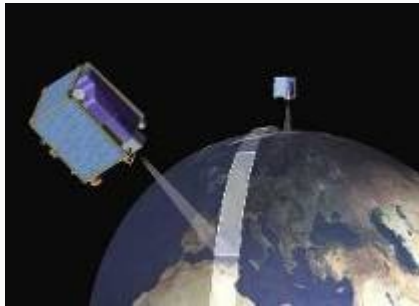
- Modellierung des Strahlungstransfers in Bestand (Soil-Leaf-Canopy) und Atmosphäre
- Simulation des hyperspektralen Reflexionsverhaltens der Vegetationsoberfläche (TOC: Top-of-canopy) unter Berücksichtigung der Sensor-Target-Geometrie
- Modellinvertierung: Ableitung von Bestandesvariablen (z.B. LAI) aus optischen Fernerkundungsdaten durch iterative Annäherung zwischen Simulation und Messung





## RapidEye

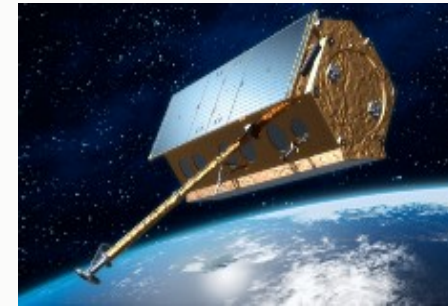
Optische Fernerkundung mit RapidEye



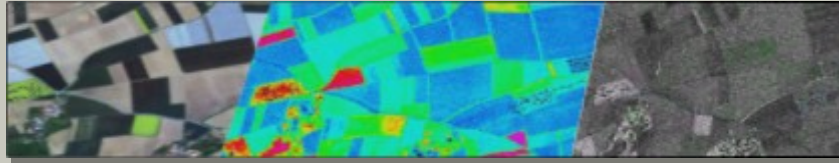
- Hohe räumliche Auflösung
- Hohe zeitliche Auflösung
- Großes Gebiet abgedeckt
- Geeignet um landwirtschaftlich relevante Variablen abzuleiten:
  - Versorgungszustand
  - Gesundheitszustand
  - Vitalität

## TerraSAR-X

Aktive Radar-Fernerkundung mit TerraSAR-X

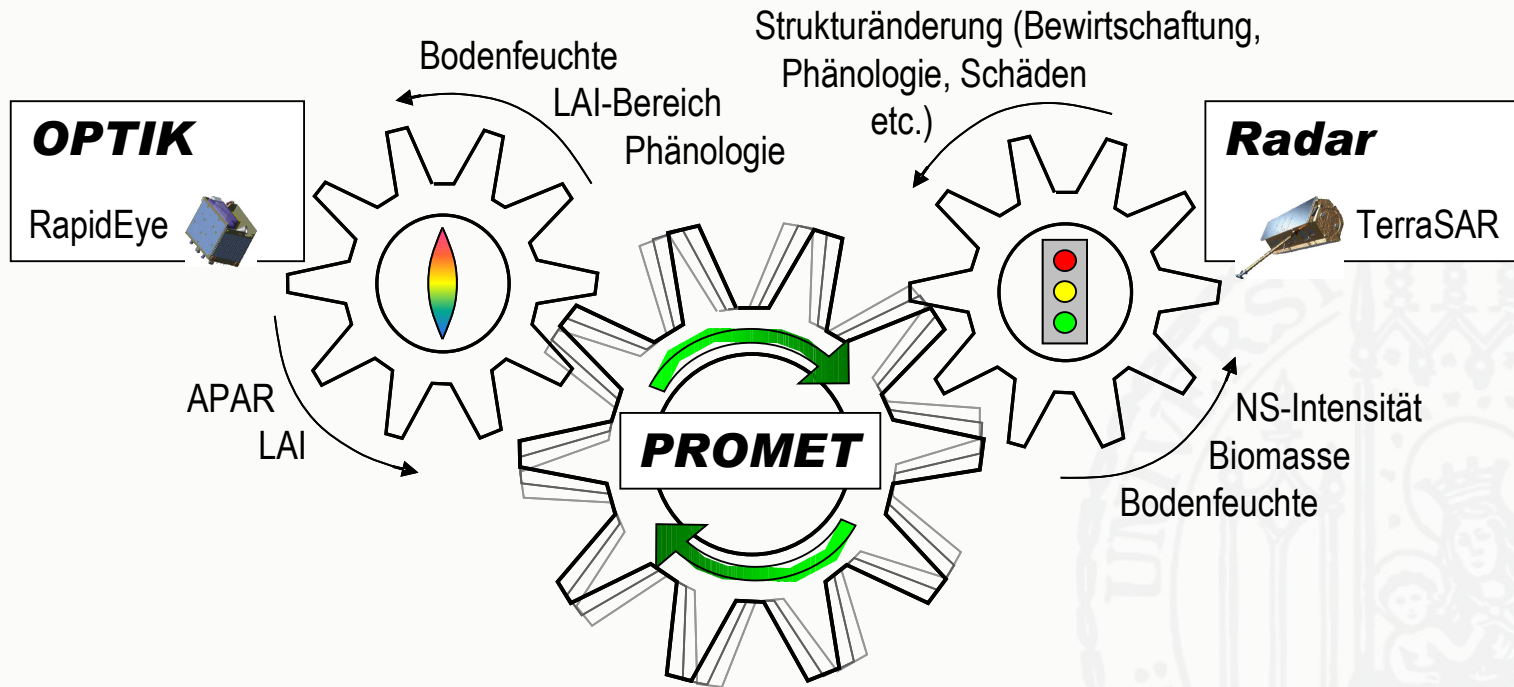


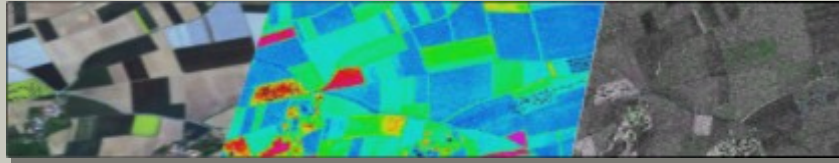
- Hohe räumliche Auflösung
- Hohe zeitliche Auflösung
- Change Detection
- Geeignet um Änderungen der Bestandesstruktur abzuleiten:
  - Bewirtschaftung
  - Phänologie
  - Schäden



## RapidSAR:

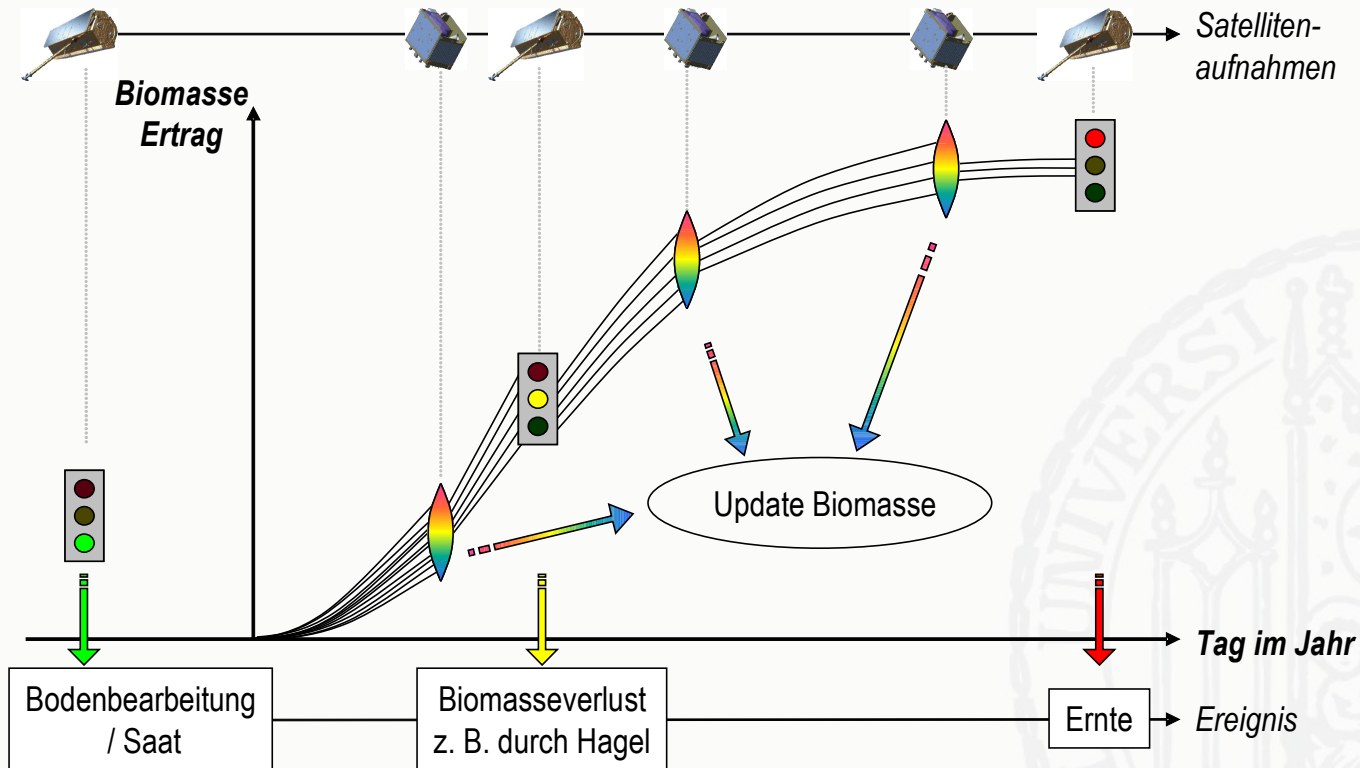
Verzahnung von optischen (RapidEye) und SAR (TerraSAR-X) Daten in der Datenassimilation;  
Jeder Sensor liefert unterschiedliche Eingangsgrößen für PROMET.



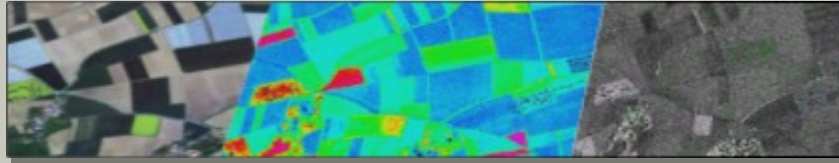


## RapidSAR:

Zeitliches Konzept der Assimilation von RapidEye und TerraSAR-X Daten in PROMET

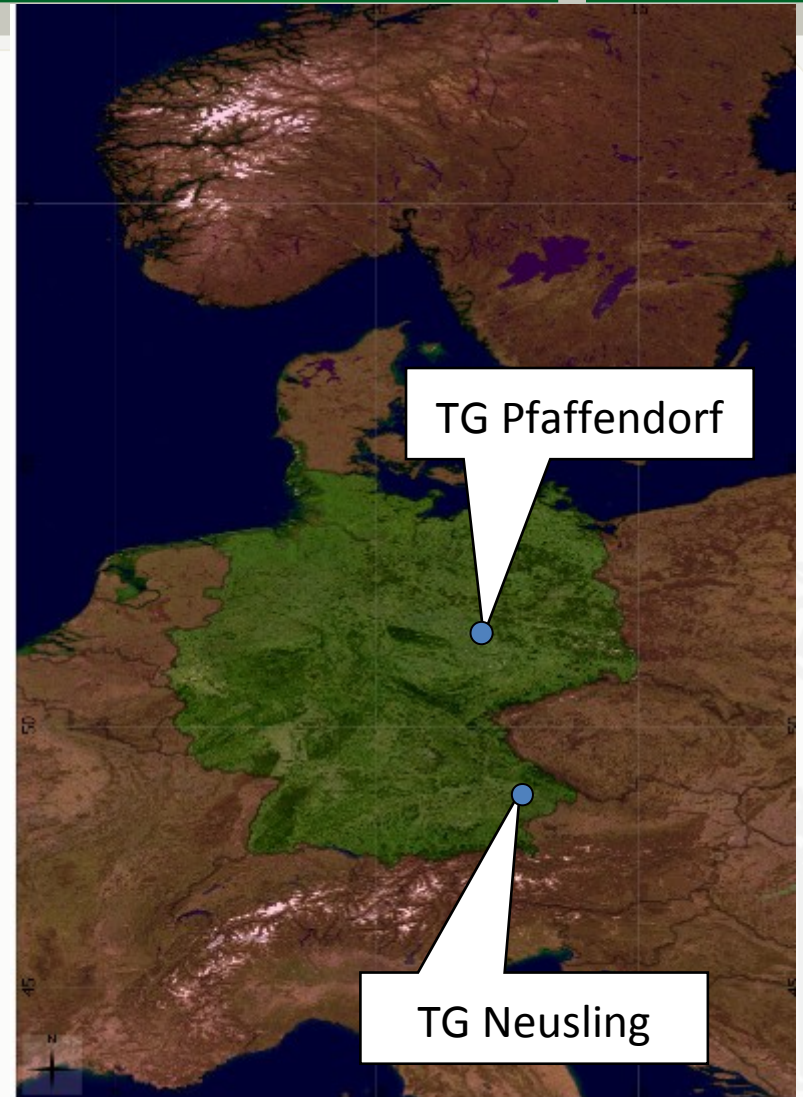




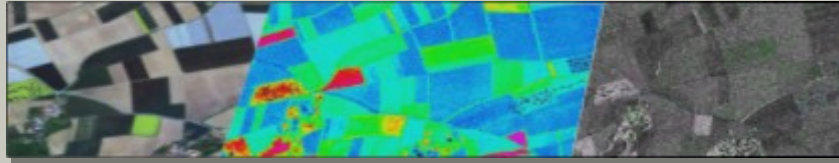


## RapidSAR-Kampagne 2010:

- Geländekampagnen in zwei unterschiedlichen Naturräumen in Deutschland
  - Neusling (Niederbayern)
  - Pfaffendorf (Sachsen-Anhalt)
- Drei unterschiedliche Feldfrüchte
  - **Winterraps**  
(Neusling: 13 Messpunkte (MP); Pfaffendorf: 5 MP)
  - **Winterweizen**  
(Neusling: 12 MP; Pfaffendorf: 12 MP)
  - **Mais**  
(Neusling 10 MP; Pfaffendorf 10 MP)
- Wöchentliche bis zweiwöchentliche Messungen der Bestandesvariablen



Lage der Testgebiete innerhalb Deutschlands. (Basiskarte: BlueMarble, NASA)



## RapidSAR-Geländekampagne 2010:



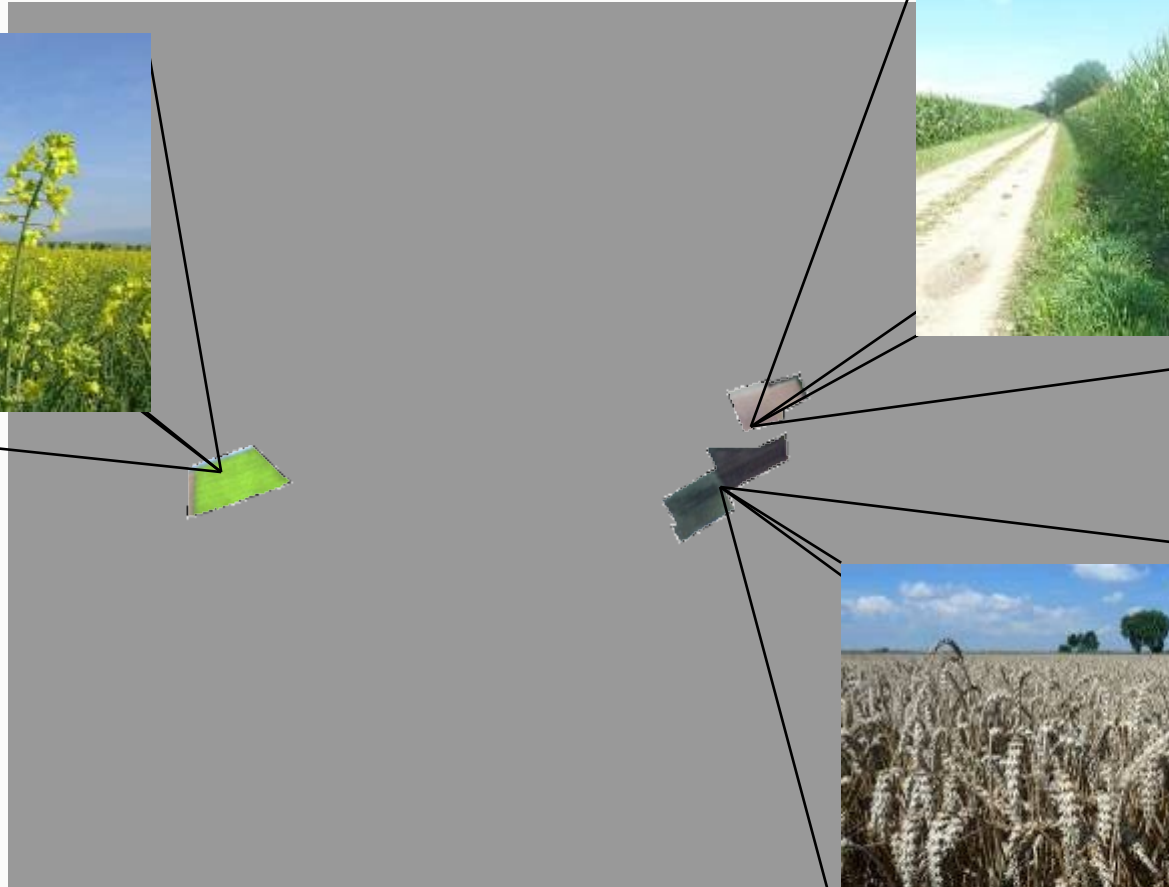
Winterraps



Mais

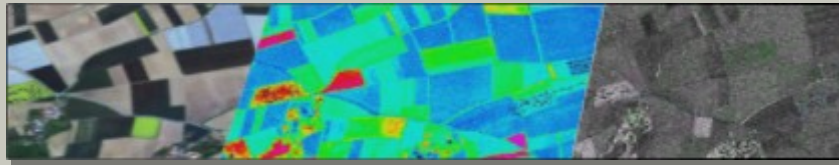


Winterweizen



WGS 84 / UTM Zone 33 Koordinaten  
oben links: 341000 | 5397000  
Unten rechts: 345000 | 5394000





## Geländekampagne:

Gemessene Bestandes-Variablen

### Nicht-destruktive Messungen



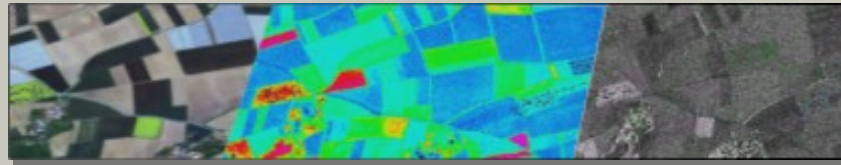
**Blattfläche**  
(LICOR LAI-2000)



**Relativer Chlorophyllgehalt**  
(SPAD 502plus)

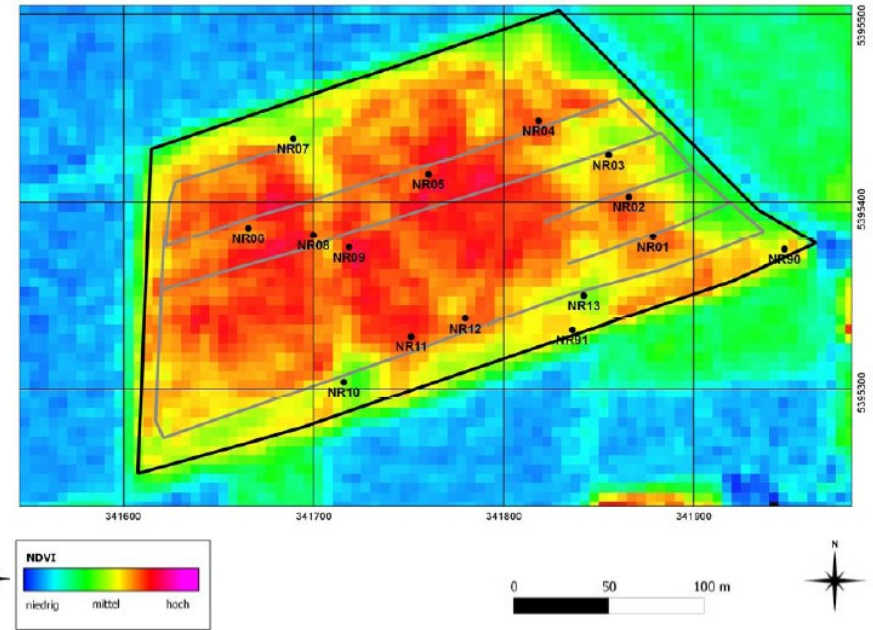
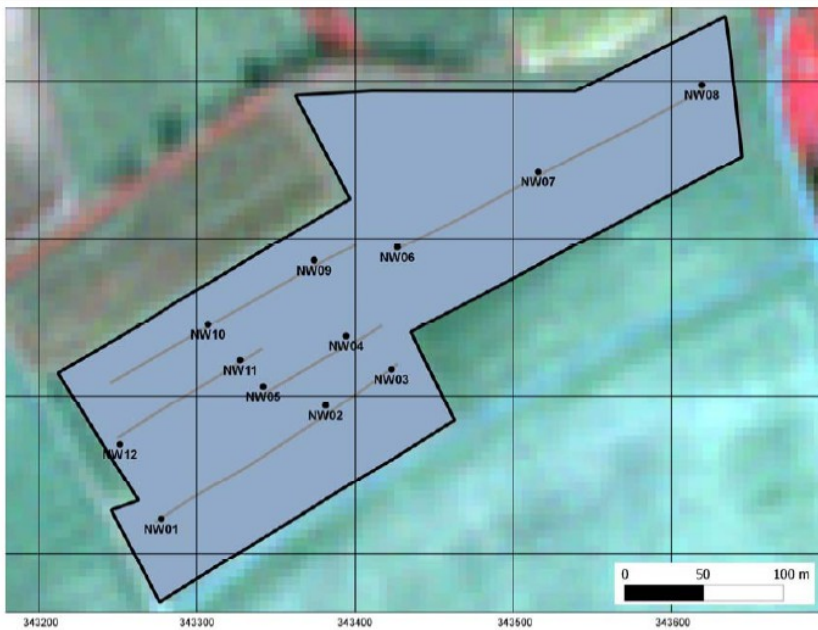


- Bonitur
- Phänologie (BBCH-Code)
- Bestandeshöhe

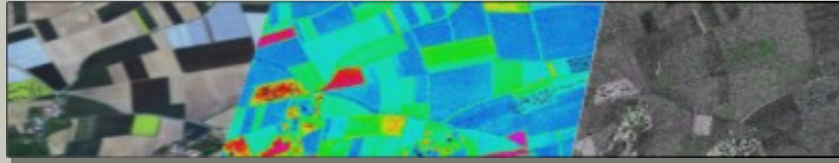


## Geländekampagne Neusling: Verteilung der Messpunkte im Feld

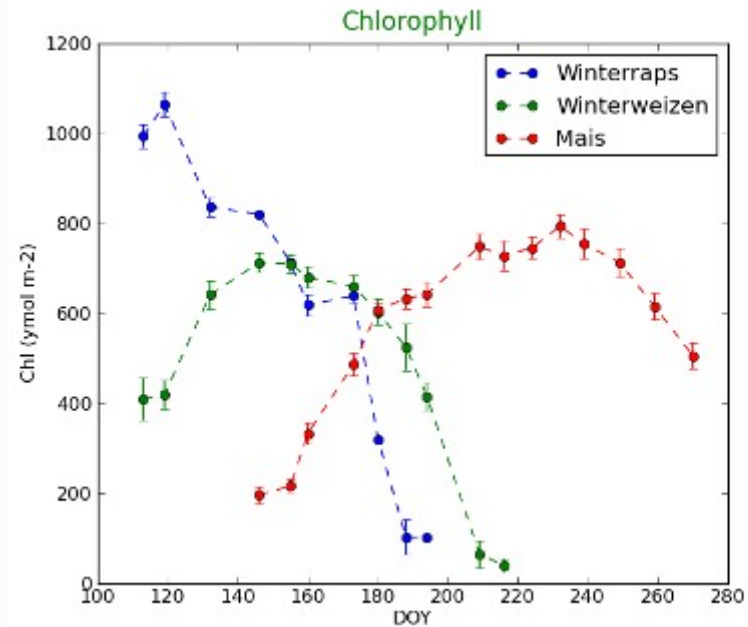
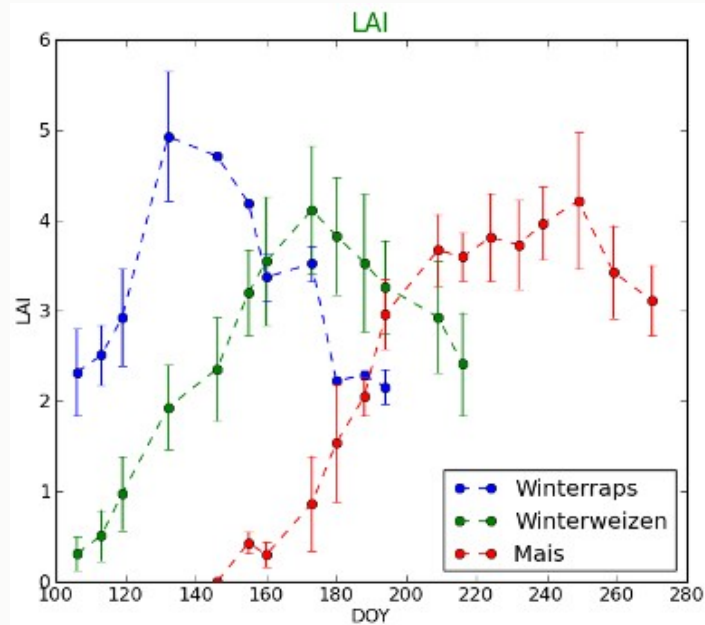
Die Bereitstellung der den hier vorgestellten Ergebnissen zugrundeliegenden RapidEye Daten wurde im Auftrag des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie sichergestellt.



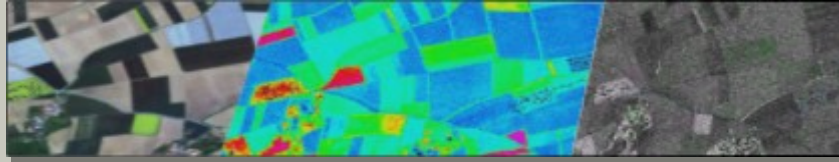
Verteilung der Messpunkte innerhalb des Raps-Testfeldes im Gebiet Niederbayern/Neusling auf Basis einer NDVI-Karte, die die relative Verteilung der Wachstumsintensität wiedergibt, inklusive der per GPS identifizierten Fahrspuren, die einen minimalinvasiven Zugang zu den Messpunkten erlauben. Basis: RapidEye-Szene 26.3.2010.



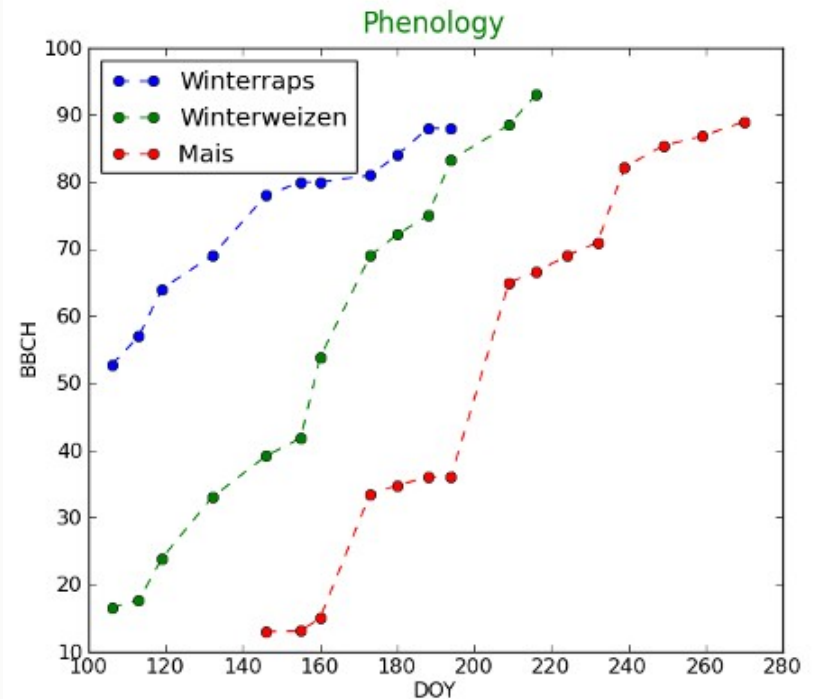
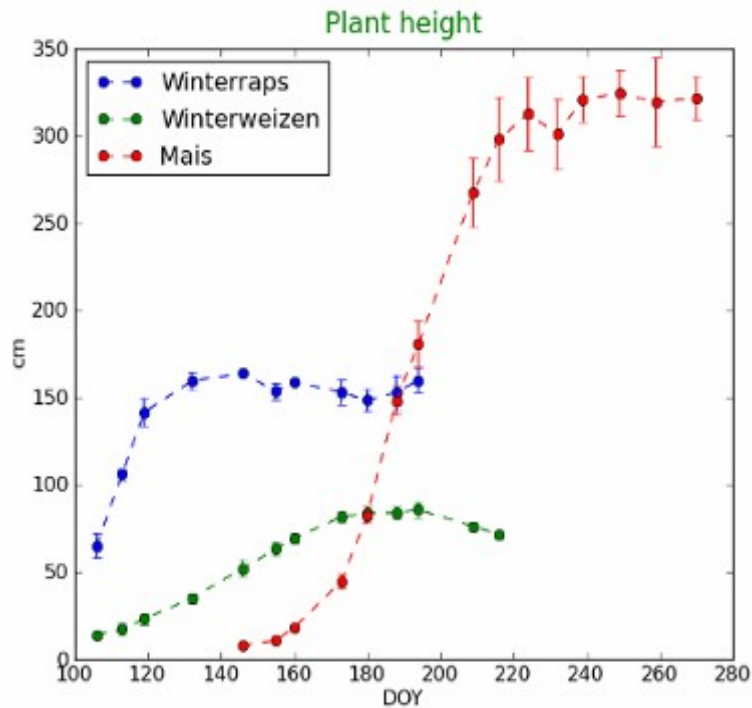
## Geländekampagne Neusling 2010: Entwicklung der Bestandes-Variablen LAI und Chlorophyll



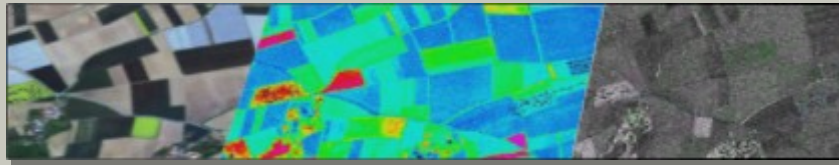
Entwicklung des Blattflächenindex (links) und des Blattchlorophyllgehaltes (rechts) der drei Testfelder im Gebiet Niederbayern/Neusling während der Vegetationsperiode 2010 (DOY100 = 10. April 2010 bis DOY 280 = 19. Juli 2010).



## Geländekampagne Neusling 2010: Entwicklung der Bestandes-Variablen Wuchshöhe und Phänologie

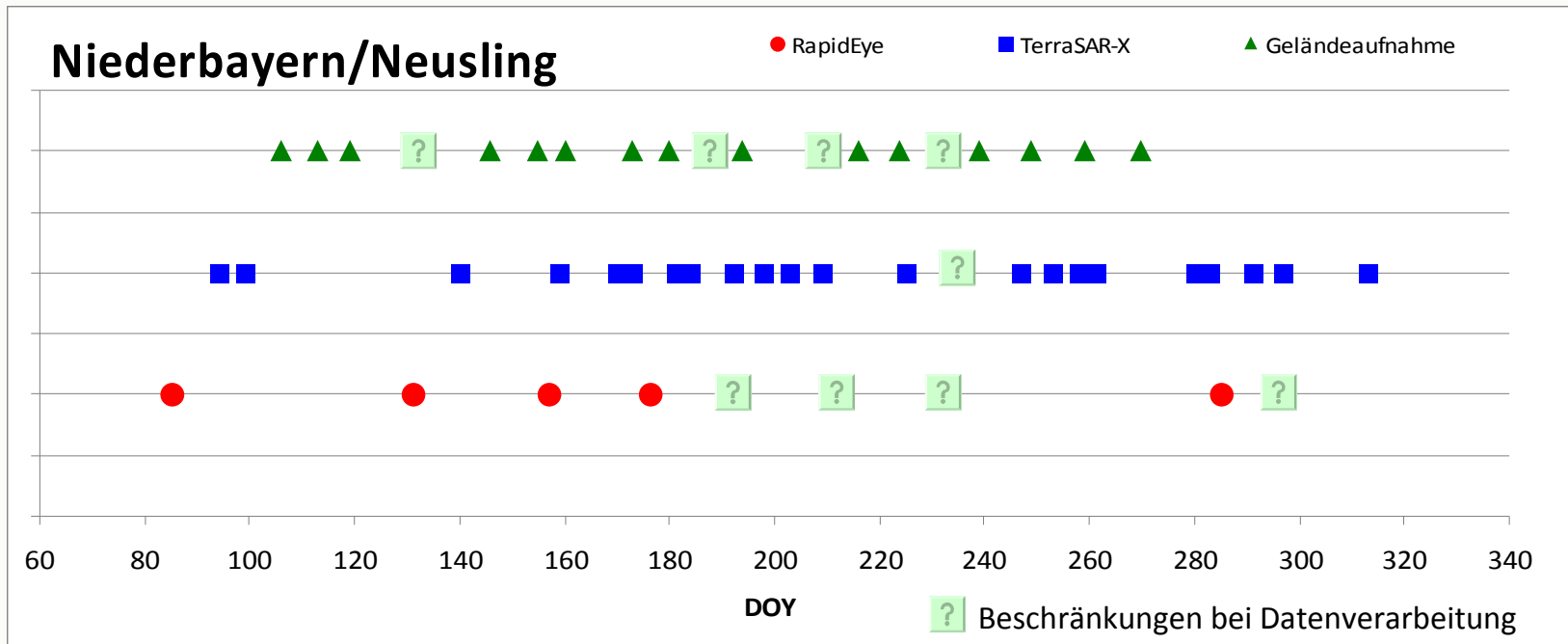


Entwicklung der Bestandeshöhe (links) und der Bestandesphänologie (rechts) der drei Testfelder im Gebiet Niederbayern/Neusling während der Vegetationsperiode 2010 (DOY100 = 10. April 2010 bis DOY 280 = 7. Okt. 2010).

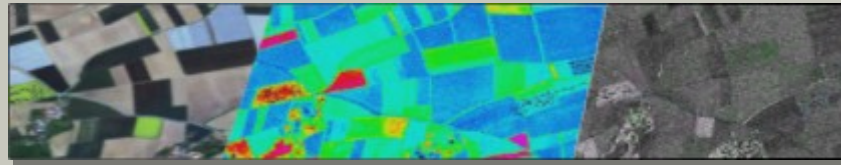


# Daten-Übersicht

RapidEye, TerraSAR-X, Geländekampagne

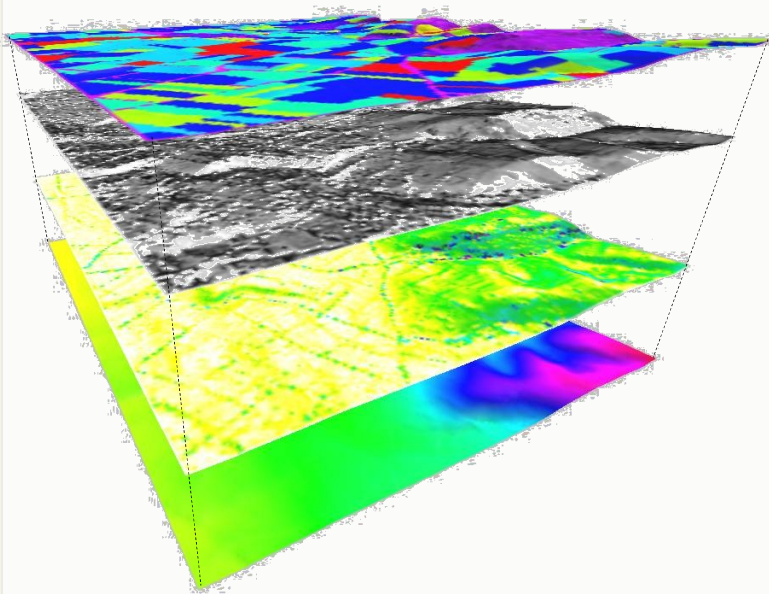


Ein Ziel der Untersuchungen ist, herauszufinden, was die notwendige zeitliche Überdeckung ist. Ausgehend von der dargestellten optimalen zeitlichen Verfügbarkeit, werden die Daten sukzessiv ausgedünnt und die Auswirkungen auf das Ergebnis analysiert.



## PROMET Modellierung

Inputparameter Untersuchungsgebiet Neusling



Rasterdaten von oben nach unten: Landnutzung, Exposition, Neigung, Geländehöhe.  
(Digitales Geländemodell (DGM) © Bayerische Vermessungsverwaltung 20 10)

- **Räumlich verteilte Inputdaten:**

- Geländehöhe
- Exposition
- Neigung
- Landnutzung
- Bodenart
- Feldmasken
- Bodentemperatur

- **Parameter**

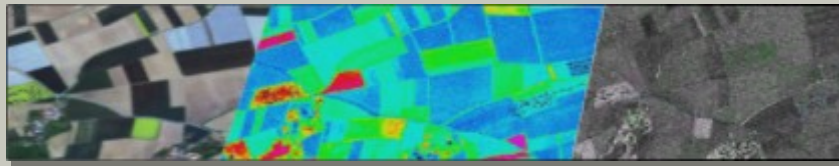
- Parameterfiles z.B. für Vegetation „Mais“ oder Bodenart „Lehm“

- **Meteodaten**

- (Niederschlag, Lufttemperatur, Bodentemperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung)



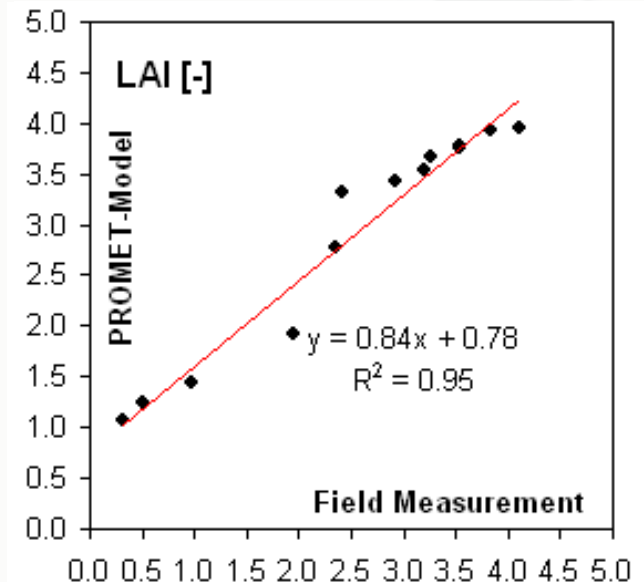
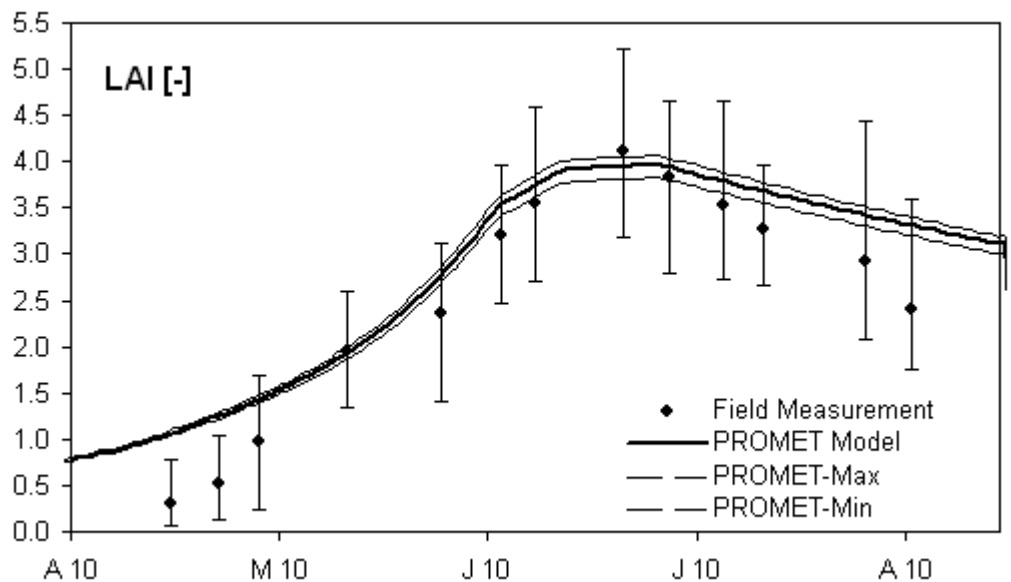


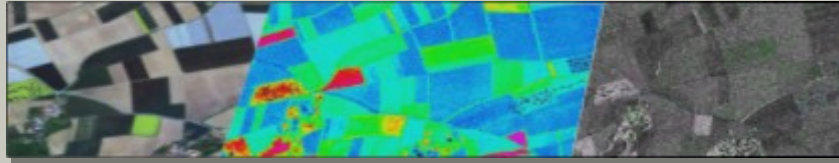


## Erste Ergebnisse

Modellierung der Bestandesvariablen mit PROMET ohne FE

- Modellierung des Wachstums, der Biomasseentwicklung und des Ernteertrags
- Zeitlicher Verlauf der Bestandesentwicklung kann gut modelliert werden (z.B. LAI)
- Räumlich jedoch wenig Heterogenitäten innerhalb eines Schlages
- Erfassung von Schäden und Strukturänderungen nicht möglich

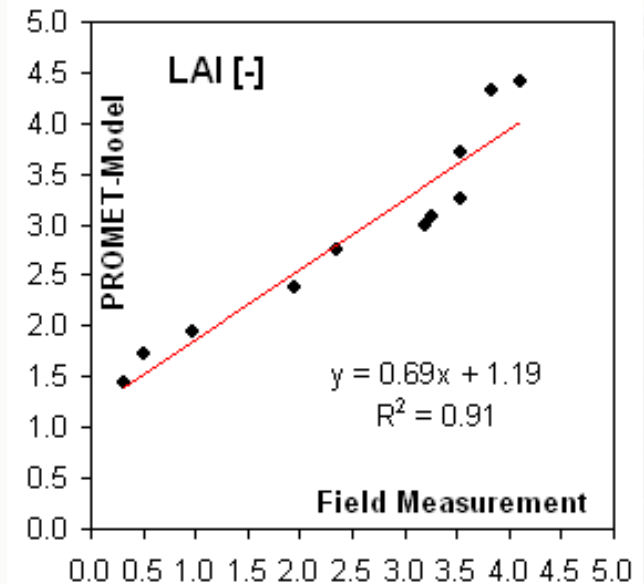
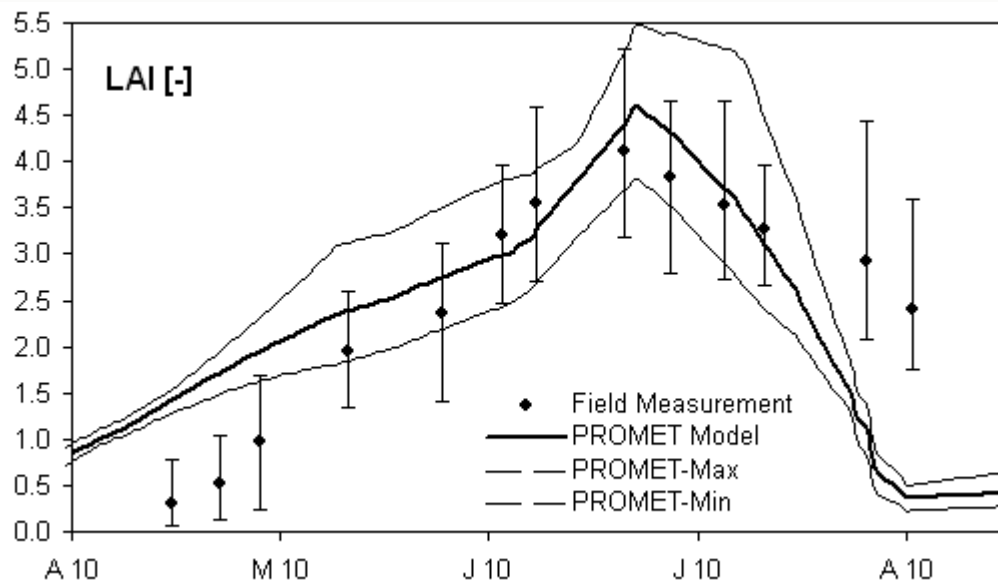


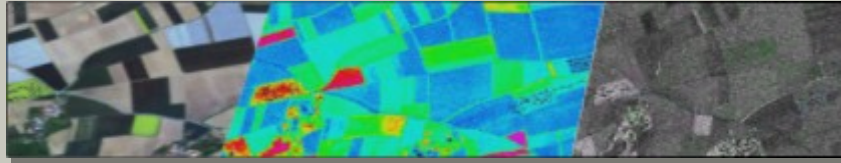


## Erste Ergebnisse

Modellierung der Bestandesvariablen mit PROMET mit FE

- Ableitung des LAI mit Hilfe eines invertierten Bestandesreflexionsmodells (SLC) und optischen Fernerkundungsdaten
- LAI-Heterogenität wird besser erfasst → Update von PROMET mit teilflächenspezifischen Unterschieden in Versorgungszustand, Gesundheitszustand und Vitalität



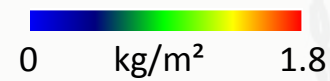


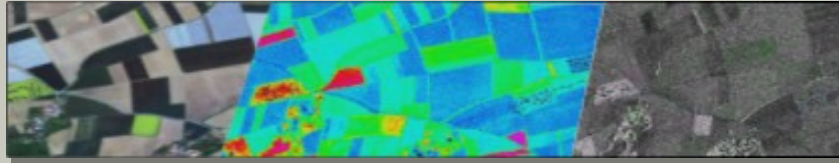
## Animation:

Trockene Biomasse ohne FE



Trockene Biomasse mit FE

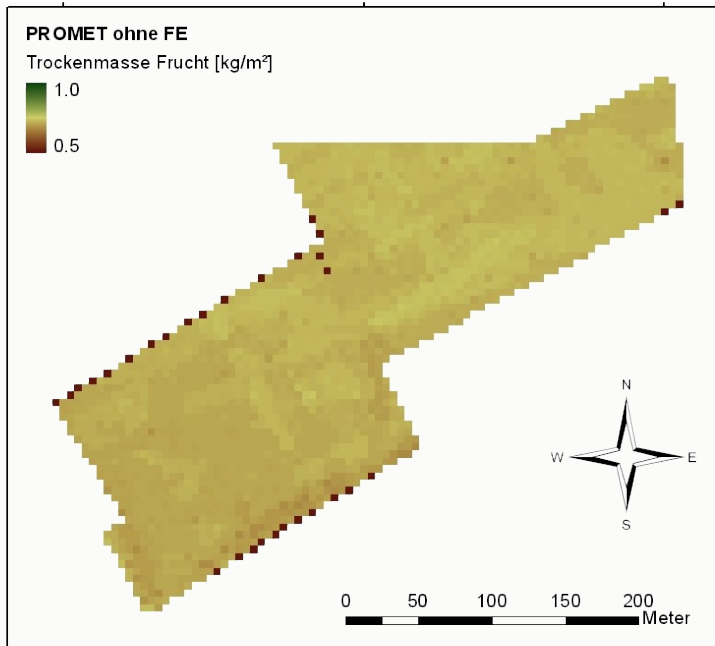




## Erste Ergebnisse

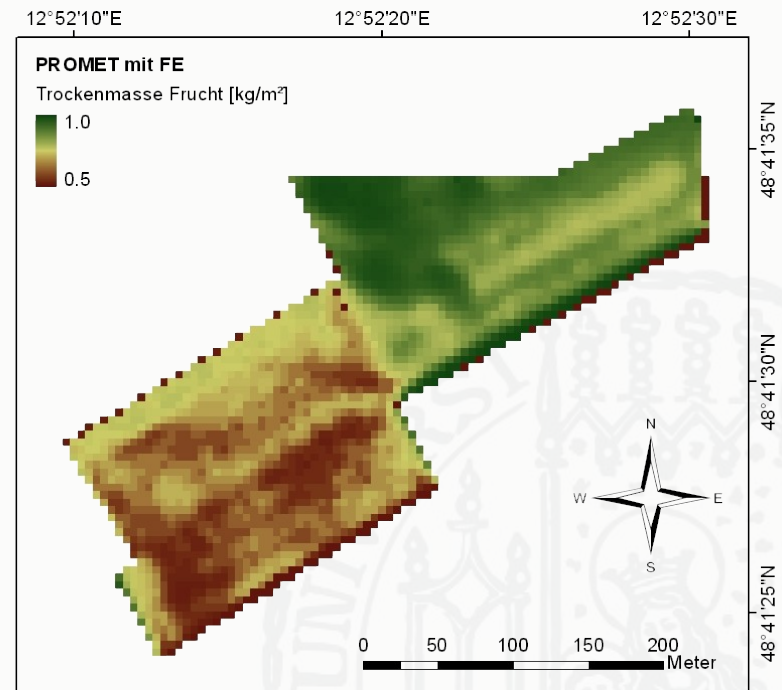
Beispiel: Modellierung der trockenen Fruchtmasse zur Ernte von Winterweizen mit PROMET

Kornertrag ohne Fernerkundung

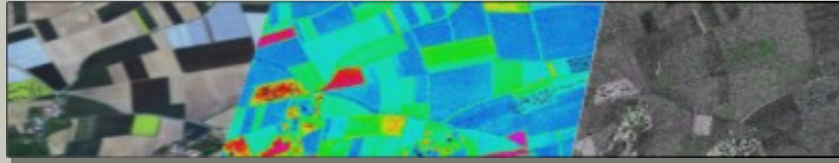


→ Wenig räumliche Heterogenitäten erkennbar, geringe Variabilität

Kornertrag mit Fernerkundung

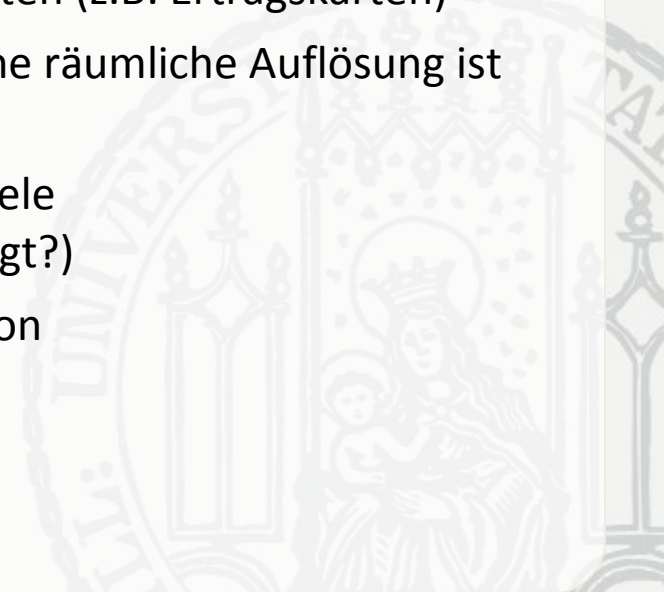


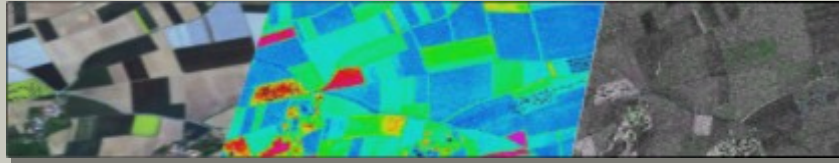
→ hohe räumlich differenzierte Variabilität! Unterschiede der Bewirtschaftung der beiden Felder erkennbar.



## Ausblick:

- Validierung der Parametrisierung des Wachstumsmodells für die Fruchtart Raps
- Anwendung des gekoppelten Verfahrens zusätzlich auf die Fruchtarten Mais und Raps
- Vergleichende Anwendung des gekoppelten Verfahrens in beiden Testgebieten
- Validierung des Verfahrens im Vergleich mit In-Situ-Daten (z.B. Ertragskarten)
- Untersuchung von Skaleneffekten (5m vs. 20m). Welche räumliche Auflösung ist sinnvoll?
- Untersuchung von Effekten der Datenfrequenz (Wie viele Fernerkundungsaufnahmen werden tatsächlich benötigt?)
- Integration der TerraSAR-X Bewirtschaftungsinformation
- Fortführung der Geländemessungen im Sommer 2011





Danksagung / Kooperationspartner

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Inst. f. Agrar- und Ernährungswiss., Martin Luther Universität Halle – Wittenberg:

**Prof. Dr. Peter Wagner, Dr. Thomas Chudy, Frau Sabrina Denell**

Betriebe:

**Herr Gerald Pöse (Hof Pfaffendorf), Herr Georg Eckl & Herr Anton Messerer (Hof Neusling)**

LMU München:

**Herr Florian Schlenz (SMOS-Projekt), Frau Saskia Reppin**

Bereitstellung der RapidEye Daten über das RapidEye Science Archive (RESA) des DLR Neustrelitz

Bereitstellung der TerraSAR-X Daten über das DLR Oberpfaffenhofen

Gefördert von der Raumfahrt-Agentur des DLR e.V. mit Mitteln des BMWi unter den Förderkennzeichen 50 EE 0920 und 50 EE 0922.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie



DLR

