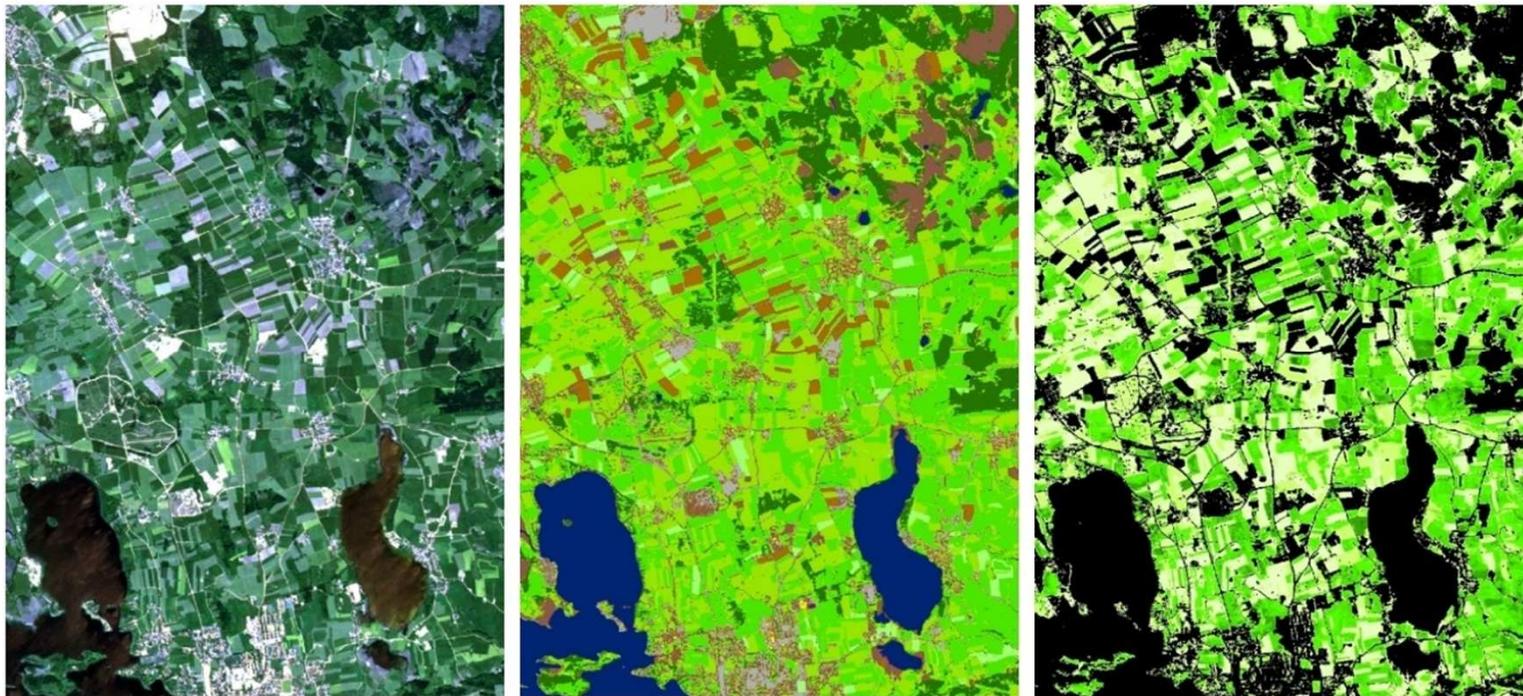


Statistische Ableitung des LAI für Grünland aus RapidEye-Daten und In-situ-Messungen

-
Untersuchungen in dem Einzugsgebiet der Ammer



Heiko Fabritius

Lehrstuhl für Fernerkundung, Universität Würzburg



Quelle: Eigene Abbildungen

Wiese \neq Wiese

- 1 Liefert die Korrelation in situ gemessener LAI-Werte und aus Satellitendaten berechneter Vegetationsindizes signifikante Zusammenhänge?
Wie gut kann der LAI auf dieser Grundlage mittels einer Regression flächendeckend abgeleitet werden?
- 2 Welche Ergebnisse liefert eine Zusammenführung der LAI- und VI-Wertepaare aller Zeitschritte?
- 3 Führen die Rededge-Indizes zu besseren Korrelationen?

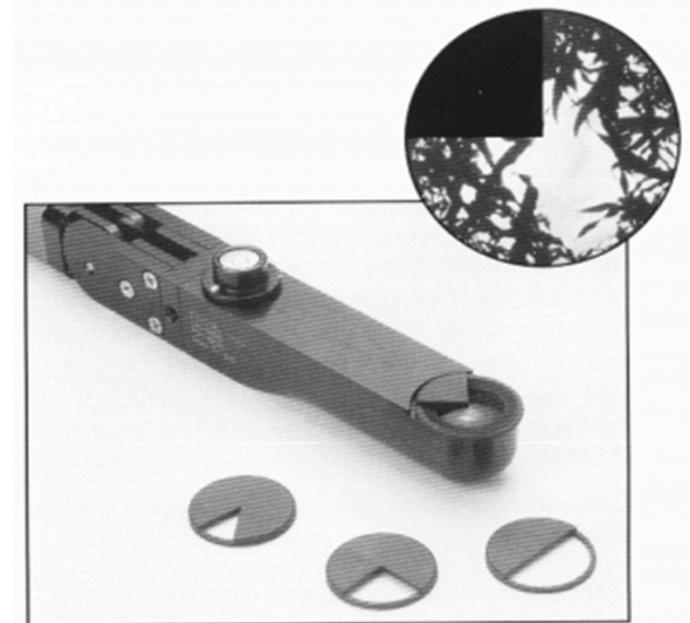
- Hauptsächlich Wiesen, Weiden und Waldfragmente
- Kleingliedrige Landschaft
- 3-5 Mahden/Jahr (Mäh- und Umtriebsweiden)
- Hohe zeitliche und räumliche Variabilität der Landschaft
- Verschiedene phänologische Zustände gleichzeitig



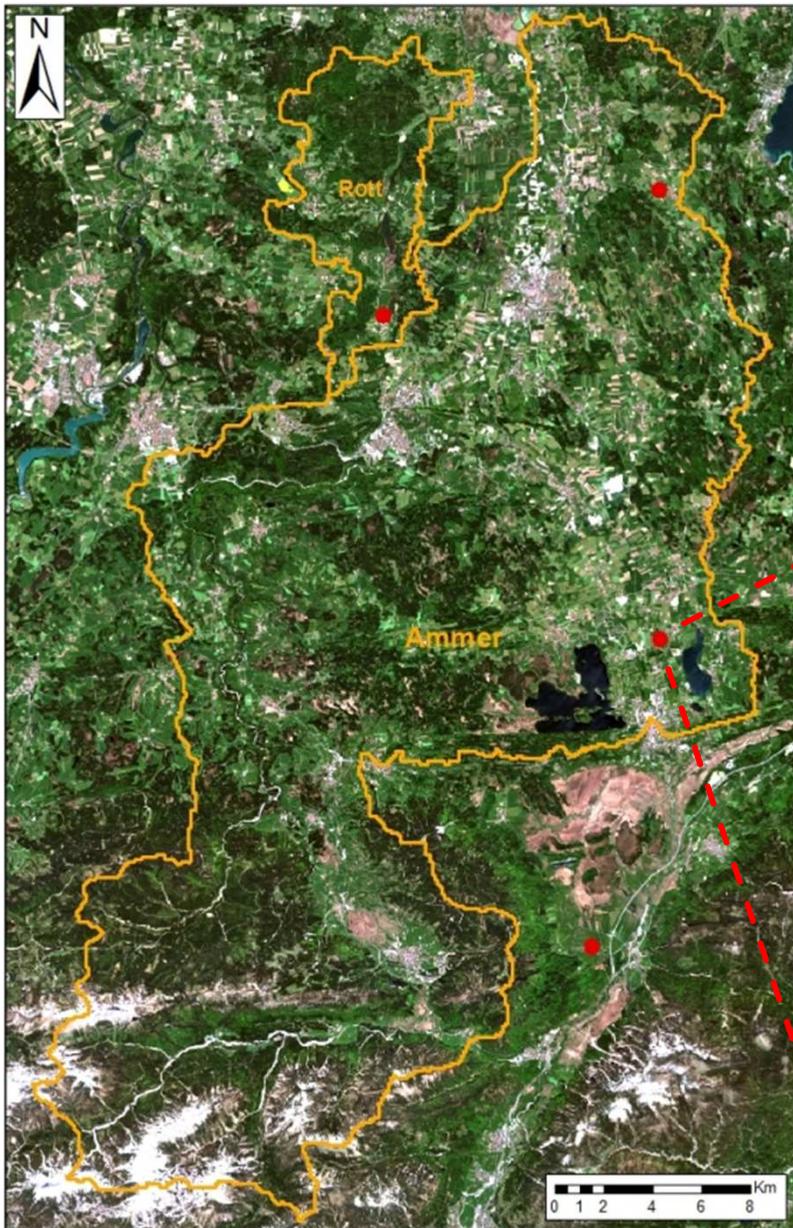
Quelle: Eigene Abbildungen

Messgerät: LAI 2000 plant canopy analyzer

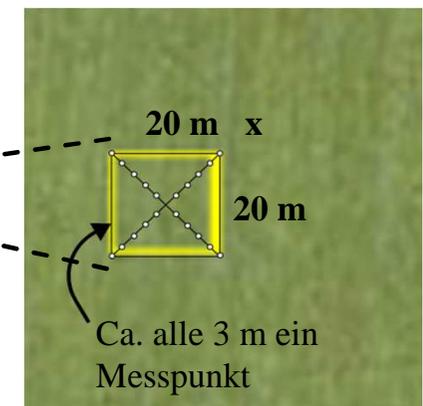
- Strahlungsintensitätsmessungen ober- und unterhalb der Vegetation
- Ableitung der gap fraction bzw. der Transmissivität
- Unterschiede bei der LAI-Berechnung nach Miller (1967) und Lang (1987)
- Bei Lang werden alle 5 Sensorringe gleich gewichtet
- Bessere Übereinstimmung zwischen den LAI-Werten nach Lang und den destruktiv ermittelten LAI-Werten



Quelle: Li-Cor 2009



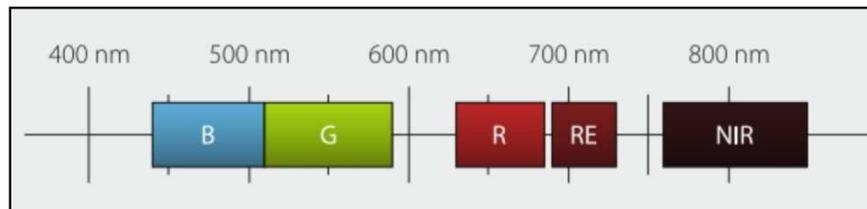
- 4 Plots mit bis zu 33 ESUs
- 20 Messungen pro ESU
- Anwendung der 270° view cap
- Der Sensor wurde bei jeder Messung abgeschattet
- mittlere Standardabweichung der Messungen: 0,16 (Mittelwert: 2,18)



Quelle: Eigene Abbildungen

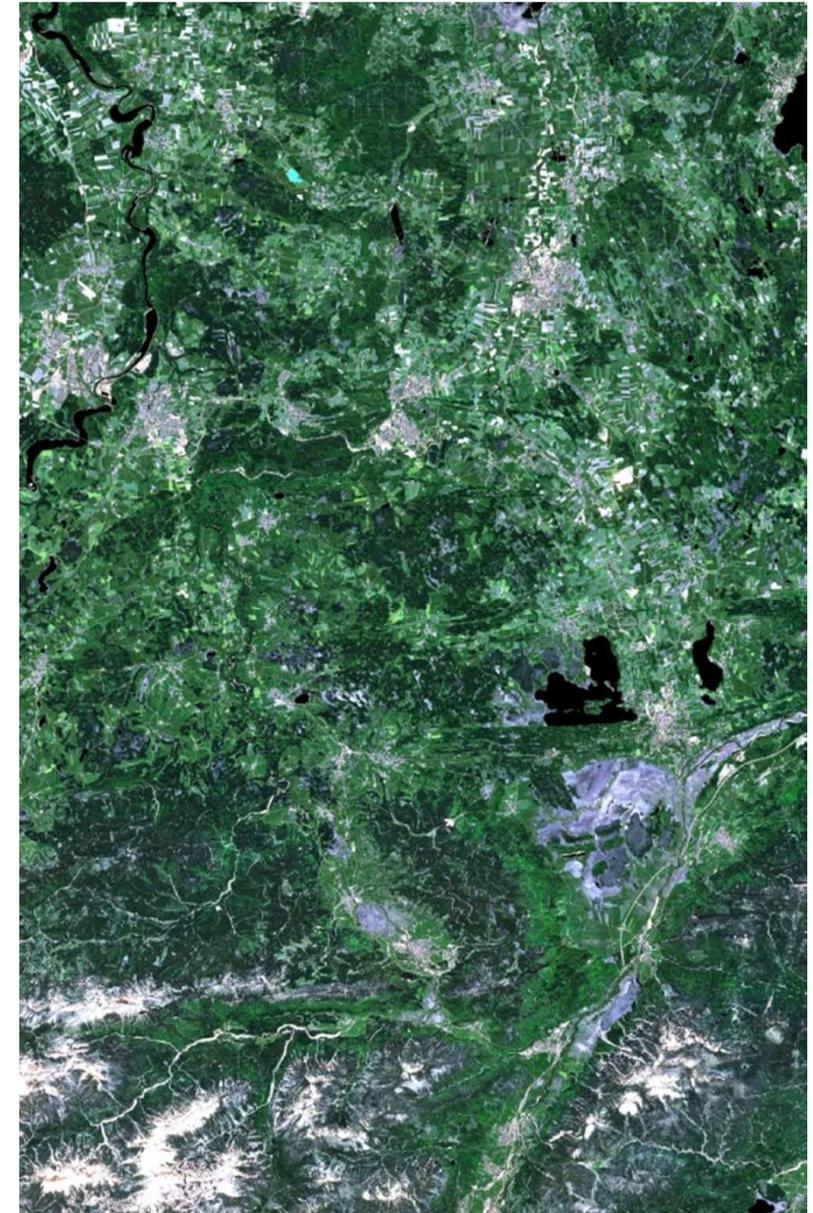
Rapid Eye Daten

- Level 1B Daten:
Vorprozessierung in CATENA (DLR)
- Räumliche Auflösung:
6,5m
- Spektrale Auflösung:



Quelle: rapideye.com

- Szenen:
9. Mai, 25. Mai und 6. September, 2011
- Manuelle Ausmaskierung von Wasser, Wolken und Wolkenschatten



Quelle: Eigene Abbildung

- Maximum-Likelihood-Klassifikation mittels Ground Truth Daten und Google Earth Daten
- Notwendig für die Extraktion der Grünlandflächen

Klasse	<i>Producers Accuracy</i>		<i>Users Accuracy</i>	
	Prozent	Pixel	Prozent	Pixel
Acker	98.28	229/233	100.00	229/229
Offener Boden	100.00	1318/1318	98.80	1318/1334
Wald	80.90	3172/3921	99.56	3172/3186
Wiese	99.52	4101/4130	86.81	4101/4861
Gestein/ Bausubstanz	100.00	475/475	95.77	475/496
Hausdächer	99.03	102/103	100.00	102/102
Schnee	89.26	108/121	100.00	108/108
Schatten	85.15	86/101	100.00	86/86

- **Problem:**

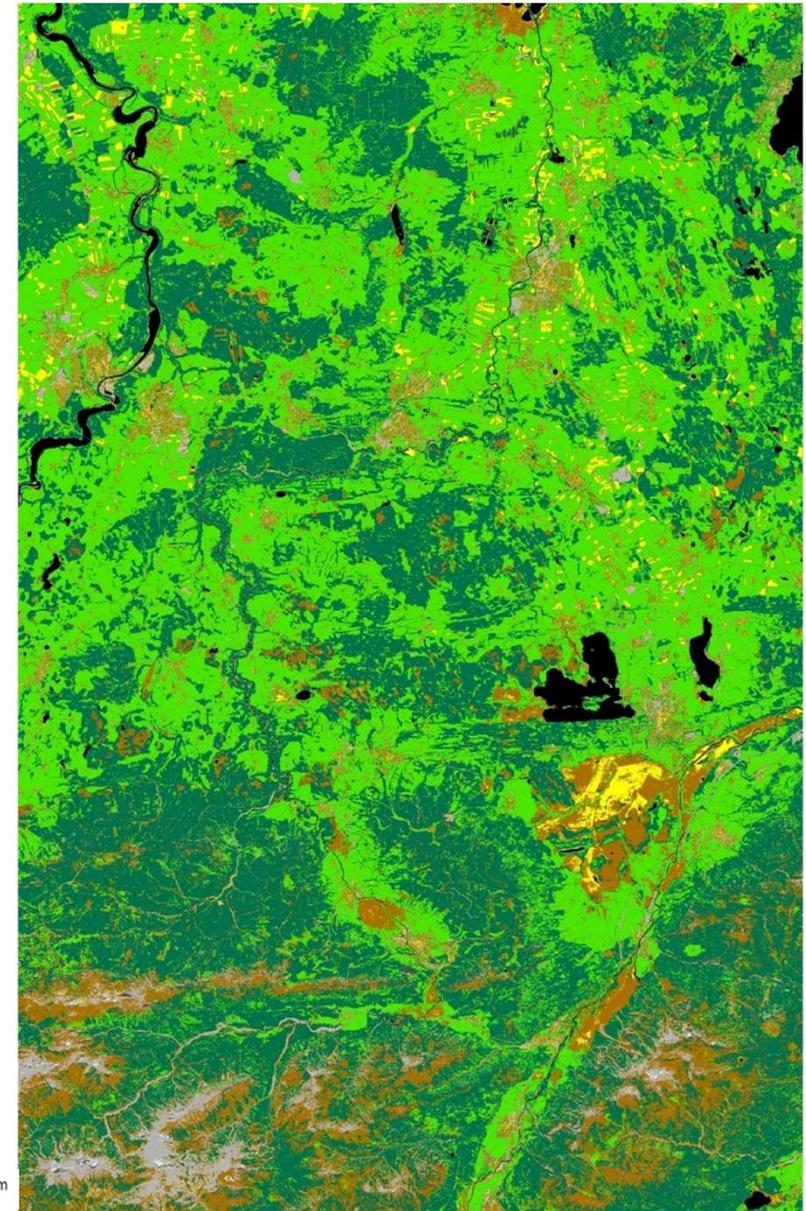
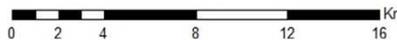
Felder mit Winterweizen Anfang Mai nicht von Grünland zu unterscheiden

- **Lösung:**

NDVI Schwellenwertverfahren mittels des September Zeitschrittes
=> Multitemporales Verfahren

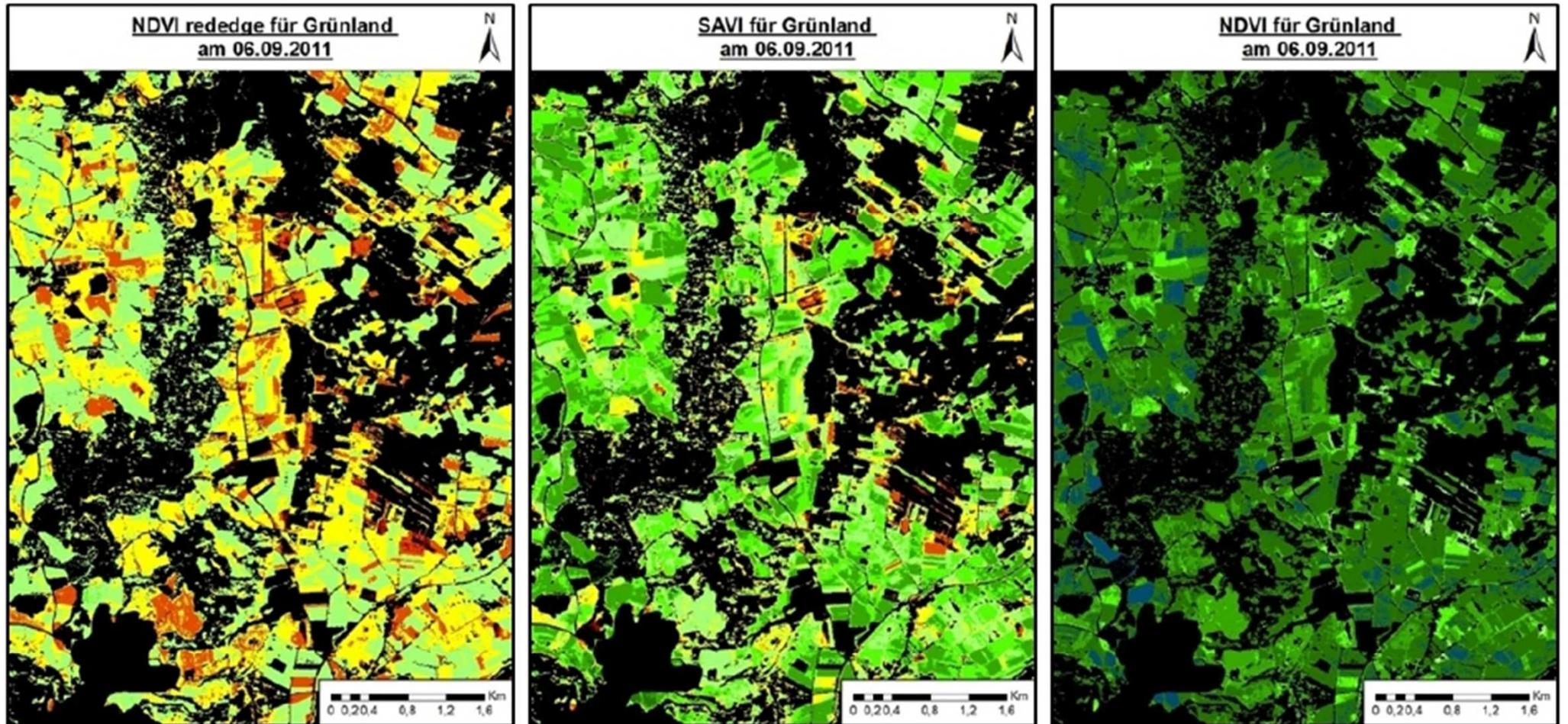
Legend

-  Roofs
-  Fields
-  Rock / urban
-  Soil
-  Shadow
-  Snow
-  Forest
-  Meadow
-  Masked pixels

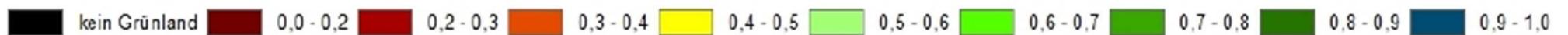


Quelle: Eigene Abbildung

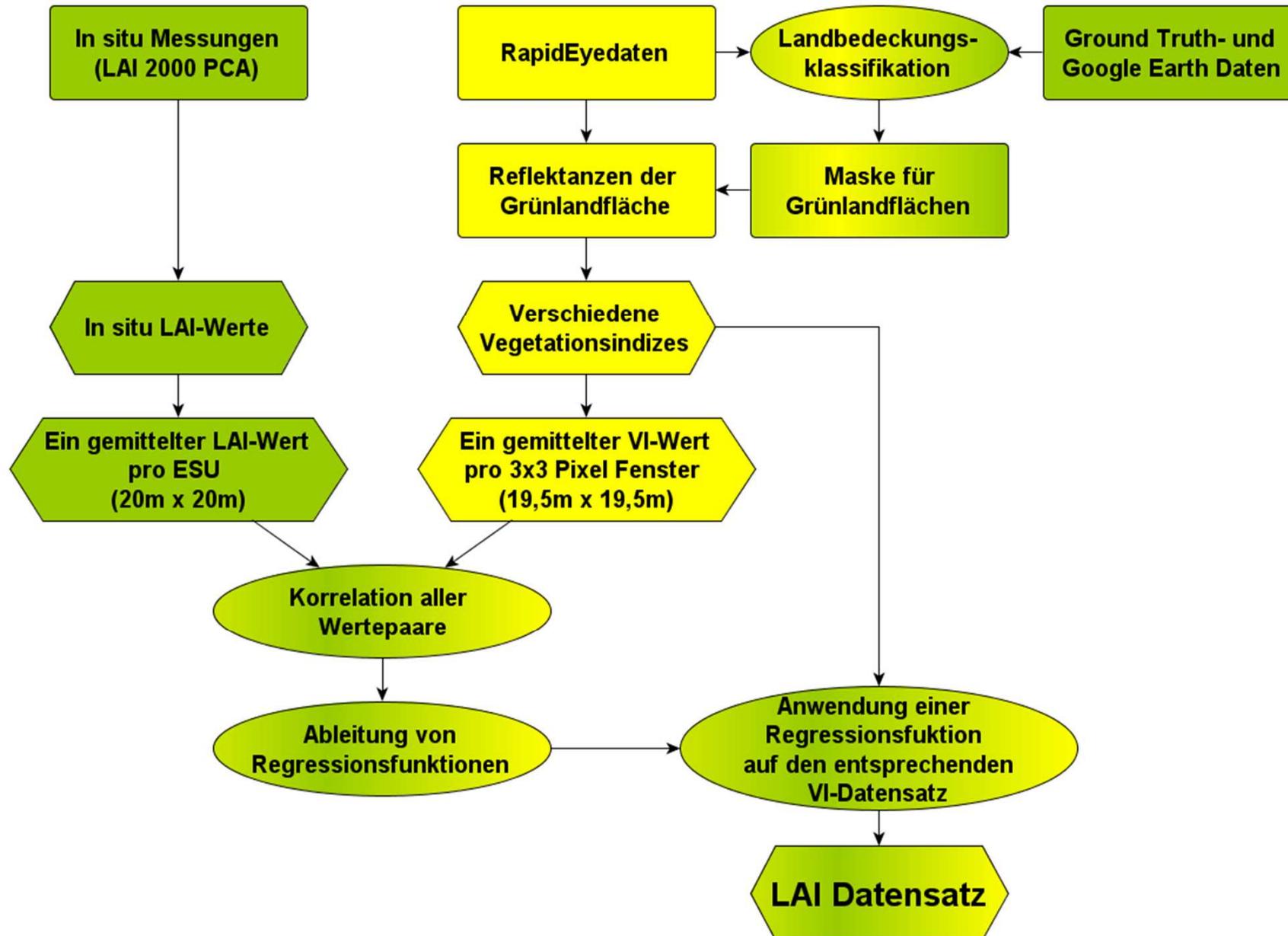
gängige Indizes	rededge Indizes
$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	$NDVI_{rededge} = \frac{NIR - REDEGE}{NIR + REDEGE}$
$RVI = \frac{NIR}{RED}$	$RRI 1 = \frac{NIR}{REDEGE}$
$RDVI = \frac{NIR - RED}{\sqrt{NIR + RED}}$	$RRI 2 = \frac{REDEGE}{RED}$
$SAVI = \frac{(1 + L) * (NIR - RED)}{(NIR + RED + L)}$	



Skalierung der Vegetationsindizes

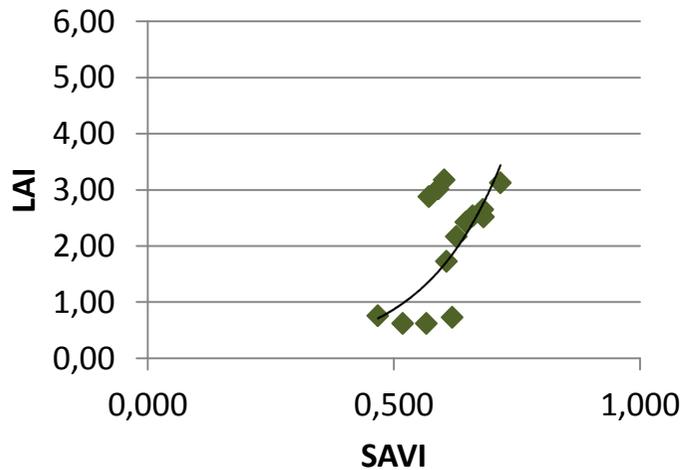


Quelle: Eigene Abbildung

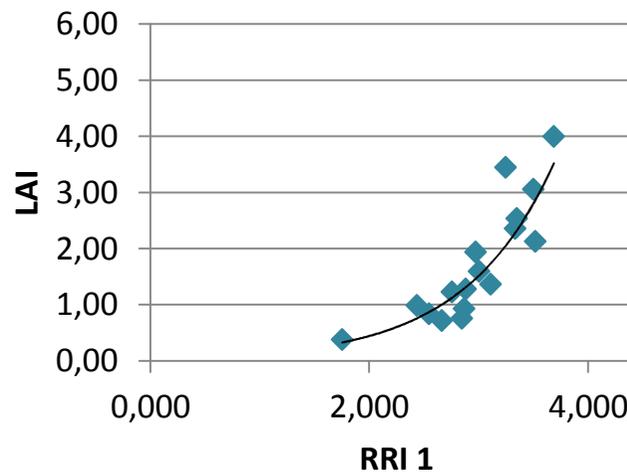


Quelle: Eigene Abbildung

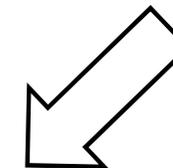
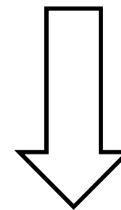
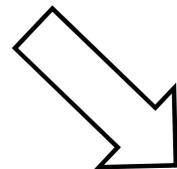
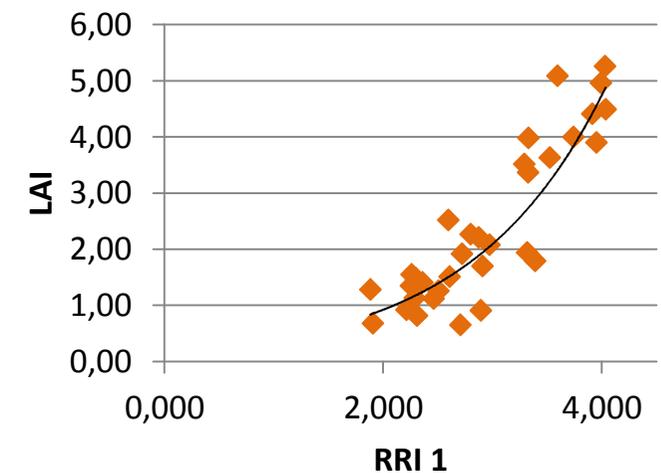
Korrelation SAVI und LAI
in **KW 18**



Korrelation RRI 1 und LAI
in **KW 21**



Korrelation RRI 1 und LAI
in **KW 36**



Exponentielle Regressionsfunktionen

$$LAI = 0,036 * e^{6,329 * SAVI}$$

$$R^2 = 0,43$$

$$LAI = 0,037 * e^{1,229 * RRI\ 1}$$

$$R^2 = 0,83$$

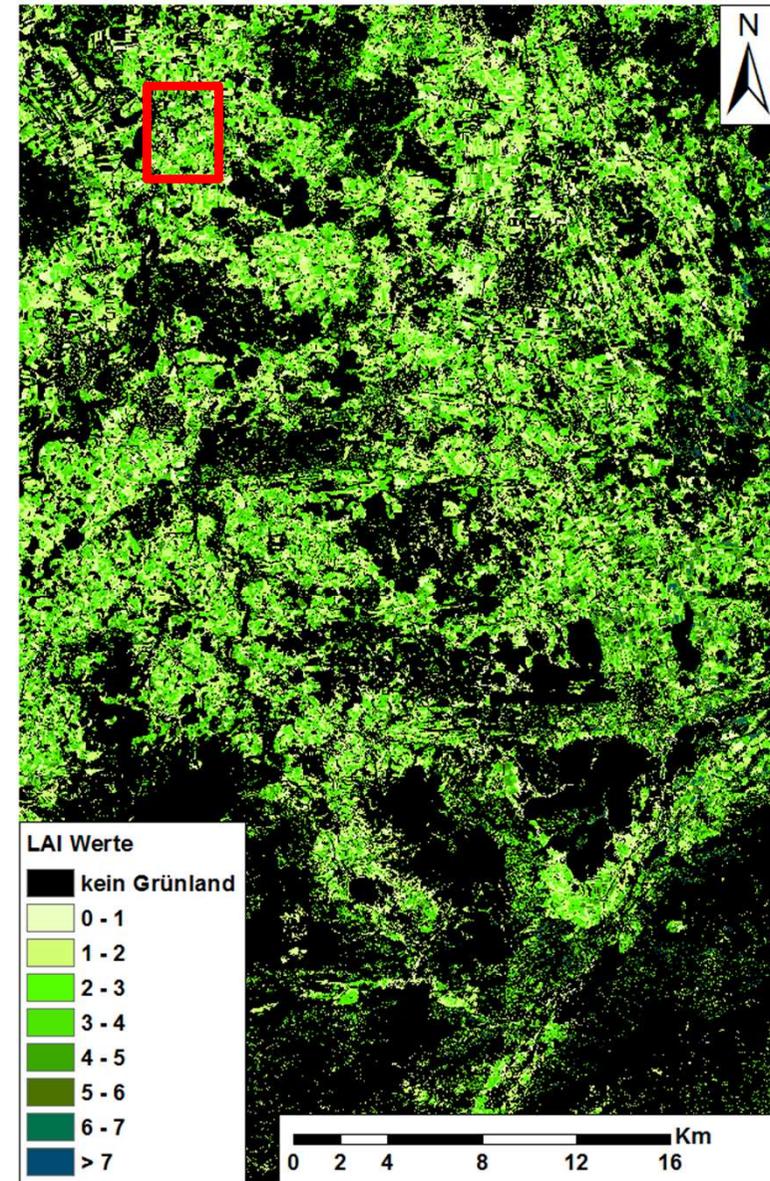
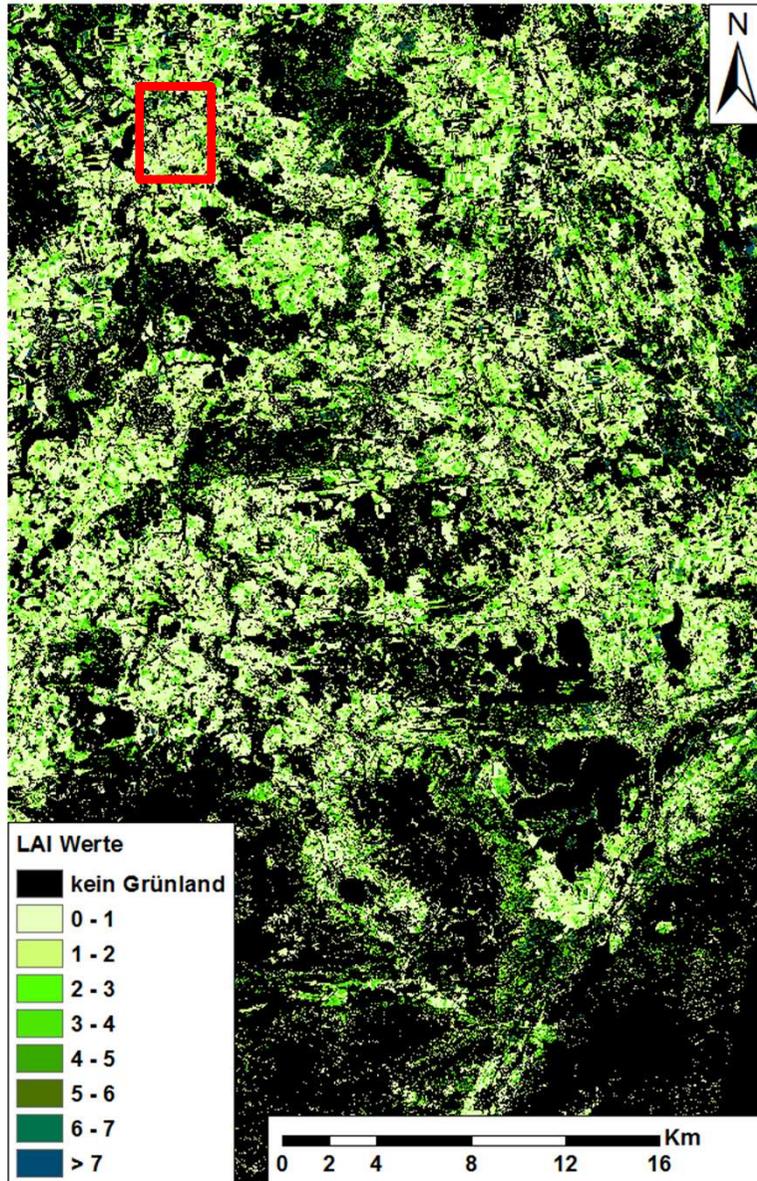
$$LAI = 0,178 * e^{0,819 * RRI\ 1}$$

$$R^2 = 0,74$$

Quelle: Eigene Abbildungen

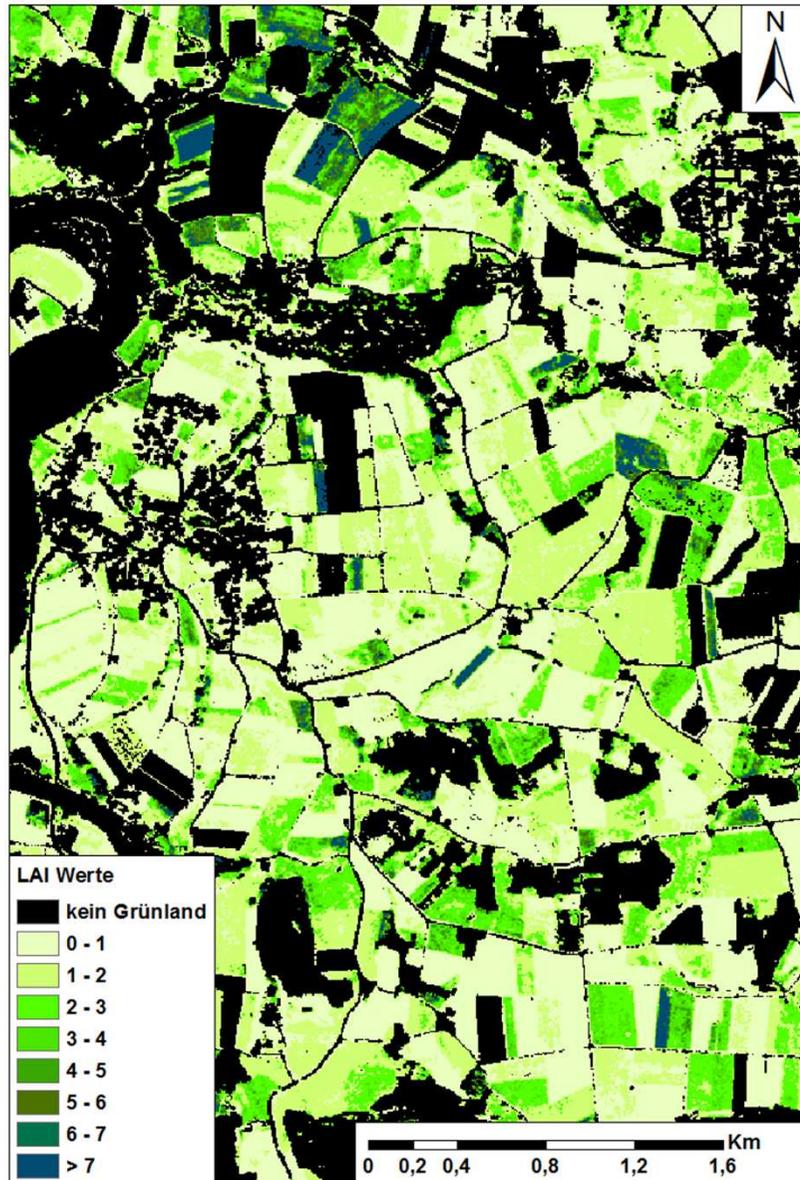
25.05.2011 (KW 21)

06.09.2011 (KW 36)

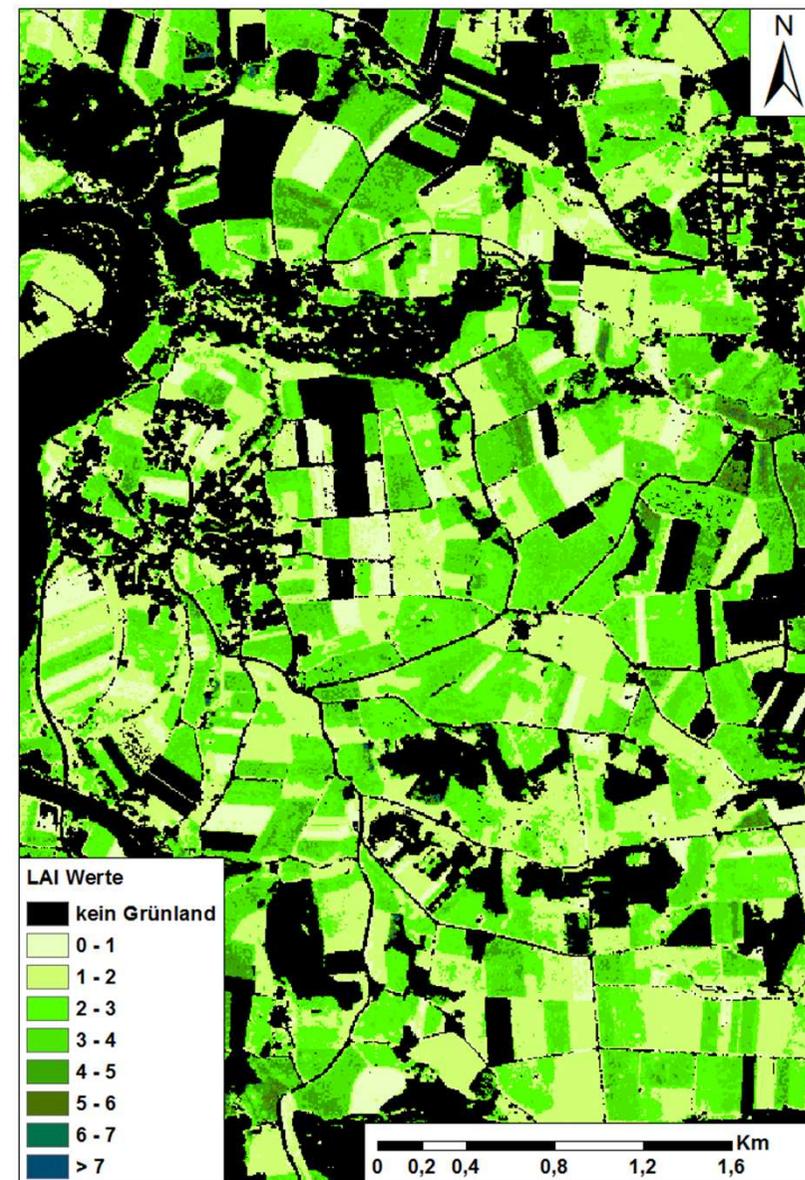


Quelle: Eigene Abbildung

25.05.2011 (KW 21)

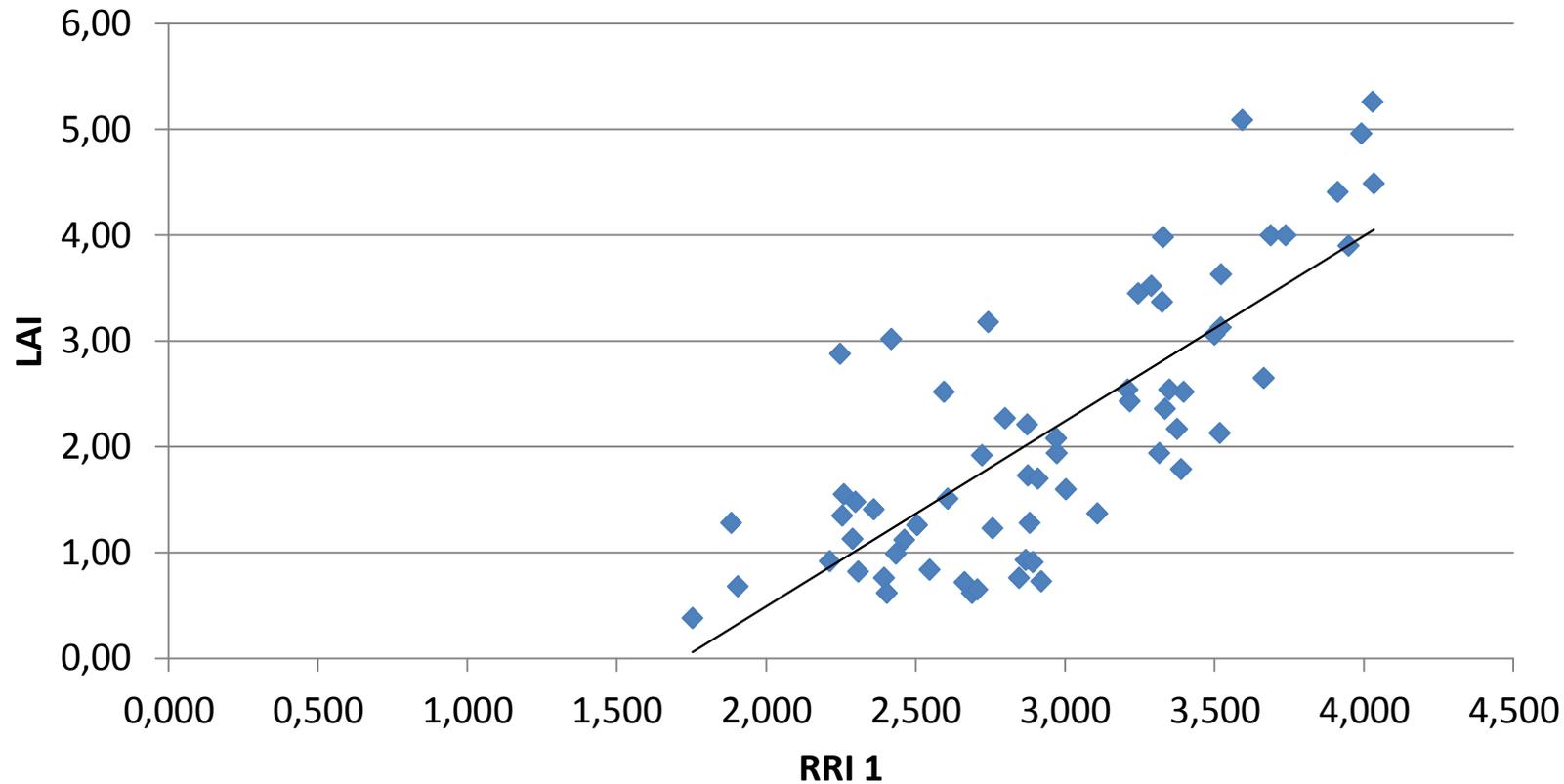


06.09.2011 (KW 36)



Quelle: Eigene Abbildungen

Korrelation RRI 1 und LAI alle Zeitschritte zusammengefasst



→ Lineare Regressionsfunktion:

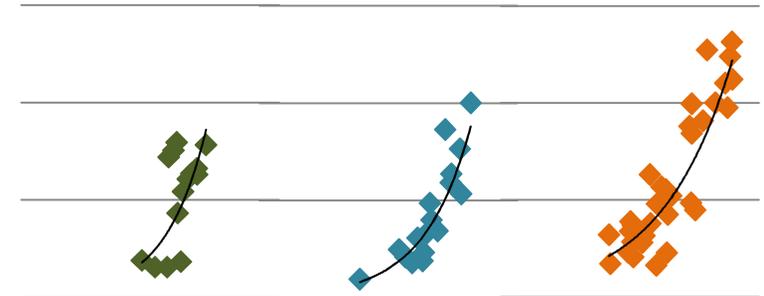
$$\text{LAI} = 1,75 * \text{RRI1} - 3,013$$

$$\mathbf{R^2 = 0,61}$$

Quelle: Eigene Abbildung

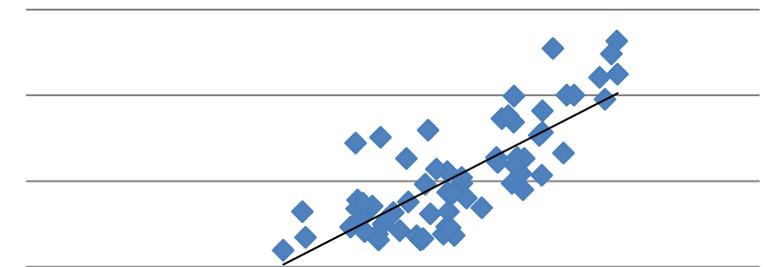
1

	KW 18	KW 21	KW 36
R ² - Wert	0,43	0,83	0,74
RMSE	/	0,45	0,62



2

	KW 18	KW 21	KW 36
R ² - Wert	0,62		
RMSE	1,02	0,71	0,71



3

R ² -Werte gängiger und rededge Indizes					
Modell	Woche	RVI	RRI1	NDVI	NDVI _{rededge}
exponentiell	KW 21	0,52	0,83	0,60	0,77
	KW 36	0,74	0,74	0,62	0,70



- COLOMBO, R., BELLINGERI, D., FASOLINI, D. & MARINO, C. M. (2003): Retrieval of leaf Area Index in different vegetation types using high resolution satellite data. – Remote Sensing of Environment, 86: 120 – 131.
- DARVISHZADEH, R., SKIDMORE, A., SCHLERF, M. & ATZBERGER, C. (2008): Inversion of a radiative transfer model for estimating vegetation LAI and chlorophyll in a heterogeneous grassland. – Remote Sensing of Environment, 112: 2592 – 2604.
- EHAMMER, A. (2011): Statistical derivation and regional mapping of fPAR and LAI for irrigated cotton and rice using multi-temporal RapidEye data and ground measurements. A case study for the Khorezm province, Uzbekistan. Diploma Thesis. Faculty of Geo- and Atmospheric Sciences Innsbruck, 85 S.
- HE, Y., GUO, X. & WILMSHURST, J. (2006): Studying mixed grassland ecosystems 1: Suitable hyperspectral vegetation indices. – Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 32, No. 2: 98 – 107.
- JONCKHEERE, I., FLECK, S., NACKAERTS, K., MUYS, B., COPPIN, P., WEISS, M. & BARET, F. (2004): Review of methods for in situ Leaf Area Index determination Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. – Agricultural and Forest Meteorology, 121: 19 – 35.
- LI-COR (1992): LAI-2000 plant canopy analyzer. Instruction manual. Li-Cor, 175 S.
- LI-COR (2009): LAI-2200 plant canopy analyzer. Instruction manual. Li-Cor, 217 S.
- VUOLO, F., ATZBERGER, C., RICHTER, K., D'URSO, G. & DASH, J. (2010): Retrieval of biophysical vegetation products from RapidEye imagery. – In: W. Wagner und B. Székely (Hrsg.): ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, Vienna, Austria, July 5 – 7, 2010, IAPRS, Vol. XXXVIII, Part 7A: 281 – 286.