

# Optimierung spektraler Indizes aus multisensoralen Satellitenbildzeitreihen für Landnutzungs-klassifikationen

Henning Gerstmann & Cornelia Gläßer

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FG Fernerkundung und Kartographie

[henning.gerstmann@geo.uni-halle.de](mailto:henning.gerstmann@geo.uni-halle.de)



# Inhalt

- Hintergrund
- Untersuchungsgebiet und Daten
- Methodisches Vorgehen: Indexoptimierung
- Ergebnisse
  - Zeitreihen optimierter Indizes
  - Sensorvergleich
- Anwendung / Ausblick: hierarchische Klassifikation



# Hintergrund

- Operationelle Landnutzungsklassifikation nötig für:
  - Agrarsubventionsvergabe / -kontrolle
  - Natur- und Bodenschutz
  - Monitoring
- Zunehmende Verfügbarkeit von FE-Daten ermöglicht verstärkt multitemporale Klassifikationsverfahren
- Indexbasierte Verfahren bilden phänologische Entwicklung ab



Optimierung:

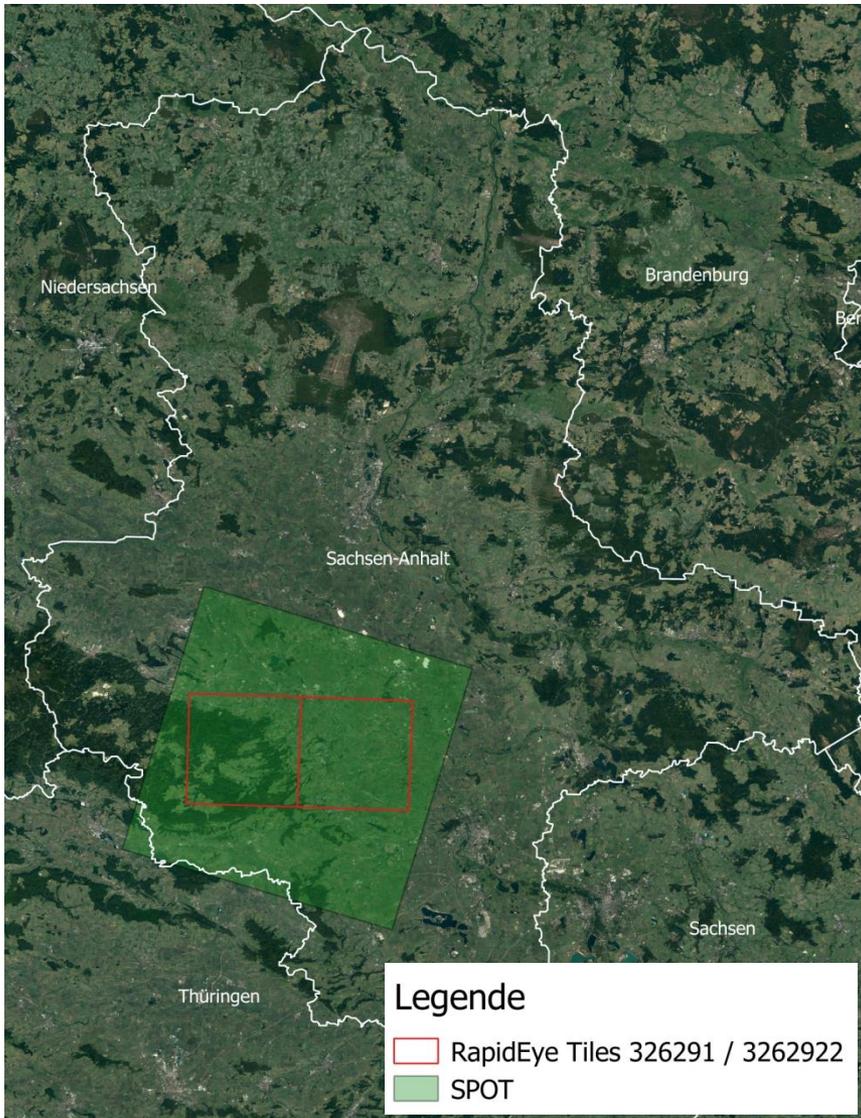
... Für Trennung spezieller Klassen

➡ Für Klassifikationen mit mehreren Zielklassen kann somit ein Set aus mehreren, klassenspezifischen Indizes erstellt werden

... hinsichtlich Aufnahmezeitpunkt, um phänologische Variation berücksichtigen zu können

➡ Möglichst hohe zeitliche Auflösung erforderlich

# Untersuchungsgebiet und Daten

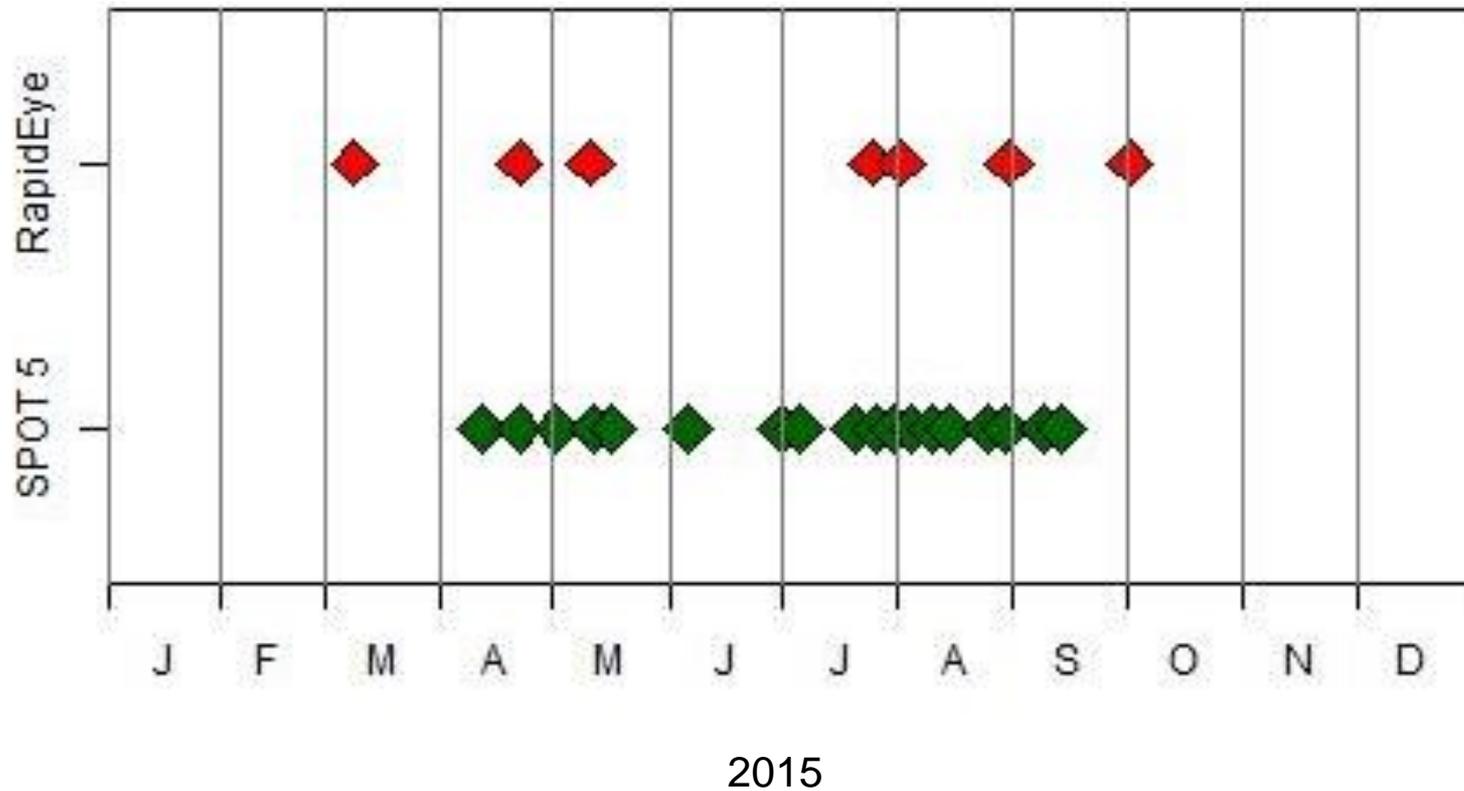


- RapidEye (Level 3a)
- Spot 5 (Level 2a)
- InVeKoS-Landnutzungsdaten für RapidEye-Kacheln

Kanal	RapidEye	Spot 5
Blau	440 – 510 nm	-
Grün	520 – 590 nm	500-590 nm
Rot	630 – 685 nm	610-680 nm
Red Edge	690 – 730 nm	-
NIR	760 – 850 nm	780-890 nm
SWIR1	-	1580-1750 nm

# Untersuchungsgebiet und Daten

- Zeitreihen unterschiedlicher Dichte mit Datenlücken
- Unterschiedliche Start- und Enddaten der Zeitreihe



# Methodisches Vorgehen

- Datenhomogenisierung
  - Zuschneiden der SPOT-Daten auf RE-Kacheln
  - Resampling der RE-Daten auf 10 m Auflösung
  - Wolkenmaskierung der SPOT-Daten
- Auswahl der Testflächen
  - 13 Klassen, je 13 – 15 Testfelder
  - Wolkenfreiheit in RapidEye-Aufnahme

Frucht	Anteil 2015 (%)
Winterweizen	40.1
Winterraps	17.4
Wintergerste	8.5
Grünland	7.0
Mais	6.8
Zuckerrüben	4.3
Hartweizen	1.4
Triticale	1.1
Sommergerste	0.3
Hafer	0.3
Winterroggen	0.3
Sommerweizen	0.2
Kartoffeln	0.1
<b>Summe</b>	<b>85.8</b>



# Methodisches Vorgehen

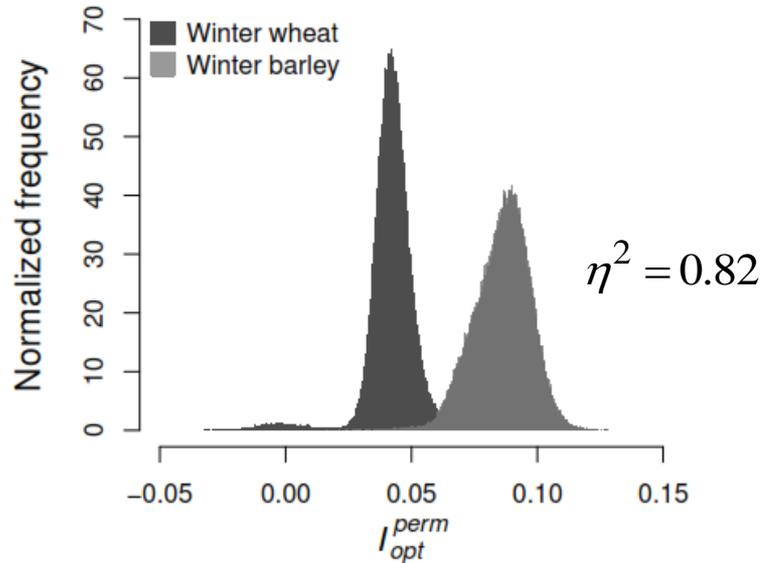
- Indexoptimierung
  - „systematisches Probieren“ einer großen Anzahl von spektralen Indizes- und einzelnen Bändern für die Unterscheidbarkeit zweier Klassen
  - $$I_{opt}^{perm} = \frac{B_1 - B_2}{B_1 + c_1 \times B_2 - c_2 \times B_3 + e}$$
  - Trennbarkeitsmaß  $\eta^2$  („Cohens Rule of Thumb“:  $\eta^2 > 0.26$  )

 Gerstmann, H; Möller, M & Gläßer, C (2016): Optimization of spectral indices and long-term separability analysis for classification of cereal crops using multi-spectral RapidEye Imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 52. pp 115 – 125.

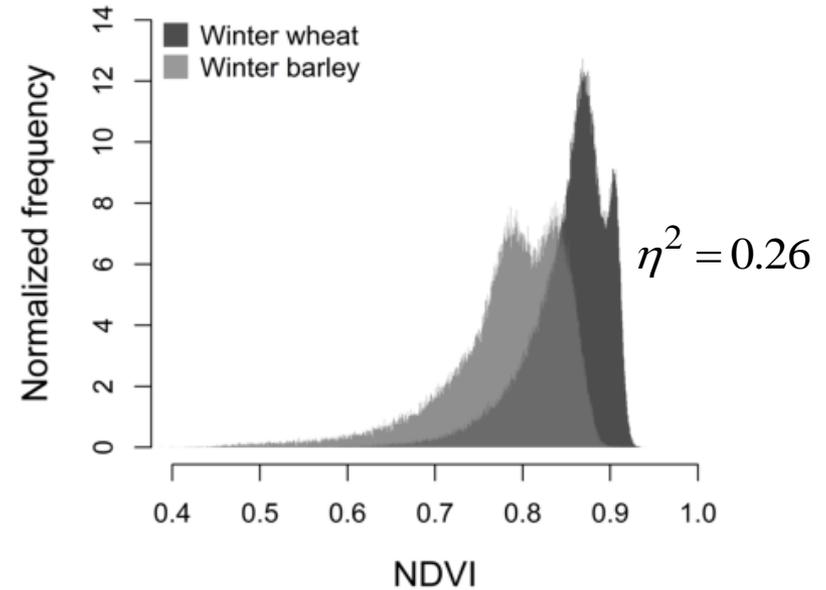


# Methodisches Vorgehen

- Bestimmung des Indexes der geringsten Histogrammüberlappung



$$I_{opt}^{perm} = \frac{RedEdge-B}{RedEdge+7.5 \times B - NIR+I}$$

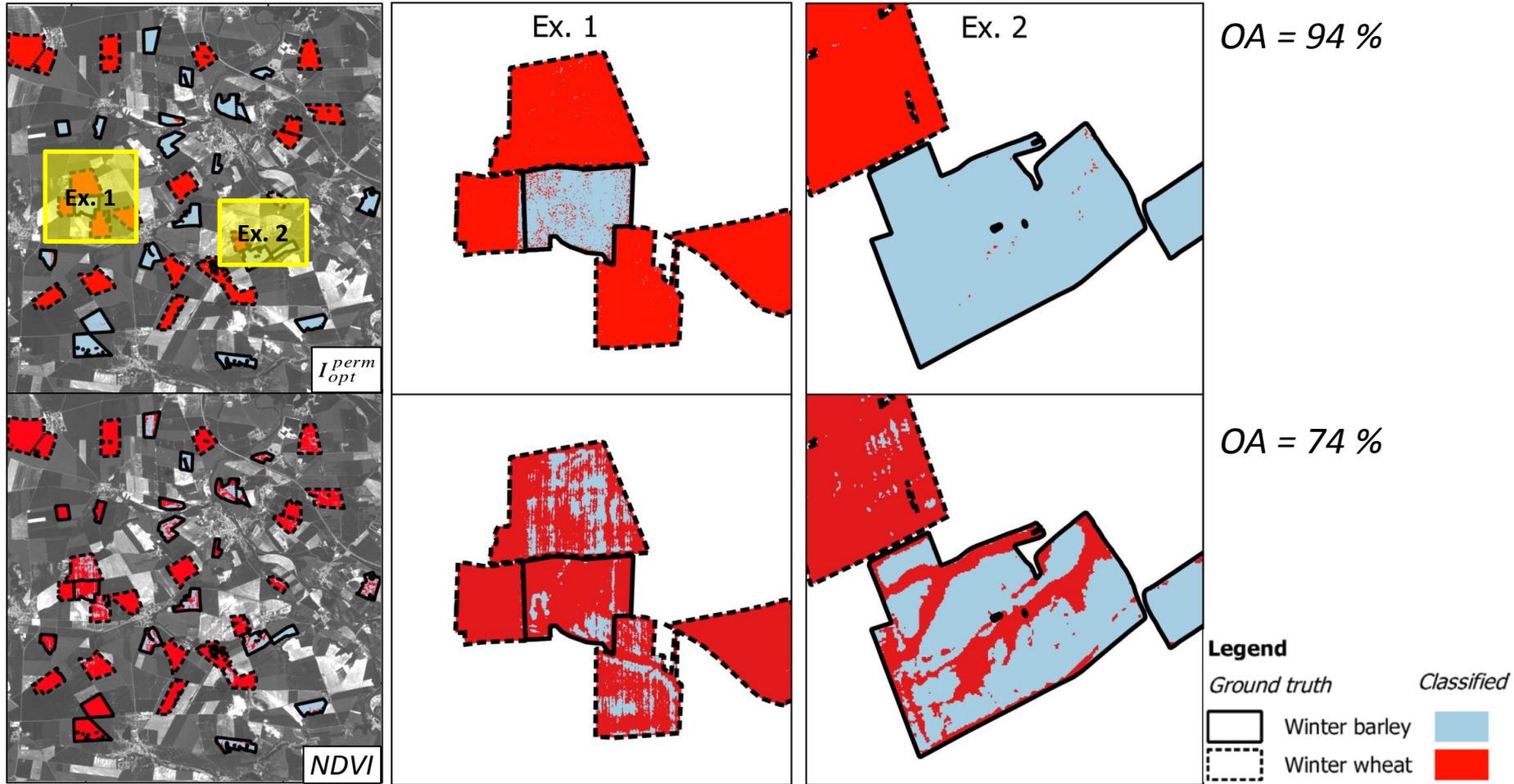


*Winterweizen vs. Wintergerste, RapidEye vom 04.07.2014*

Gerstmann, H; Möller, M & Gläßer, C (2016): Optimization of spectral indices and long-term separability analysis for classification of cereal crops using multi-spectral RapidEye Imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 52. pp 115 – 125.

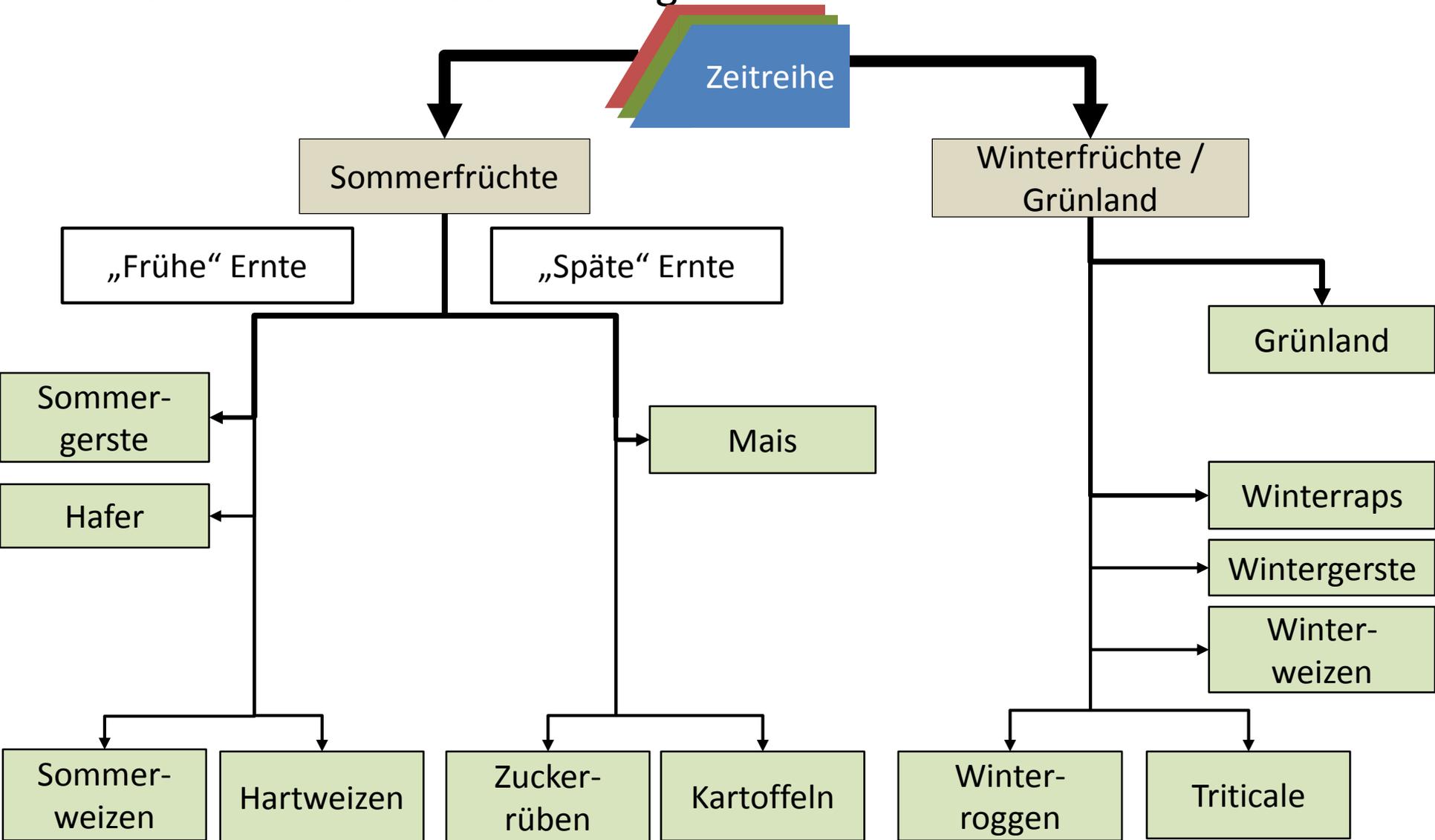
# Methodisches Vorgehen

- Clustering der optimierten Indizes (K-Means)



# Methodisches Vorgehen

- Hierarchische Unterscheidungen:



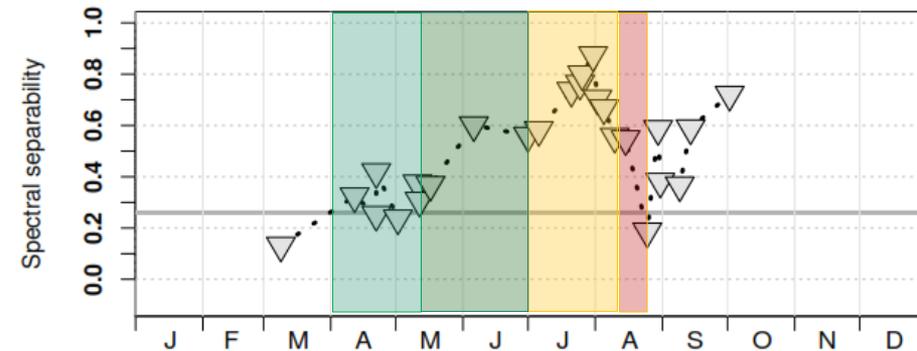
# Ergebnisse: Spektrale Trennbarkeit

- Trennbarkeitsprofile für jede Trennung im Klassifikationsbaum
- Maxima der Trennbarkeit korrespondieren mit phänologischen Phasen

Phasen

1. Grünland vs. Winterfrüchte

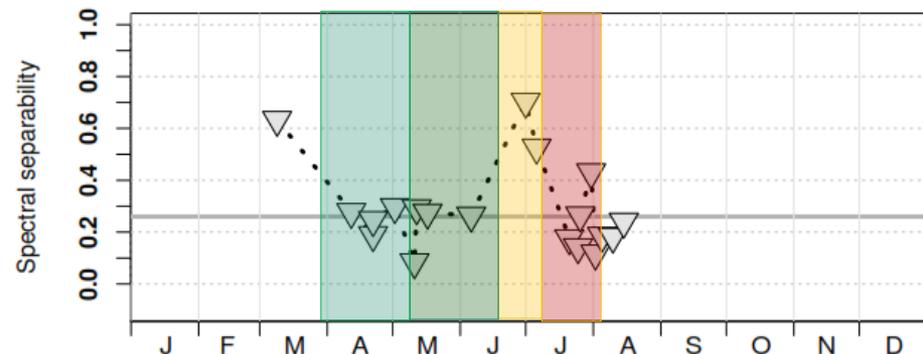
➡ Reife der Winterfrüchte



2. Wintergerste vs. Übrige

Wintergetreide:

➡ Gelbreife



# Ergebnisse: Spektrale Trennbarkeiten der kombinierten Zeitreihe

- Zeitpunkt, Sensor und Bänder der höchsten Trennbarkeit

Klasse 1	Klasse 2	$\eta^2$	Zeitpunkt	Sensor	Spektralbänder		
					B1	B2	B3
Winterfrüchte + Grünland	Sommerfrüchte	0.93	21.4.	SPOT 5	R	NIR	SWIR1
Frühe Sommerfrüchte	Späte Sommerfrüchte	0.74	5. 7.	SPOT 5	G	-	-
Grünland	Winterfrüchte	0.87	30.7.	SPOT 5	NIR	R	SWIR1
Sommergerste	Andere Sommergetreide	0.56	11.5	SPOT 5	R	G	SWIR1
Hafer	Sommerweizen	0.67	1.5.	SPOT 5	G	SWIR1	R
Sommerweichweizen	Hartweizen	0.78	1.5.	SPOT 5	R	NIR	SWIR1
Mais	Hackfrüchte	0.91	1.8.	RapidEye	G	RE	-
Kartoffeln	Zuckerrübe	0.64	14.8.	SPOT 5	G	SWIR1	R
Winterraps	Wintergetreide	0.94	5.6.	SPOT 5	G	SWIR1	NIR
Wintergerste	Andere Wintergetreide	0.70	30.6.	SPOT 5	G	R	SWIR1
Winterweizen	Winterroggen, Triticale	0.57	30.6.	SPOT 5	G	SWIR1	R
Winterroggen	Triticale	0.77	16.5.	SPOT 5	G	-	-

# Ergebnisse: Spektrale Trennbarkeit der RapidEye-Zeitreihe

Klasse 1	Klasse 2	$\eta^2$	Zeitpunkt	Spektralbänder		
				B1	B2	B3
Winterfrüchte + Grünland	Sommerfrüchte	0.93	21.4.	R	NIR	RE
Frühe Sommerfrüchte	Späte Sommerfrüchte	0.49	30.8.	B	NIR	-
Sommergerste	Andere Sommergetreide	0.38	10.5.	B	RE	NIR
Hafer	Sommerweizen	0.29	1.8.	RE	B	G
Sommerweichweizen	Hartweizen	0.31	21.4.	RE	G	NIR
Mais	Hackfrüchte	0.91	1.8.	G	RE	-
Kartoffeln	Zuckerrübe	0.57	1.10	RE	NIR	R
Winterraps	Wintergetreide	0.89	10.5.	G	B	RE
Wintergerste	Andere Wintergetreide	0.63	8.3.	B	G	-
Winterweizen	Winterroggen, Triticale	0.29	1.8.	G	B	NIR
Winterroggen	Triticale	0.42	10.5.	G	-	-

# Ergebnisse: Spektrale Trennbarkeit

- *SWIR1* von entscheidender Bedeutung
  - Unterschiedliche Reifegrade bedingen Unterschiede im Pflanzenwassergehalt
- *RedEdge*-Kanal von RapidEye liefert zusätzliche signifikante Informationen
  - Vitalitätsabhängige Unterschiede durch Chlorophyllinfluss auf Reflexion
- Trennbarkeitsoptimum ist abhängig vom phänologischen Entwicklungsstand der jeweiligen Zielklassen

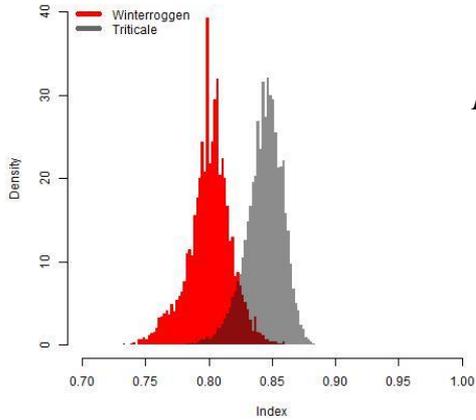


# Ergebnisse: Sensorvergleich 1 - Roggen vs. Triticale (21.4.2015)

SPOT

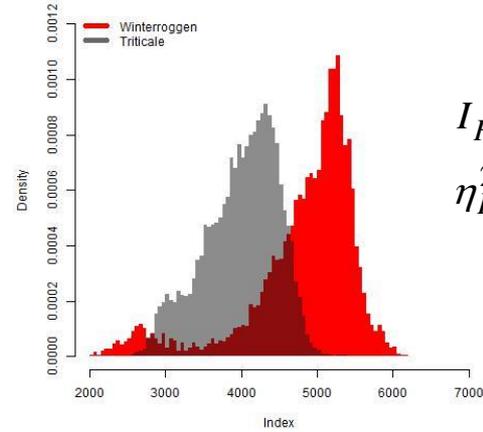
RapidEye

Optimierte Indizes



$$I_{SPOT} = \frac{SWIR-G}{SWIR+0.5 \times R-0.5}$$

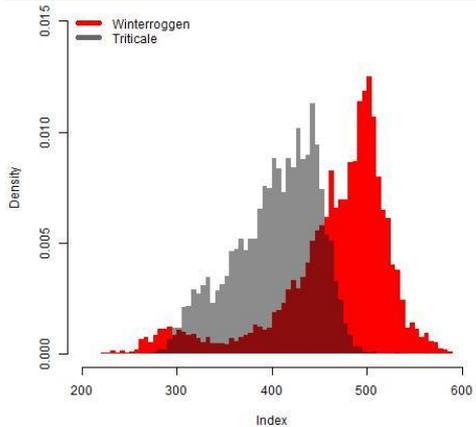
$$\eta_{SPOT}^2 = 0.5858$$



$$I_{RE} = NIR$$

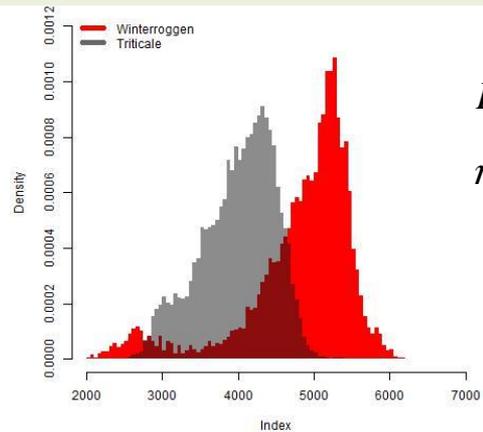
$$\eta_{RE}^2 = 0.2744$$

Bester G-R-NIR-Index



$$I_{SPOT} = NIR$$

$$\eta_{SPOT}^2 = 0.2132$$



$$I_{RE} = NIR$$

$$\eta_{RE}^2 = 0.2744$$

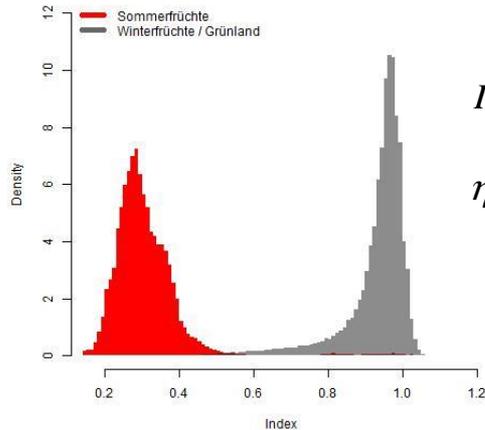


# Ergebnisse: Sensorvergleich 2 - Winterfrüchte vs. Grünland

SPOT

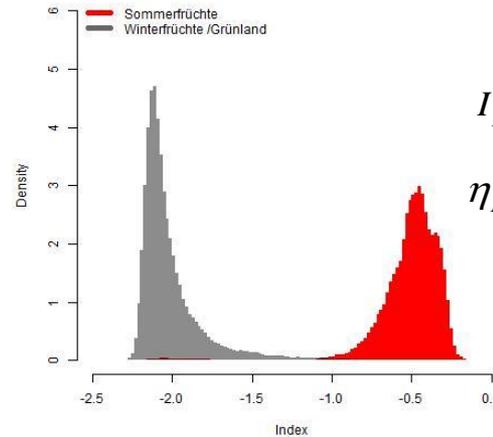
RapidEye

## Optimierte Indizes



$$I_{SPOT} = \frac{R - NIR}{R + NIR - 0.5 \times SWIR - 0.5}$$

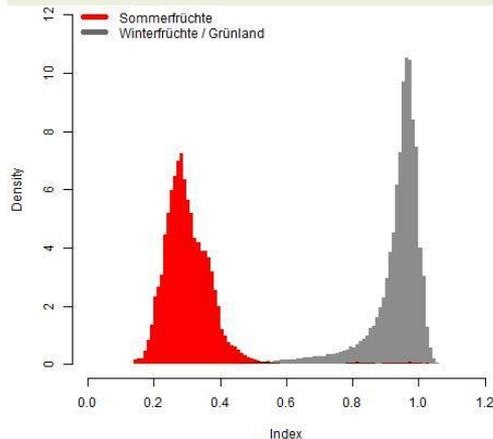
$$\eta_{SPOT}^2 = 0.932$$



$$I_{RE} = \frac{R - NIR}{R + 0.5 \times NIR - 0.5 \times RedEdge + 0.5}$$

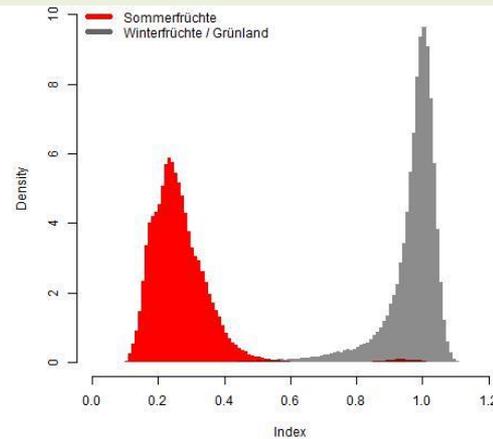
$$\eta_{RE}^2 = 0.927$$

## Bester G-R-NIR-Index



$$I_{SPOT} = \frac{NIR - R}{NIR + 6 \times R - 6 \times G + 0.5}$$

$$\eta_{SPOT}^2 = 0.925$$

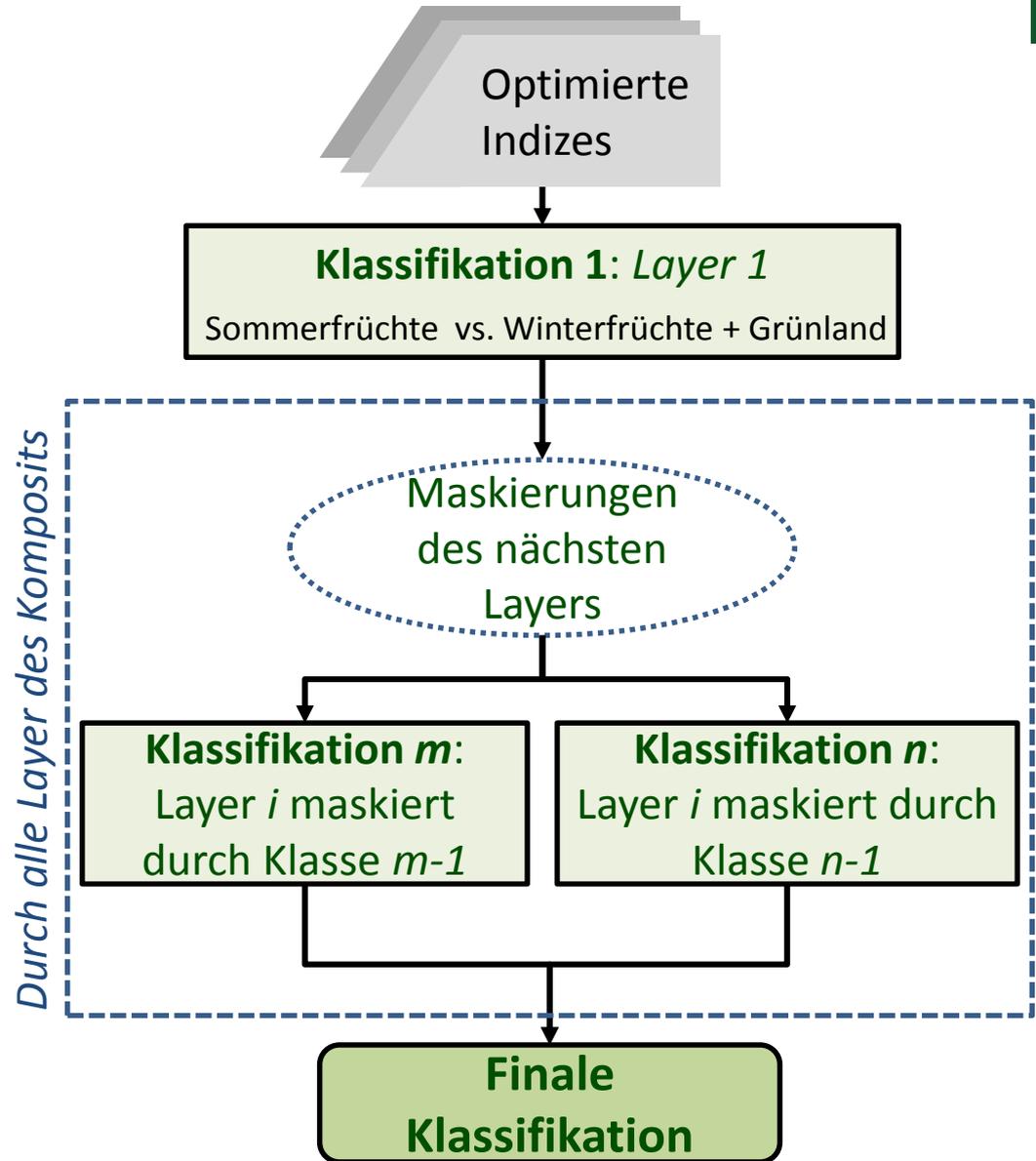


$$I_{RE} = \frac{NIR - R}{NIR + 2.4 \times R - 2.4 \times G + 0.5}$$

$$\eta_{RE}^2 = 0.927$$

# Ausblick

- Indexoptimierung für hierarchische Klassenunterscheidungen
- Set aus optimierten Indizes
- Clusterung jedes optimierten Indexes



- Implementierung des Klassifikationsalgorithmus
- Übertragung des Algorithmus auf Sentinel-2a-Zeitreihe der Anbausaison 2015/2016
- Tests zur Übertragbarkeit auf andere Untersuchungsräume

## Vorankündigung

Abschlusspräsentation des Forschungsprojektes  
PhenoS im Rahmen der Sentinel-2-Nutzungsvorbereitung



### Strukturierung von zeitlich hochauflösenden Sentinel-2-Datensätzen zur Optimierung von Landnutzungsklassifikationen

Landnutzungsklassifikationen unterlagen bisher häufig Begrenzungen in der Klassentiefe da viele Sensoren temporal oder geometrisch Einschränkungen aufweisen. Mit den Sentinel-2- Daten stehen erstmals Satellitenbilddaten mit hoher temporaler Auflösung zur Verfügung. Durch die Integration phänologischer Maße und der modellbasierten Auswahl und Nutzung optimierter Zeitfenster, können für das Management in der Landwirtschaft wie für vielfältige andere Aufgaben mit Bezug zu Landnutzungen qualitative hochwertige Daten bereit gestellt werden.

Die Ergebnisse des Projektes und die entwickelten Tools werden vorgestellt und mit Anwendern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung diskutiert:

- Phänologische Modelle **PHASE** und **PIM**
- PhenoS – **Phänologieportal**: Daten und Informationen zu Phänologie landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland
- Tool zur phänologiegestützten multitemporalen Klassifikation - **MELanGe**

**Wann?** 24. Januar 2017

**Wo?** Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Institut für Geowissenschaften und Geographie

Weitere Informationen:

[www.paradigmmaps.geo.uni-halle.de/phenos/](http://www.paradigmmaps.geo.uni-halle.de/phenos/)  
Bitte senden Sie Ihre Interessensbekundung  
zur Teilnahme an  
[henning.gerstmann@geo.uni-halle.de](mailto:henning.gerstmann@geo.uni-halle.de)

Förderung:



## Projekt:



**PhenoS** – Phänologische  
Strukturierung zeitlich hoch-  
auflösender Sentinel-2-Datensätze  
zur Optimierung von Landnutzungs-  
klassifikationen

FKZ: 50 EE 1262

## Finanzierung:



## Datenbereitstellung durch:

**RESA** – RapidEye  
Science Archive  
Project ID: 253  
[resa.blackbridge.com](http://resa.blackbridge.com)



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Umwelt,  
Landwirtschaft, Energie