



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

Kartierung der Habitatvielfalt in Offenlandschaften auf Basis von RapidEye und RADARSAT-2 Daten

Stefan Erasmi, Imke Haack, Guido Riembauer

*Abt. Kartographie, GIS & Fernerkundung, Geographisches Institut
Georg-August-Universität Göttingen*

Catrin Westphal

*Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Agrarökologie
Georg-August-Universität Göttingen*

Hintergrund: Landschaftsstruktur und Artenvielfalt



- Habitatvielfalt in Agrarlandschaften fördert Reproduktion von insektenbestäubten Wildpflanzen
- Ökosystemleistung Bestäubung
- Erhalt diverser Pflanzengemeinschaften
- Erhalt genetischer Vielfalt
- Sicherung der Erträge von Kulturpflanzen
- Ökonomische Bedeutung
weltweit: 153 Mrd. € pro Jahr
EU: 15 Mrd. € pro Jahr (*Gallai et al. 2009*)

Hintergrund: Intensivierung der Landwirtschaft



© Westphal

Strukturarme Landschaft



© Westphal

Strukturreiche Landschaft

- Landnutzungsänderungen
 - Fragmentierung
 - Habitatverluste
 - Komposition
 - Konfiguration
- Pestizideinsatz

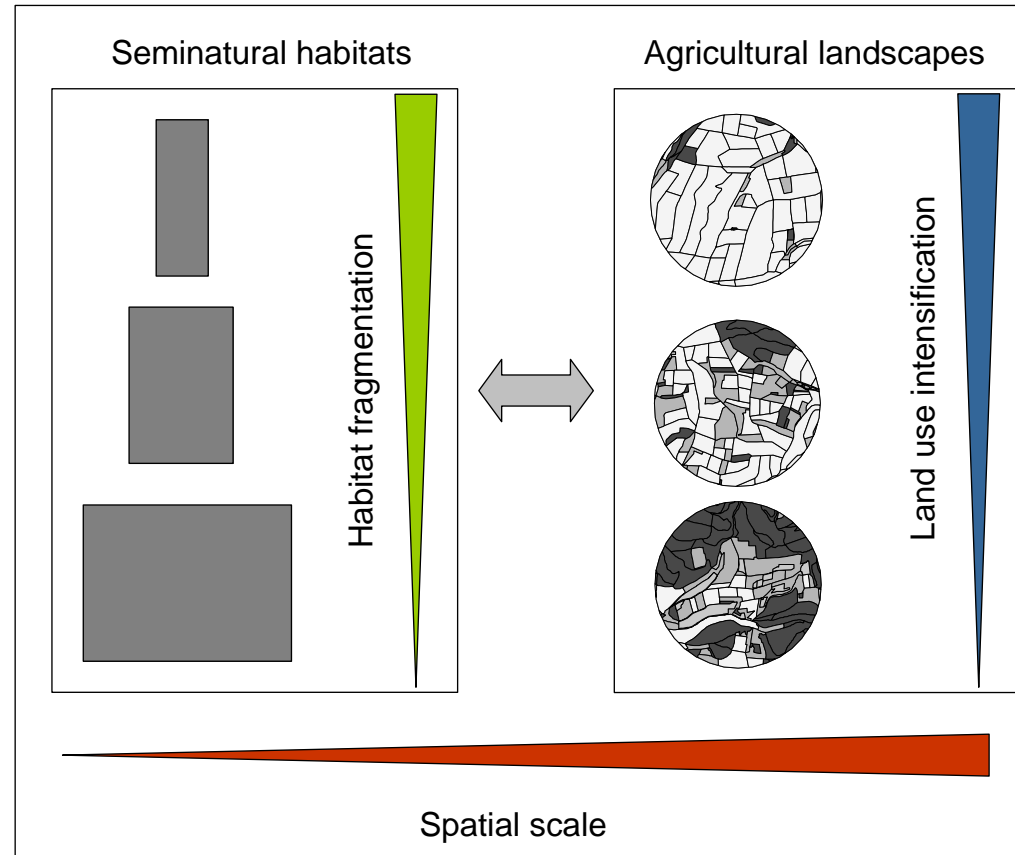
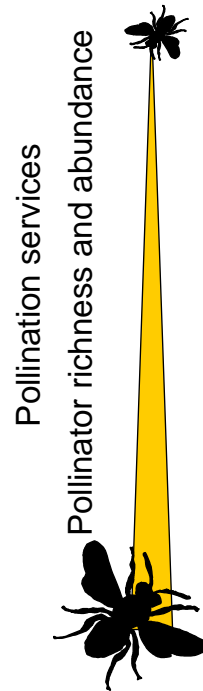
Folgen:

- Verluste funktioneller Biodiversität
- Spezialisierte Arten und höhere trophische Ebenen sind stärker betroffen

Hintergrund: Wechselwirkungen

Landschafts-indikatoren:

- Ackeranteil (%)
- Anteil naturnaher Habitate (%)
- Landschaftsdiversität
- Isolation von Lebensräumen

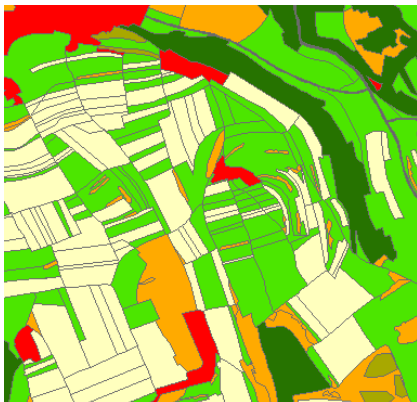


Steffan-Dewenter & Westphal 2008

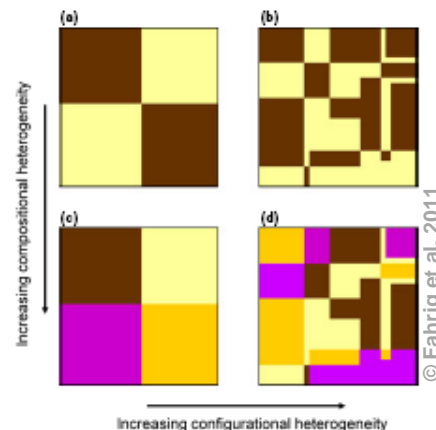
Fragestellung

Wie „gut“ können aktuelle Fernerkundungssensoren unterschiedliche Habitattypen sowie deren Anordnung erfassen?

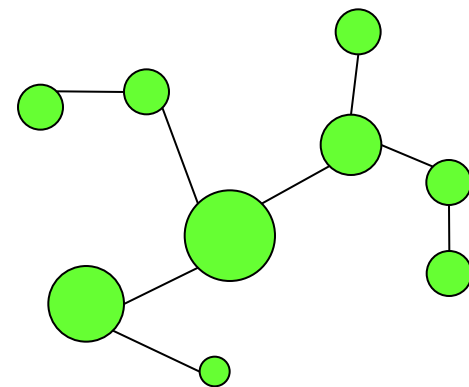
- Welche **Aufnahmekonfiguration** (Termine, Sensoren, Parameter) liefert das beste Ergebnis?
- Welche **Fehler** treten auf und welche Folgen haben diese für die **Landschaftsanalyse**



Landnutzung
(Komposition)

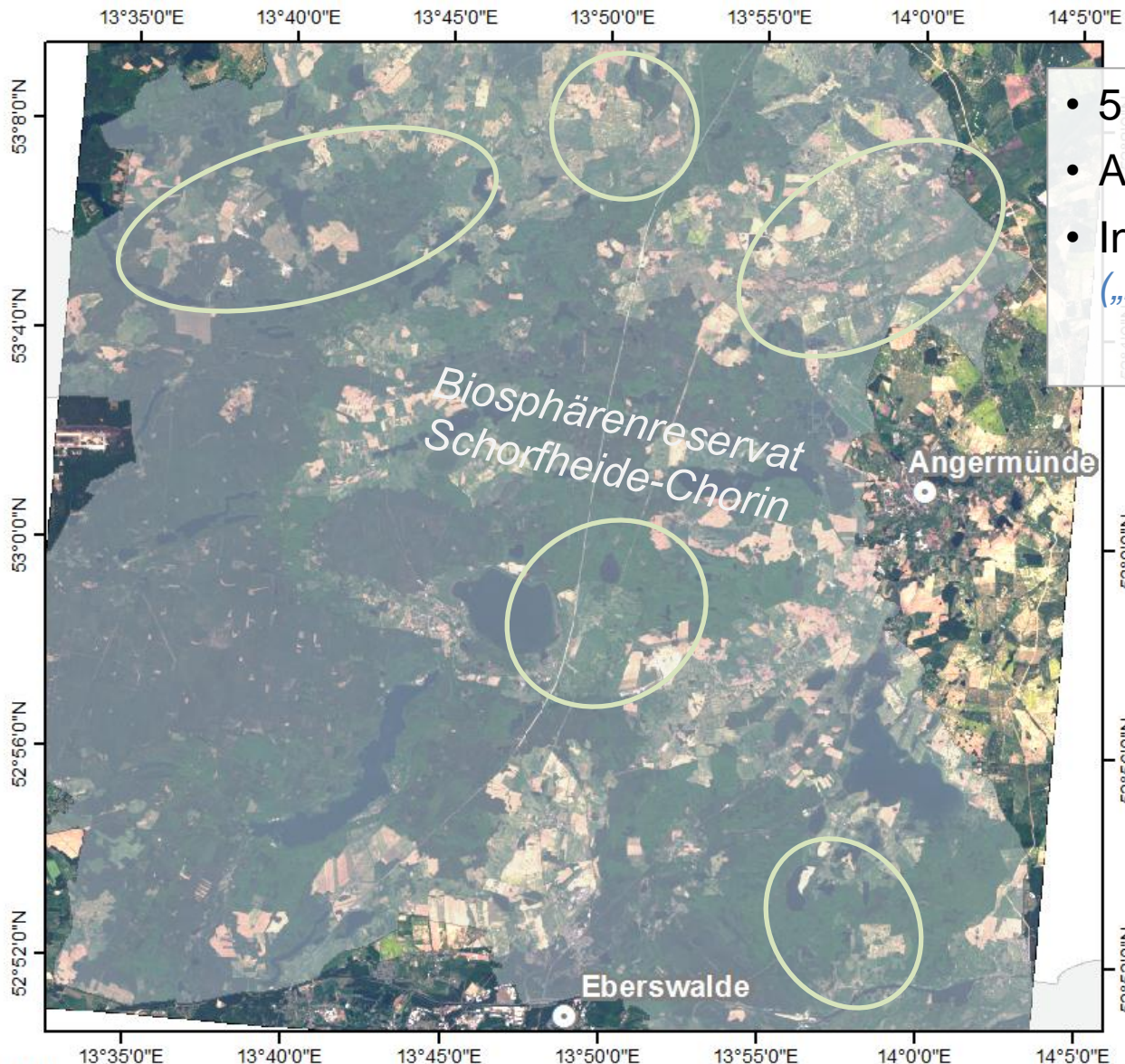


Heterogenität



Funktionelle Konnektivität
(Konfiguration)

Daten und Methoden: Untersuchungsgebiet

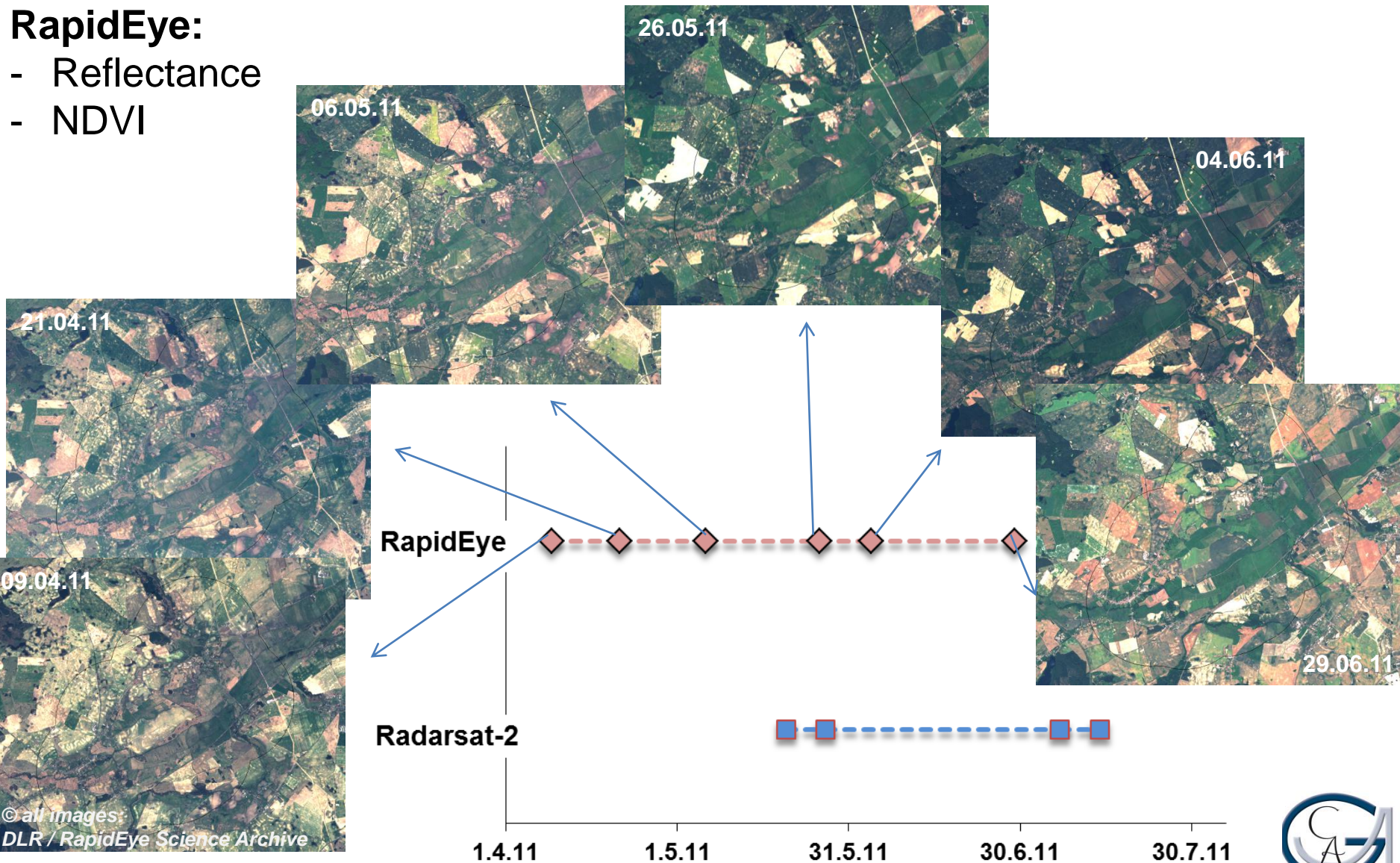


- 5 Cluster
- Agrarlandschaft
- Intensitätsgradient
(„Biodiversity Exploratories“)

Daten und Methoden: Satellitendaten

RapidEye:

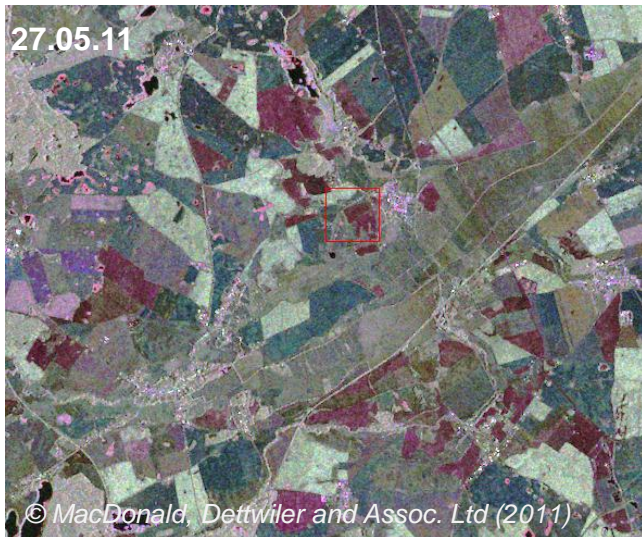
- Reflectance
- NDVI



Daten und Methoden: Satellitendaten

RADARSAT-2 Fine Beam Quad-Pol:

- Intensity (HH, HV, VH, VV)
- Polarimetric decomposition layers

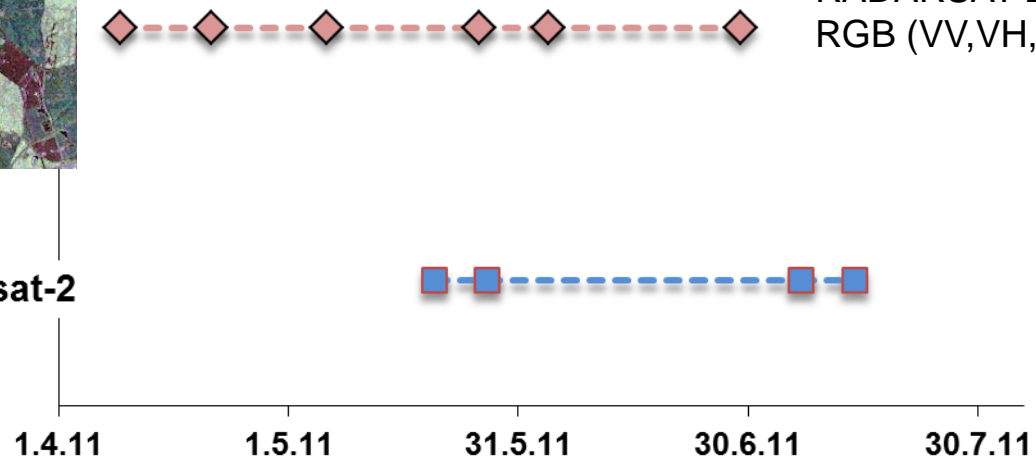


RADARSAT-2, Quad-Pol.,
RGB (VV,VH,HH), Mai 2011

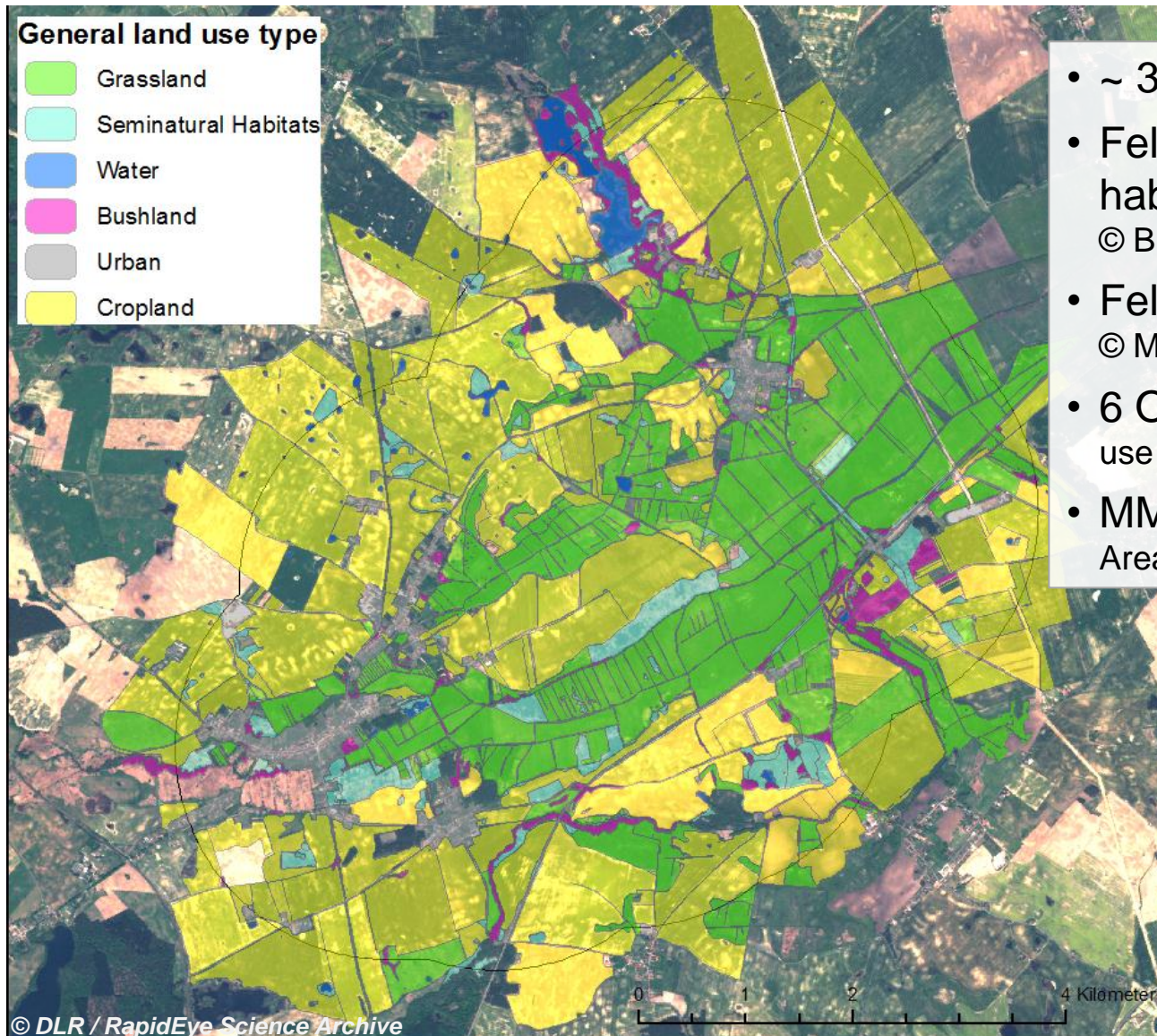
Radarsat-2



RADARSAT-2, Quad-Pol.,
RGB (VV,VH,HH), Juli 2011

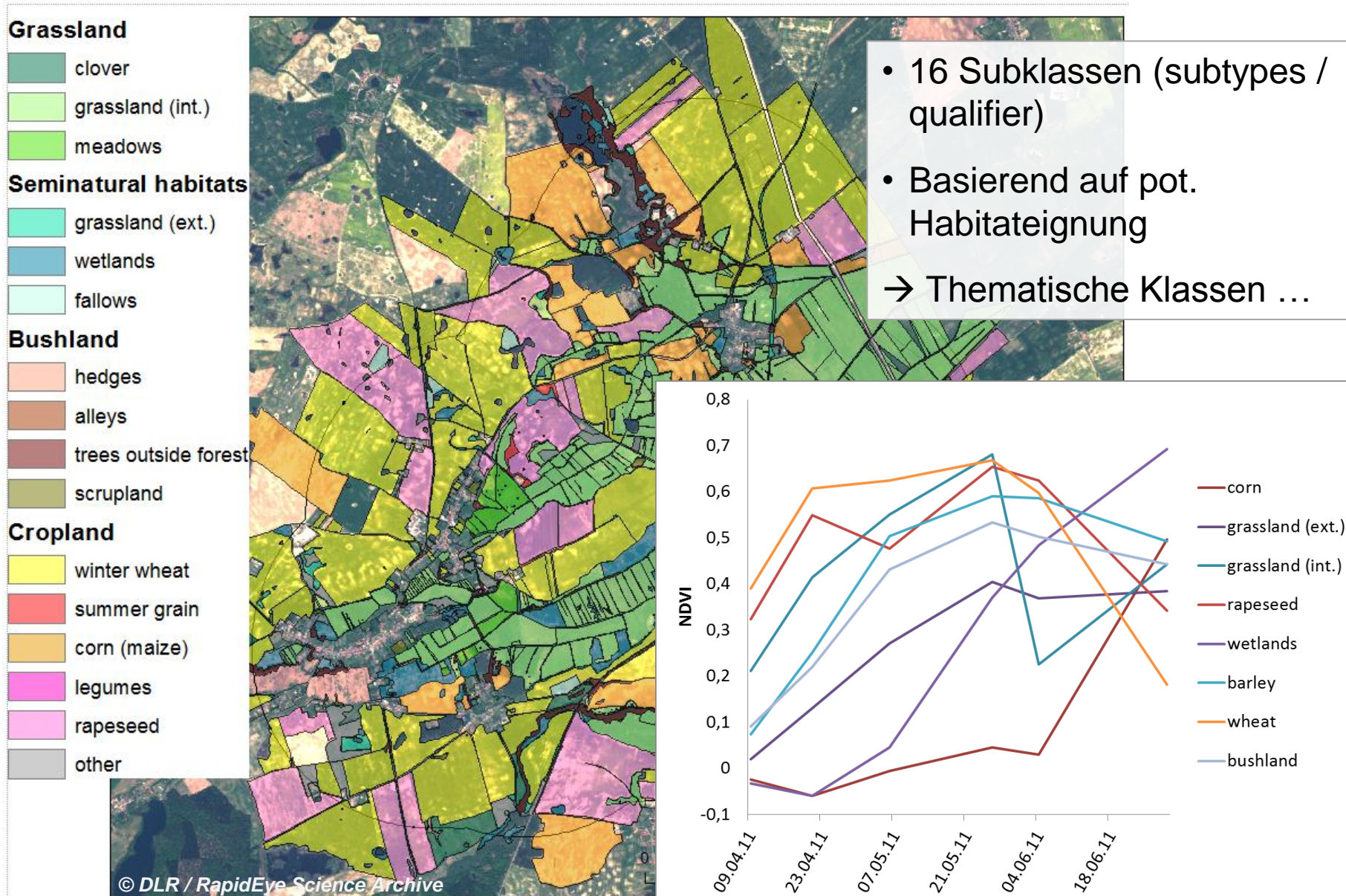


Daten und Methoden: Ground-Truth Daten

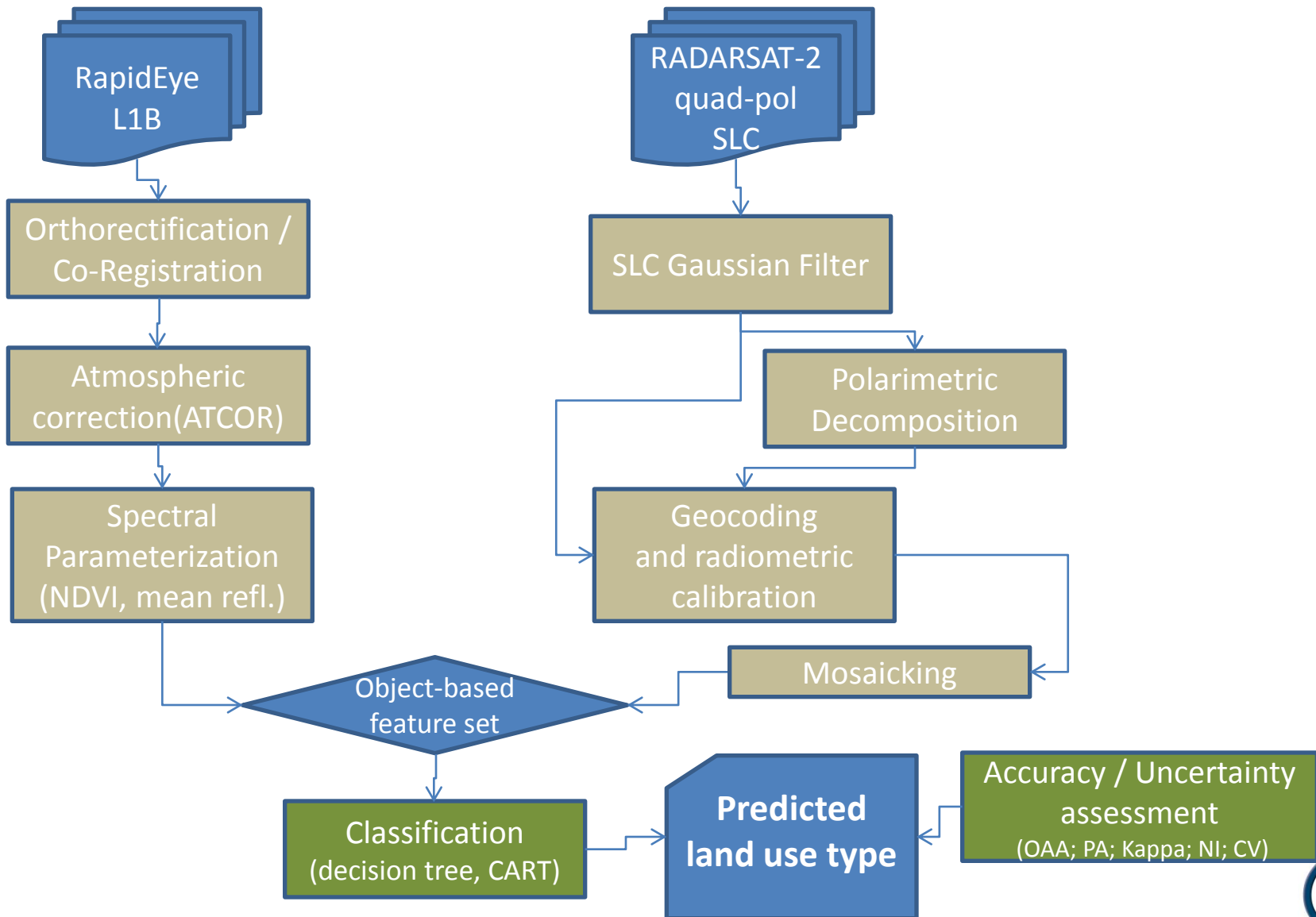


- ~ 3000 samples
- Feldkartierung (semi-nat. habitats)
© Biodiv. Exploratories
- Feldblockdaten
© MIL Brandenburg
- 6 Oberklassen (general land use type / GLUT)
- MMU:
Area > 100 m² AND PARA < 0,5

Daten und Methoden: Ground-Truth Daten



Daten und Methoden: **Arbeitsablauf**



Ergebnisse: RapidEye + RADARSAT-2 (GLUT)

RE scenes	No.	Radarsat-2	No.	OAA	grassl.	semi-nat. hab.	bushland	cropland
t1	1			80,21	88,51	59,06	66,85	76,5
t2	1			77,27				
t3	1			77,06				
t4	1			70,17				
t5	1			75,87				
t6	1			70,8				
t1+t3	2			77,58				
t3+t5	2			80,37				
t1+t2	2			70,69				
t2+t3	2			77,1				
t1+t5	3			78,88				
t1+t2+t3	3			82,39				
t1+t3+t5	4			85,39				
t1+t3+t5+t6	4			80,05				
all	6			75,24				
t1	1			76,23				
t2	1			83,05				
t1+t2	2			80,78				
t1+t3	2			85,71				
t1+t3	2	t2	1	85,54	87,55	54,17	71,8	85,55
T1+t5	2	t1+t2	1	81,04	85,85	68,92	58,53	79,35
T1+t5	2	t2	1	83,73	93,13	61,54	65,66	78,67
t3+t5	2	t2	1	83,6	89,06	44,81	81,01	80,99
t3+t5	2	t1+t2	2	84,76	83,06	55,91	82,94	85,85
t1+t3+t5+t6	4	t1+t2	2	88,17	91,97	43,75	86,77	89,21
t1+t3+t5+t6	4	t2	1	86,79	91,89	43,51	86,77	86,58
t1+t3+t5+t6	4	t1	1	86,12	90,11	37,58	86,73	

RapidEye acquisitions: t1, t2, t3, t4, t5, t6

Radarsat-2 acquisitions: t1, t2

Dates: 1.4.11, 1.5.11, 31.5.11, 30.6.11, 30.7.11

➤ Hohe OAA bereits für frühe Aufnahmen von RapidEye, aber

➤ Unzureichende Genauigkeit für naturnahe Habitate

➤ Generell: Mehrwert von Radarsat-2 Aufnahmen

Ergebnisse: RapidEye + RADARSAT-2 (subtypes)

RapidEye	No.	Radarsat-2	No.	OAA	Kappa	No. of missing classes	Missing classes
t1+t3	2			61,56	0,56	5	13 22 61 84 86
t3+t5	2			60,85	0,54	6	13 20 22 61 82 86
t1+3+5+6	4			64,62	0,58	5	20 22 61 82 84
t1+t3	2	t2	1	63,64	0,58	4	13 22 61 86
t1+t3	2	t1+t2	2	61,75	0,55	6	13 22 61 82 84 86
t1+t3	2	t1	1	62,49	0,56	6	13 22 61 82 84 86
t1+3+5+6	4	t1+t2	2	71,28	0,66	4	22 61 82 84
t3+t5	2	t1+t2	2	64,86	0,58	6	13 22 61 82 84 86
t3+t5	2	t1	1	63,18	0,57	5	22 61 82 84 86
t3+t5	2	t2	1	61,51	0,55	7	13 20 22 61 82 84 86

Grassland

- 11: clover
- 12: grassland (int.)
- 13: meadows

Seminalural habitats

- 20: grassland (ext.)
- 23: wetlands
- 22: fallows

Bushland

- 61: hedges
- 62: alleys
- 63: trees outside forest
- 64: scrubland

Cropland

- 81: winter wheat
- 82: summer grain
- 83: corn (maize)
- 84: legumes
- 85: rapeseed
- 86: other

➤ Unzureichende OAA

RapidEye

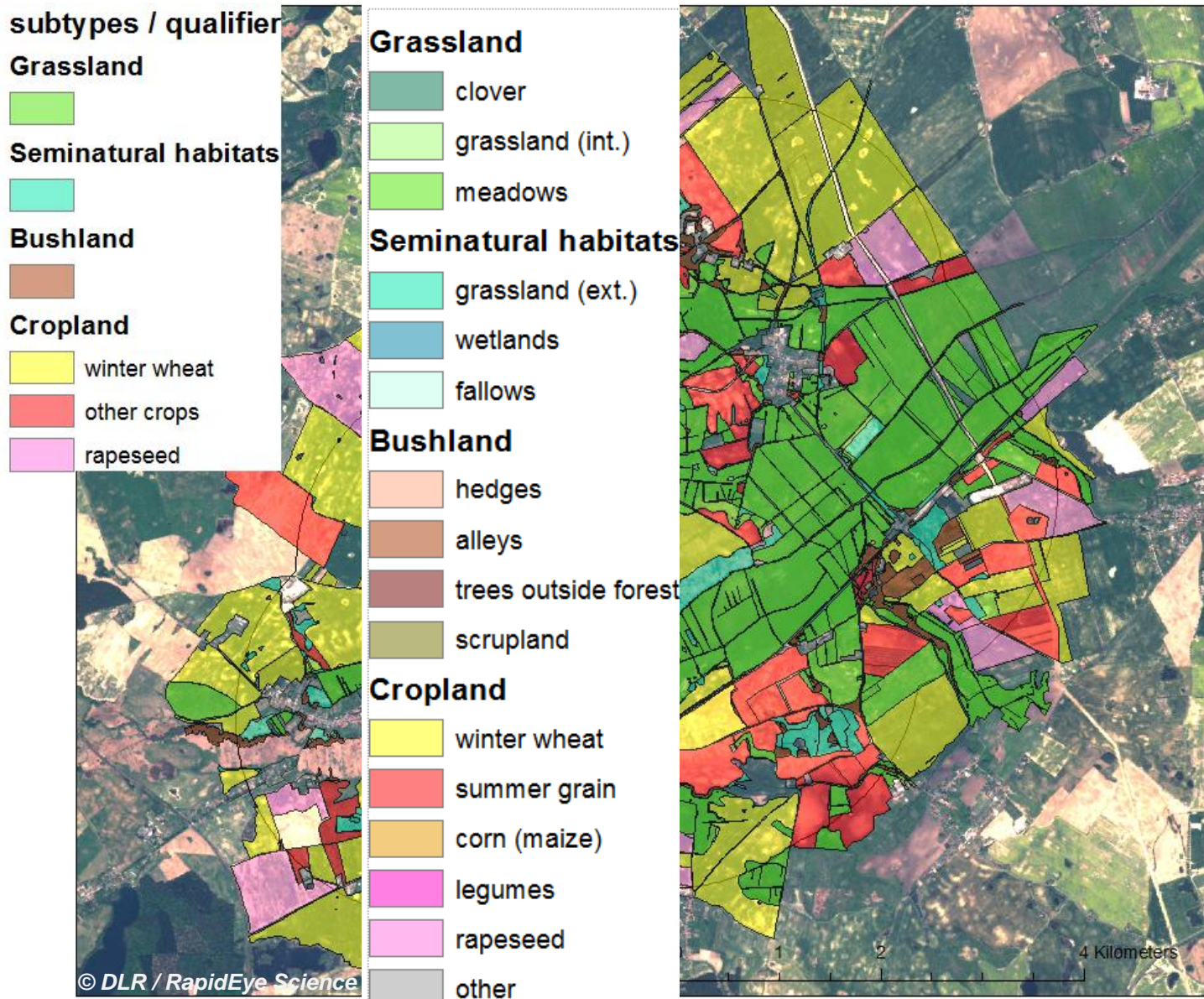
➤ Relevante Habitattypen werden nicht erkannt

Radarsat-2

Fazit: Thematische Klassen reduzieren...

1.4.11 1.5.11 31.5.11 30.6.11 30.7.11

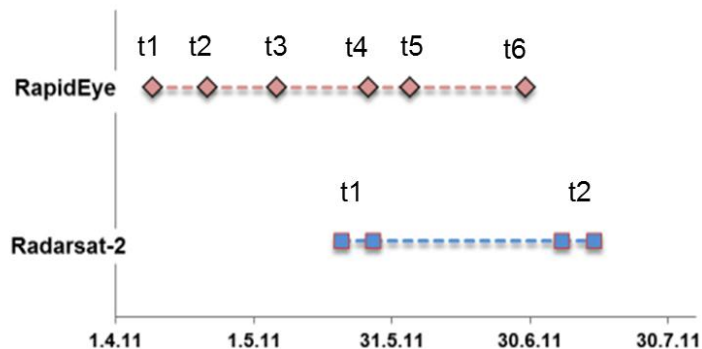
Ergebnisse: RapidEye + RADARSAT-2 (subtypes, agg.)



Ergebnisse: RapidEye + RADARSAT-2 (subtypes, agg.)

RapidEye	No.	Radarsat-2	No.	OAA	grassl.	semi-nat. hab.	bushland	winter wheat	other crops	rapeseed
t1+t3	2			74,46	77,47	77,76	63,06	60,64	69,84	88,18
t3+t5	2			75,42	91,51	52,94	76,67	65,33	48,75	74,29
t1+3+5+6	4			69,26	81,13	78,87	68,71	77,14	16,80	43,14
t1+t3	2	t1+t2	2	84,01	80,07	77,33	59,90	86,30	65,83	78,85
t1+t3	2	t1+t2	2	81,30	89,27	53,10	62,84	70,89	77,12	88,92
t1+t3	2	t1	1	79,64	85,51	55,39	65,05	79,14	61,81	83,46
t1+3+5	3	t1+t2	2	80,78	89,27	53,10	68,71	85,44	62,66	88,92
t3+t5	2	t1+t2	2	78,91	91,24	45,47	84,59	79,00	44,46	88,92
t3+t5	2	t1	1	80,47	83,21	48,03	76,97	70,51	65,56	89,65
t3+t5	2	t2	1	77,25	90,91	42,61	84,59	73,02	53,61	70,87
		t1+t2	2	72,62	89,92	58,87	57,60	66,83	44,35	77,43
		t2	1	73,63	92,77	29,01	44,54	86,66	28,01	31,10

➤ RapidEye: OAA ausreichend bis gut
 ➤ RADARSAT-2: OAA ausreichend
 ➤ RapidEye/RADARSAT-2: OAA gut;
 ➤ Wesentliche funktionelle Habitattypen können erkannt werden



Ergebnisse: RapidEye + RADARSAT-2 (subtypes, agg.)

subtypes / qualifizier

Grassland



Seminalural habitats



Bushland



Cropland



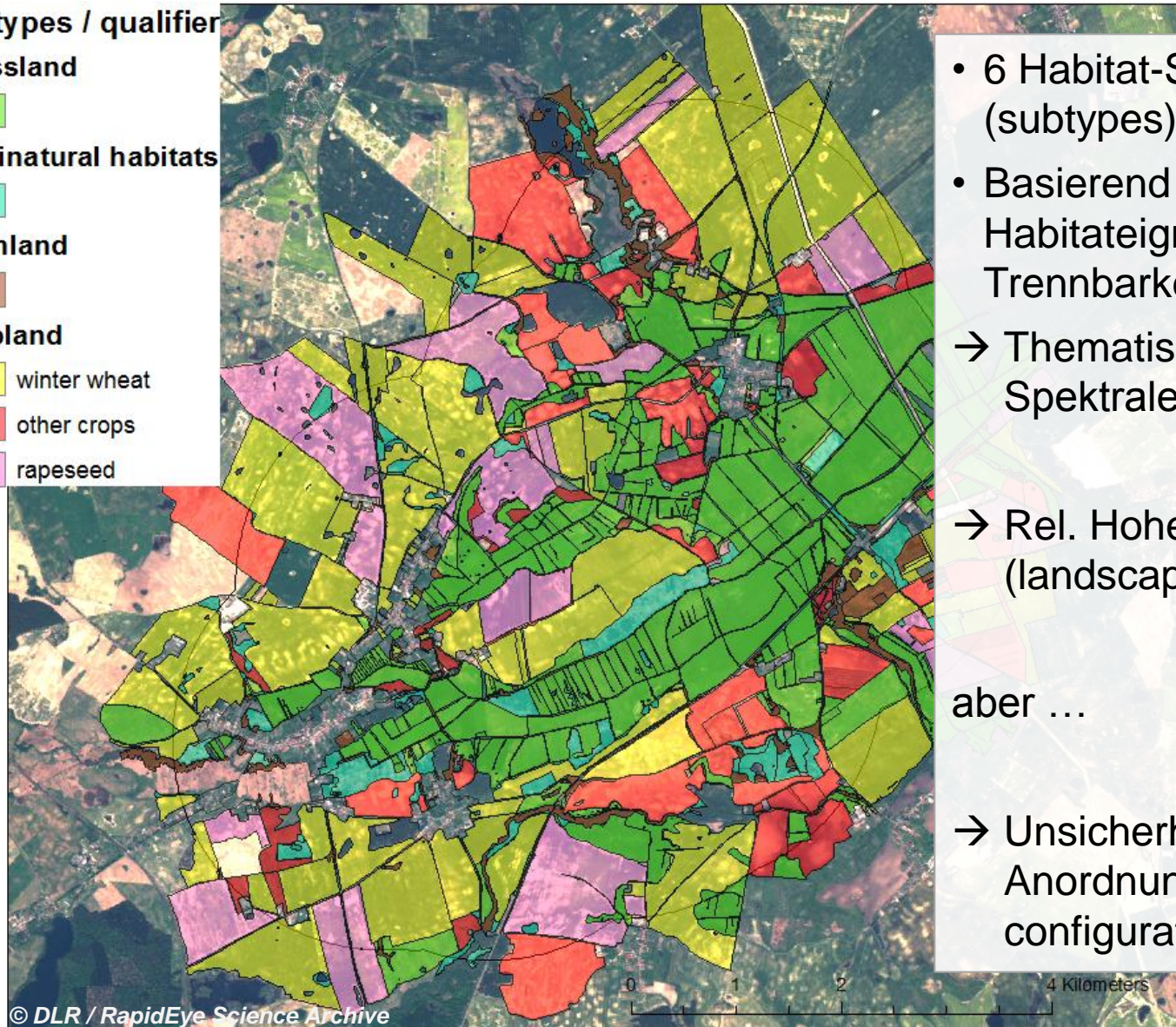
winter wheat



other crops



rapeseed



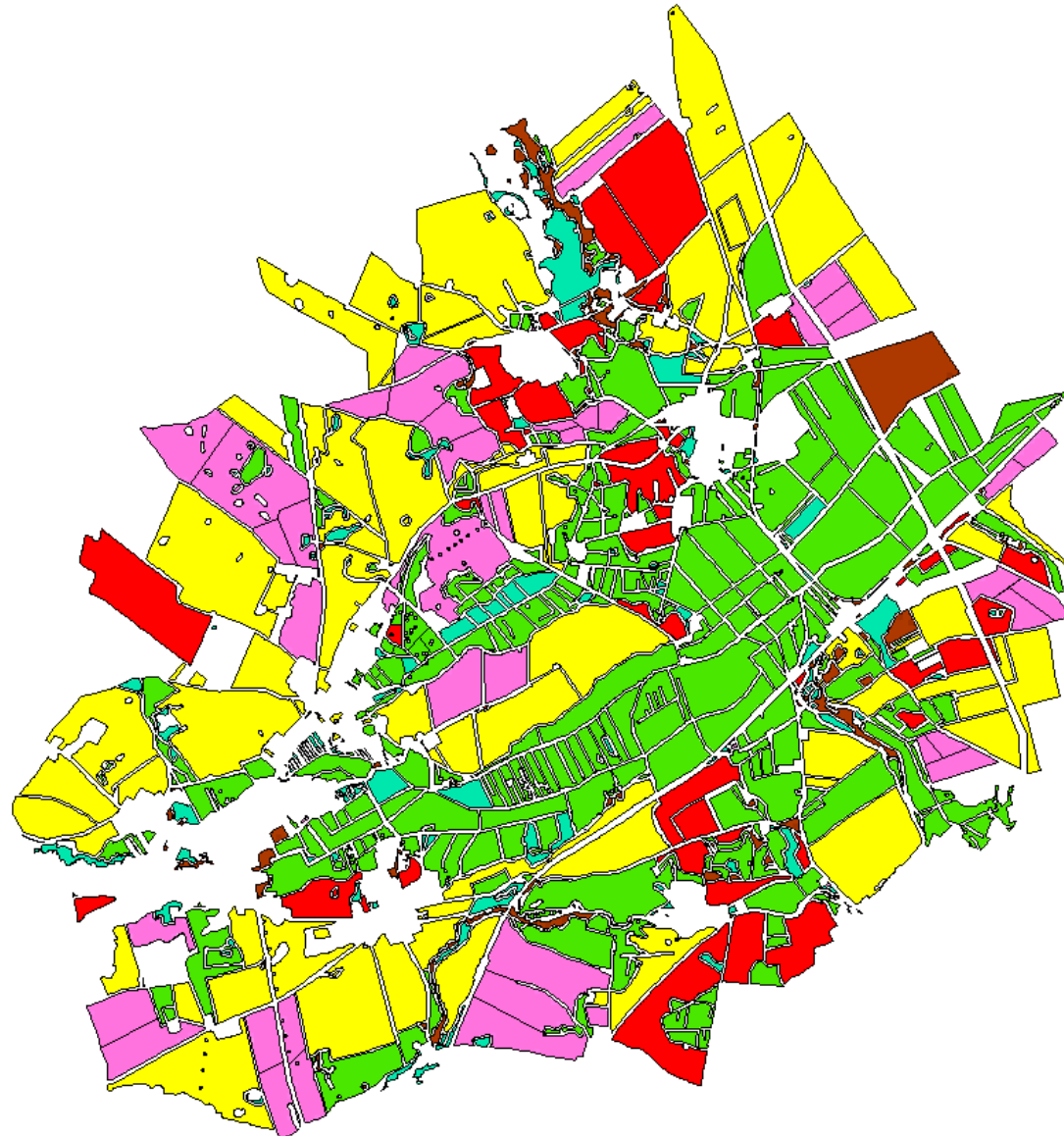
- 6 Habitat-Subklassen (subtypes)
- Basierend auf pot. Habitateignung und spektr. Trennbarkeit
- Thematische Klassen vs. Spektrale Klassen ...

→ Rel. Hohe Genauigkeit (landscape composition)

aber ...

→ Unsicherheit in räuml. Anordnung (landscape configuration)?

Ergebnisse: Unsicherheit (Landschaftsstruktur)



- 10 Wiederholungen
- Trainingsdaten durch Zufallsstichprobe
- OAA > 80%

Grassland



Seminatural habitats



Bushland



Cropland



winter wheat

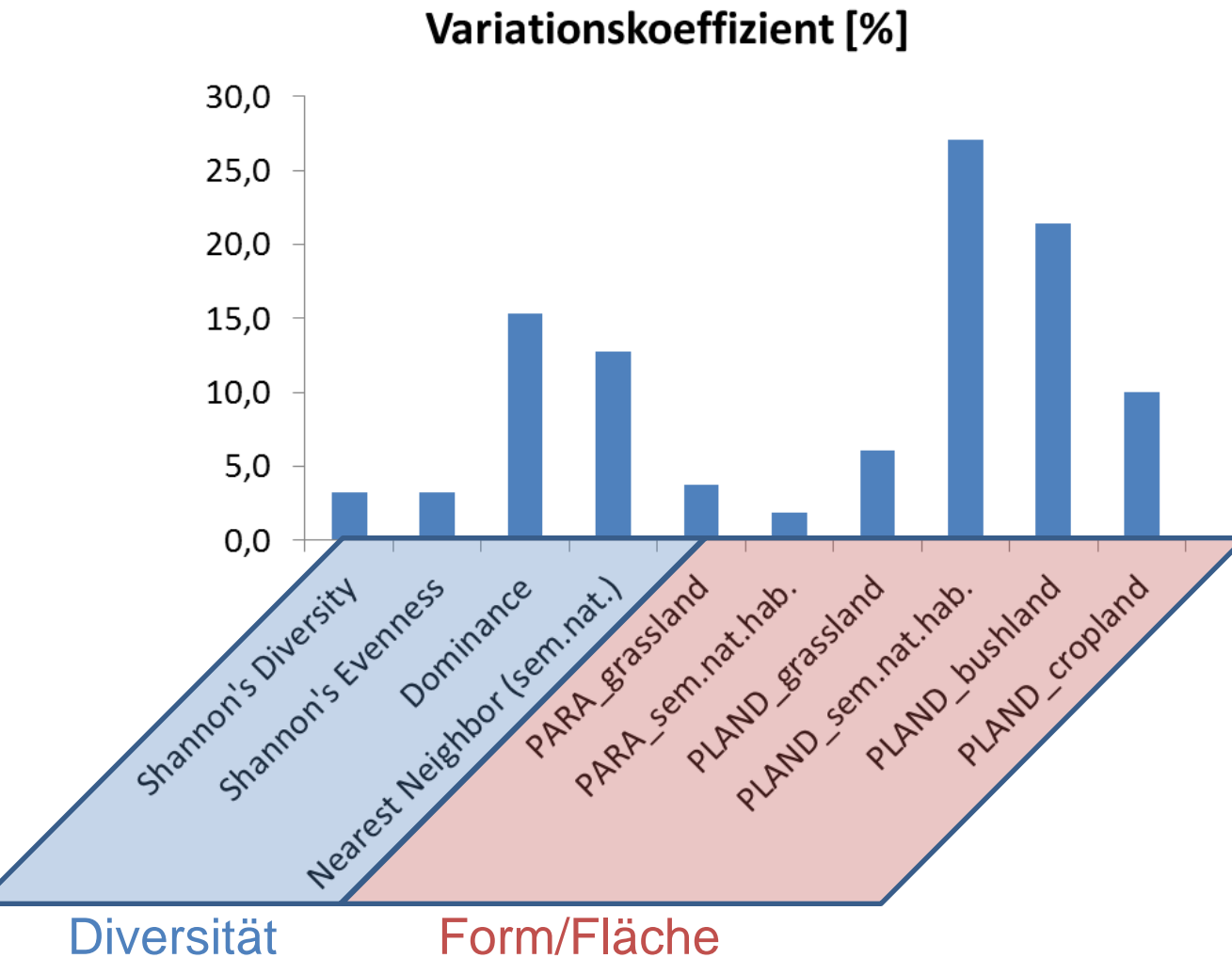


other crops



rapeseed

Ergebnisse: Unsicherheit (Landschaftsstruktur)



- 10 Wiederholungen
- Trainingsdaten durch Zufallsstichprobe
- OAA > 80%
- Komposition vs. Konfiguration ...

Ergebnisse: Wichtigkeit der Variablen (subtypes, agg.)

subtypes / qualifier

Grassland



Seminatural habitats



Bushland

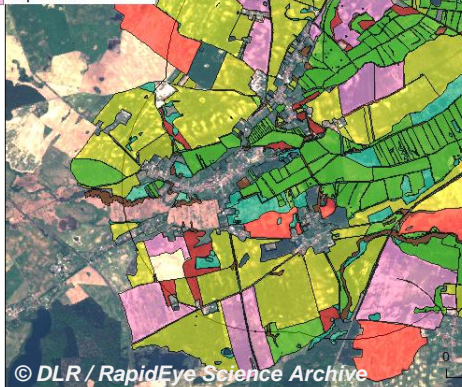


Cropland

winter wheat

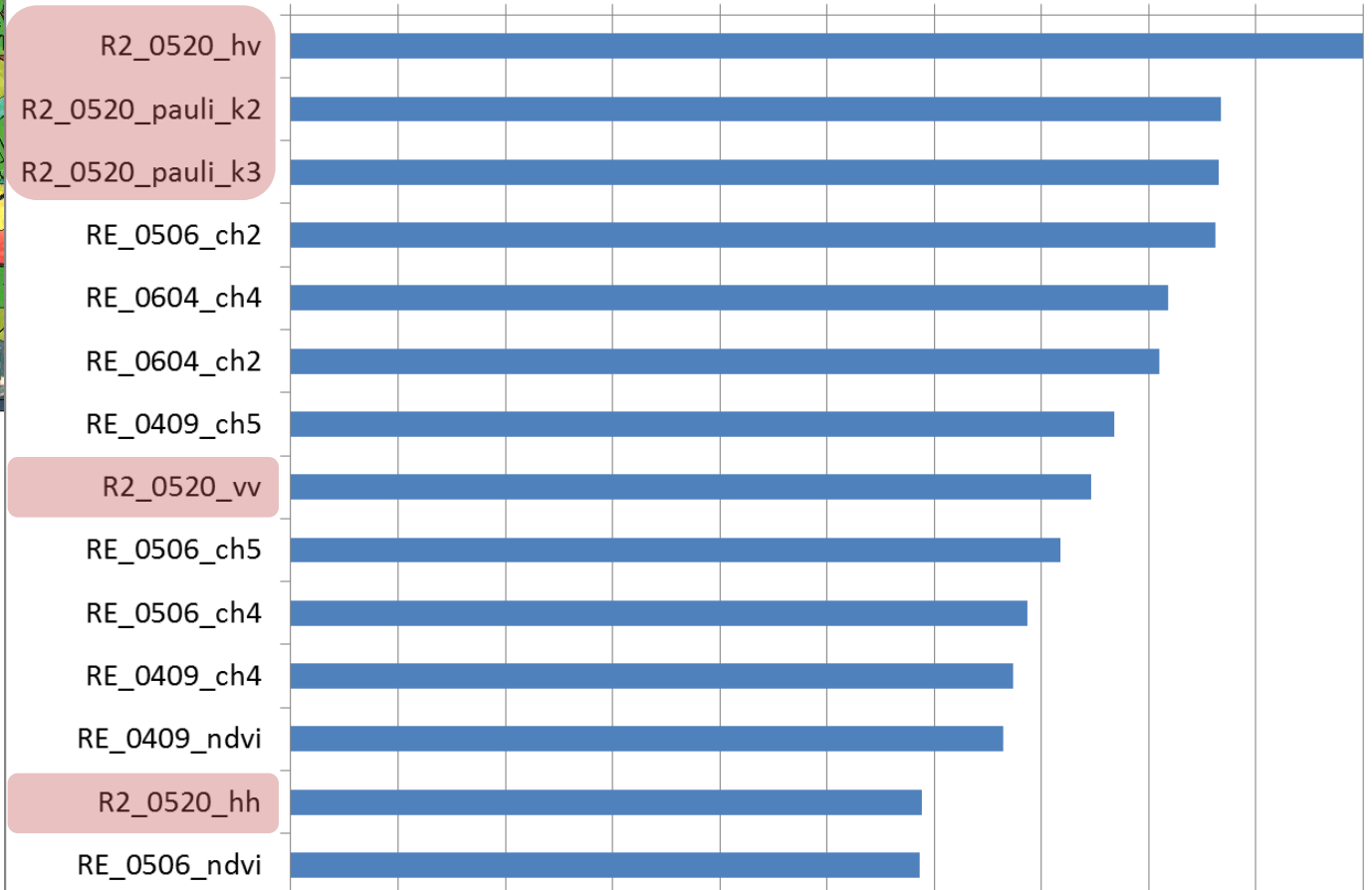
other crops

rapeseed



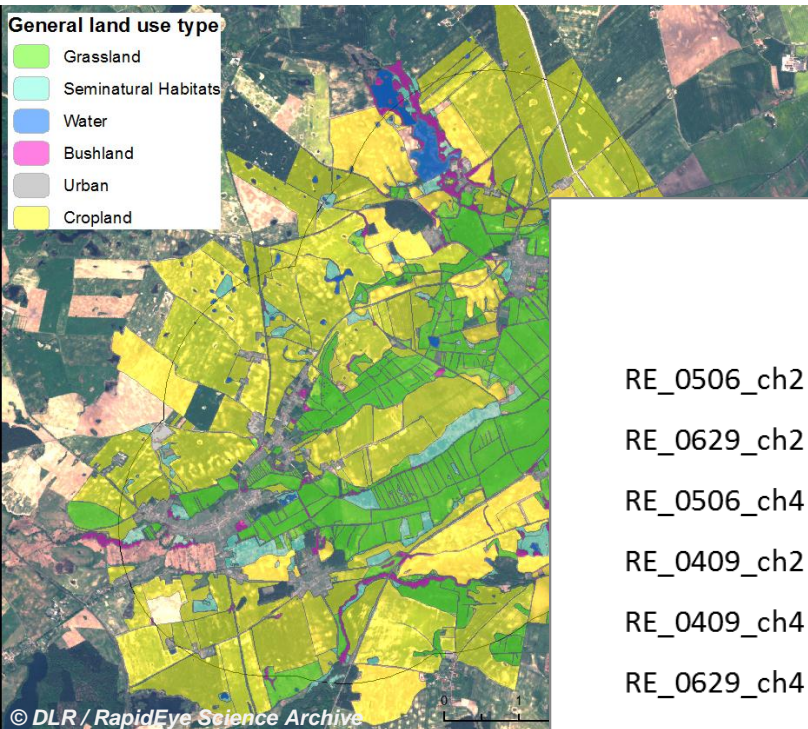
normalized importance (subtypes, aggregated)

0,5 0,55 0,6 0,65 0,7 0,75 0,8 0,85 0,9 0,95 1

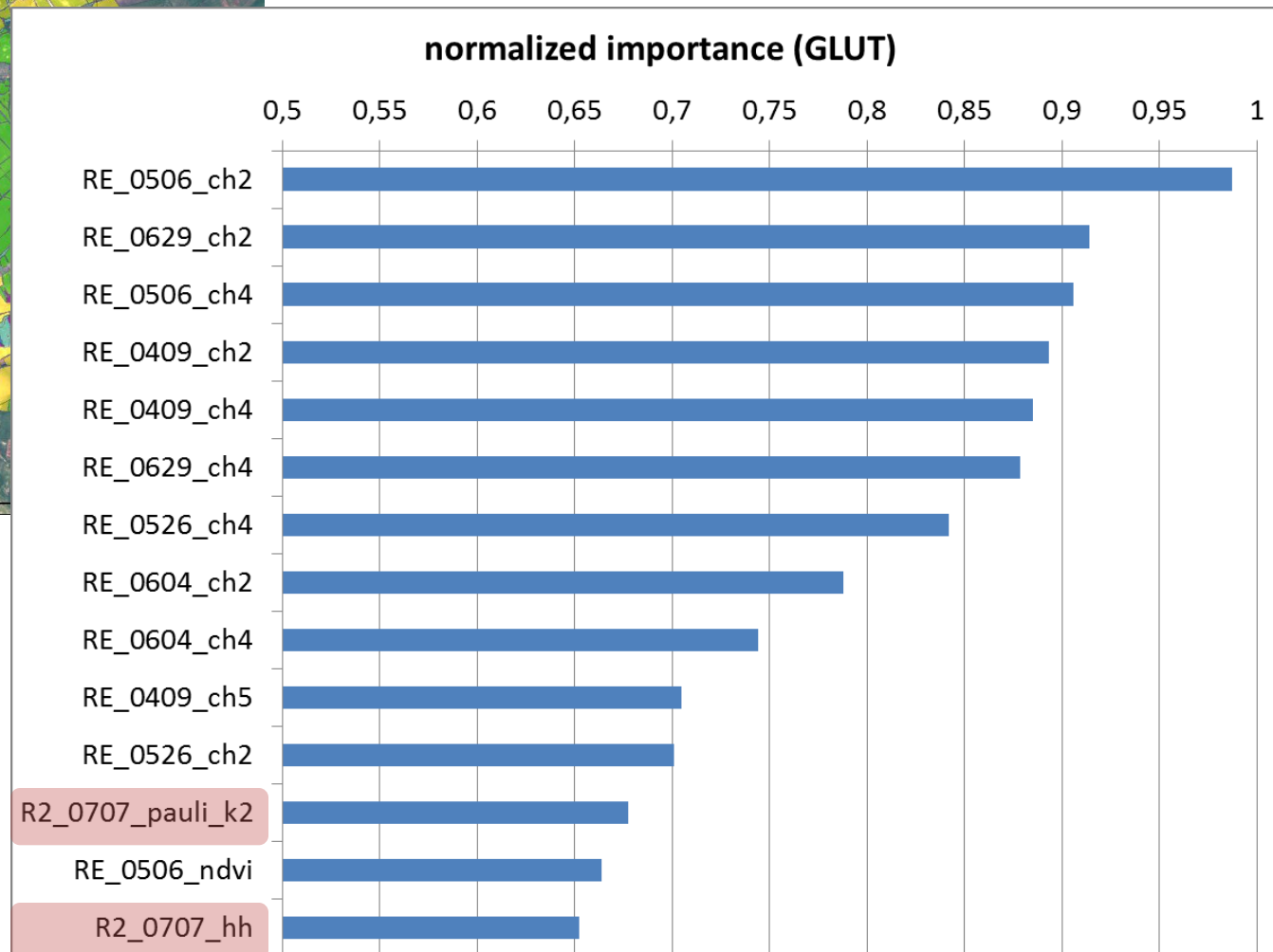


$$nW = \sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i}{n} \right)$$

Ergebnisse: Wichtigkeit der Variablen (GLUT)



$$nW = \sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i}{n} \right)$$



Zusammenfassung

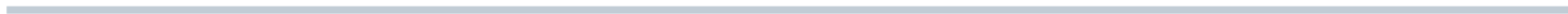
- Auswertung der RapidEye-Daten allein ausreichend für „general land use types“ (OAA > 80 %)
- Erhebliche Probleme bei spektraler Trennbarkeit der funktionellen Habitattypen
- Aufnahmetermine zu Beginn der Vegetationsperiode liefern beste Ergebnisse
- Klassifikationsergebnisse können (fast) immer verbessert werden durch RADARSAT-2 QuadPol-Daten
- Unsicherheit der Landschaftsmaße v.a. bei Komposition, weniger bei Konfiguration

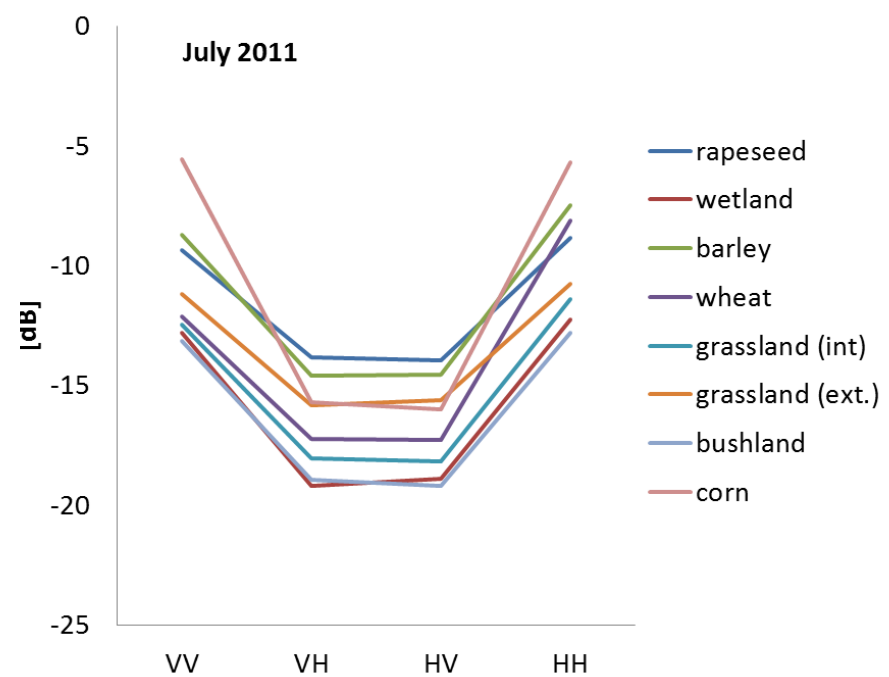
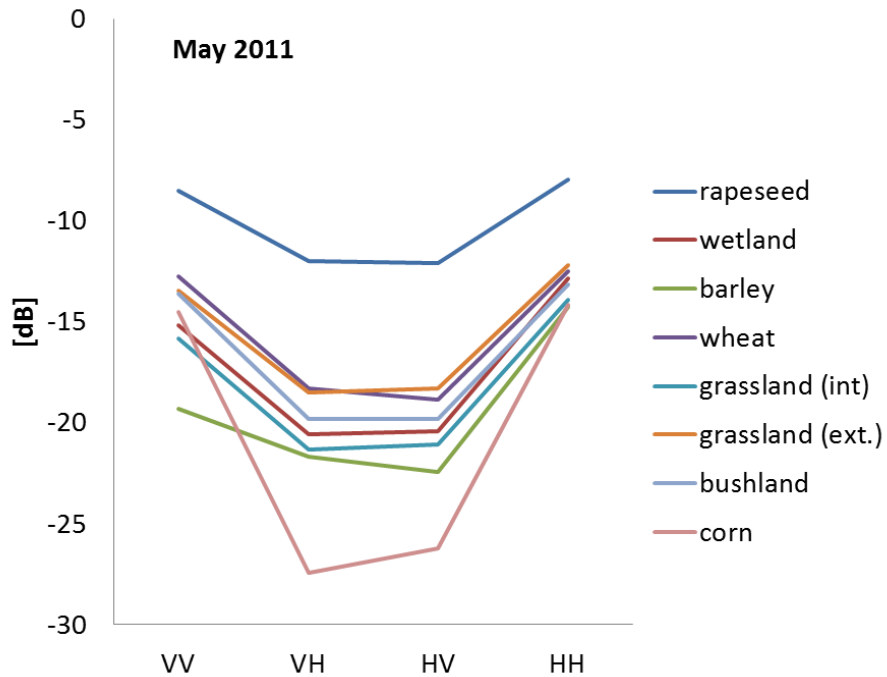
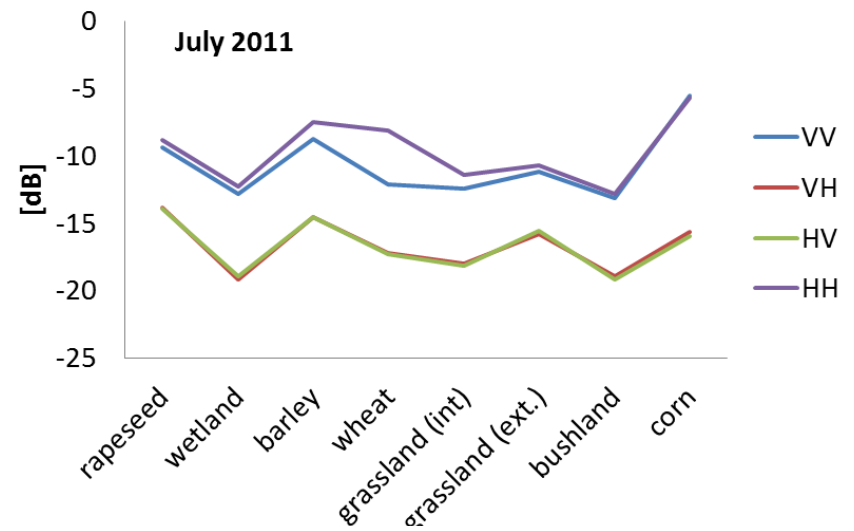
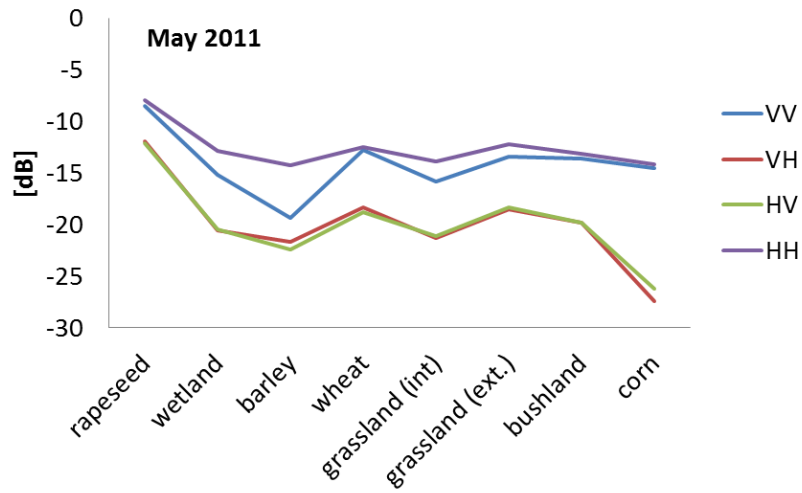
Ausblick

- FE-Anwendungen im Bereich Umweltforschung / Biodiversität / AUP benötigen extrem hohe (räumliche und zeitliche) Auflösung
- Datenverfügbarkeit von (räumlich- und zeitlich) hochauflösenden FE-Daten hat beträchtlich zugenommen
- Operationellem Monitoring funktioneller Habitattypen in Offenlandschaft sind Grenzen gesetzt
- Validierung der Ergebnisse für weitere Landschaften und Sensorkombinationen (TerraSAR-X) / Change Detection

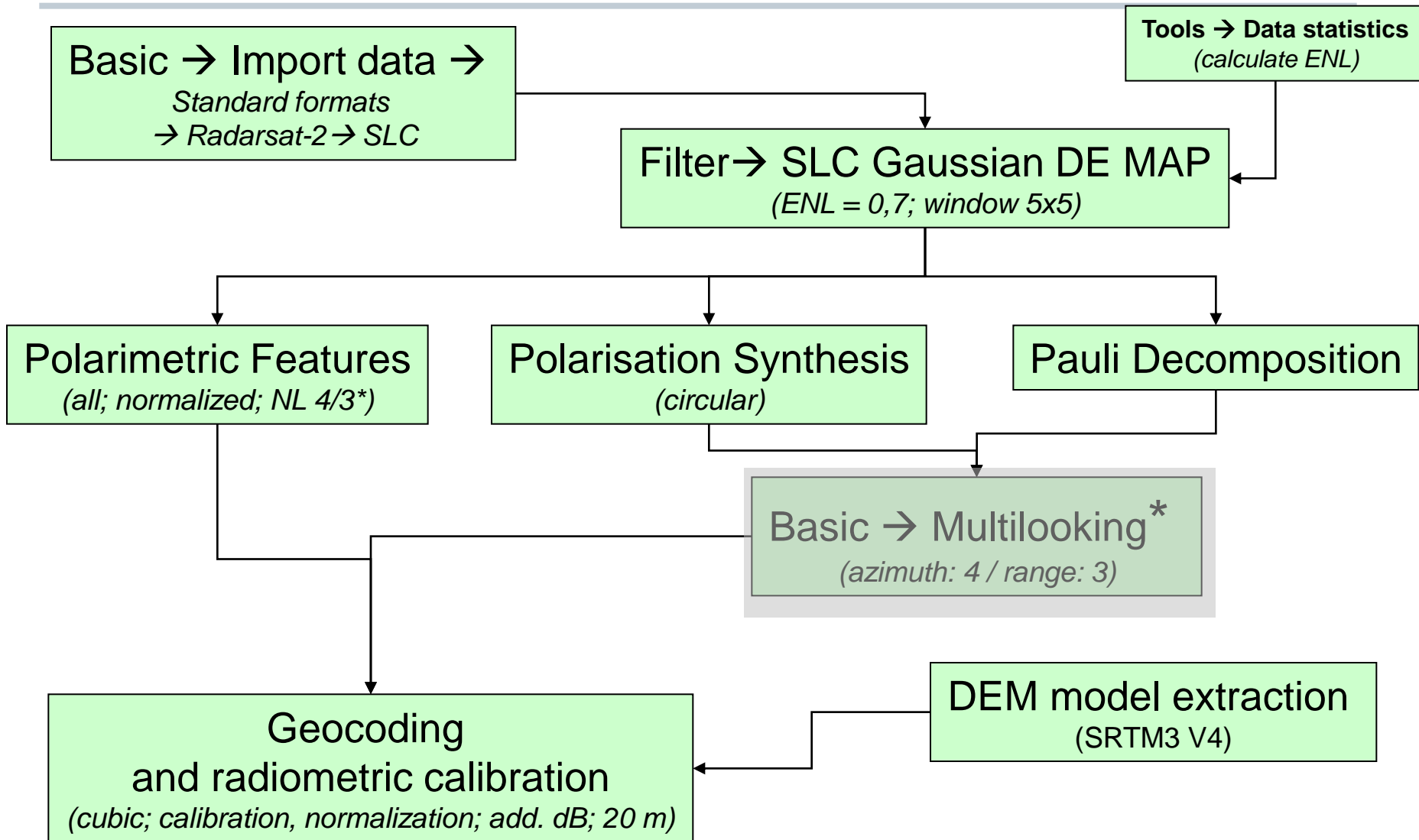
Vielen Dank!

SOAR RADARSAT-2/TerraSAR-X Project # 5040/LAN0901





Workflow for processing of Radarsat-2 QuadPol data with SarScape (Stand: 02.03.2012, SLC Gaussian Filter)



* Effective ground resolution: 20,2 m; without multilooking, GR resolution would be 7.22 x 5.12 m

Table 1-3 Summary of RADARSAT-2 Beam Modes and Products

BEAM MODE	PRODUCT ^{1,2}	Pixel Spacing ^{3,4}	Resolution ^{3,5}	Scene Size ⁶	Incidence Angle ⁷	No. Looks	Polarizations Options ⁸
		[Rng x Az] (m)	[Rng x Az] (m)	[Rng x Az] (km)	°	[Rng x Az]	
Spotlight	SLC	1.3 x 0.4	1.6 x 0.8	18 x 8	20 to 49	1 x 1	Single Co or Cross (HH or VV or HV or VH)
	SGX	1 x 1/3	4.6 - 2.1 x 0.8				
	SGF	0.5 x 0.5					
	SSG, SPG	0.5 x 0.5					
Ultra-Fine	SLC	1.3 x 2.1	1.6 x 2.8	20 x 20	20 to 49	1 x 1	Single Co or Cross (HH or VV or HV or VH)
	SGX	1 x 1	4.6 - 2.1 x 2.8				
	SGF	1.56 x 1.56					
	SSG, SPG	1.56 x 1.56					
Multi-Look Fine	SLC	2.7 x 2.9	3.1 x 4.6	50 x 50	30 to 50	1 x 1	Single Co or Cross (HH or VV or HV or VH)
	SGX	3.13 x 3.13	10.4 - 6.8 x 7.6			2 x 2	
	SGF	6.25 x 6.25					
	SSG, SPG	6.25 x 6.25					
Fine	SLC	4.7 x 5.1	5.2 x 7.7	50 x 50	30 to 50	1 x 1	Single Co, Cross or Dual (HH or VV or HV or VH or HH+HV or VV+VH)
	SGX	3.13 x 3.13	10.4 - 6.8 x 7.7				
	SGF	6.25 x 6.25					
	SSG, SPG	6.25 x 6.25					
Standard	SLC	8 or 11.8 x 5.1	9.0 or 13.5 x 7.7	100 x 100	20 to 49	1 x 1	Single Co, Cross or Dual (HH or VV or HV or VH or HH+HV or VV+VH)
	SGX	8 x 8	26.8 - 18.0 x 24.7			1 x 4	
	SGF	12.5 x 12.5					
	SSG, SPG	12.5 x 12.5					
Wide	SLC	11.8 x 5.1	13.5 x 7.7	150 x 150	20 to 45	1 x 1	Single Co, Cross or Dual (HH or VV or HV or VH or HH+HV or VV+VH)
	SGX	10 x 10	40.0 - 19.2 x 24.7			1 x 4	
	SGF	12.5 x 12.5					
	SSG, SPG	12.5 x 12.5					
ScansAR Narrow	SCN	25 x 25	79.9 - 37.7 x 60	300 x 300	20 to 46	2 x 2	Single Co, Cross or Dual (HH or VV or HV or VH or HH+HV or VV+VH)
ScansAR Wide	SCW	50 x 50	160 - 72.1 x 100	500 x 500	20 to 49	4 x 2	Single Co, Cross or Dual (HH or VV or HV or VH or HH+HV or VV+VH)
Extended High	SLC	11.8 x 5.1	13.5 x 7.7	75 x 75	49 to 60	1 x 1	Single (HH only)
	SGX	8 x 8	18.2 - 15.9 x 24.7			1 x 4	
	SGF	12.5 x 12.5					
	SSG, SPG	12.5 x 12.5					
Extended Low	SLC	8.0 x 5.1	9.0 x 7.7	170 x 170	10 to 23	1 x 1	Single (HH only)
	SGX	10 x 10	52.7 - 23.3 x 24.7			1 x 4	
	SGF	12.5 x 12.5					
	SSG, SPG	12.5 x 12.5					
Fine Quad-Pol	SLC	4.7 x 5.1	5.2 x 7.6	25 x 25	18 to 49	1 x 1	Quad (HH+VV+HV+VH)
	SGX	3.13 x 3.13	16.5 - 6.8 x 7.6				
	SSG, SPG	3.13 x 3.13					

Kartierschlüssel – Biodiv. Exploratories

A	B	C	D
GLUT	QUAL1	Code_num	Definition
A	u	17	cultivated flowers
F	c	23	coniferous, forest
F	d	25	deciduous, forest
F	m	27	mixed, forest
F&T	e	3	coniferous
F&T	d	4	deciduous
F&T	m	10	mixed
N	b	2	scrubland
N	e	5	extensively used grassland
N	f	6	fallow
N	h	7	hedges
N	k	8	calcareous grassland
N	o	12	orchard
N	t	16	wetland
N	y	20	escarpment
N	z	21	tree line
T	p	13	plantation
T	c	22	coniferous, woodland
T	d	24	deciduous, woodland
T	m	26	mixed, woodland
U	n	11	non-vegetated
U	s	15	settlement
U	v	19	vegetated
W	a	1	artificial
W	l	9	lake (big water bodies)
W	r	14	river
W	w	18	pond (small water bodies)

Kartierschlüssel – Biodiv. Exploratories / InVeKoS

GLUT	qual1	Code MIL	Kulturart	Oberklasse	O Name	Subklasse	S Name
N	12		orchard	1	Wirtschaftsgrünland	12	Mahd
		421	Klee	1	Wirtschaftsgrünland	11	Klee / Klee gras
		422	Klee gras	1	Wirtschaftsgrünland	11	Klee / Klee gras
		423	Luzerne	1	Wirtschaftsgrünland	11	Klee / Klee gras
		424	Acker gras	1	Wirtschaftsgrünland	11	Klee / Klee gras
		451	Wiesen	1	Wirtschaftsgrünland	12	Mahd
		452	Mähweiden	1	Wirtschaftsgrünland	12	Mahd
		453	Weiden und Almen	1	Wirtschaftsgrünland	13	beweidet
		454	Hutungen	1	Wirtschaftsgrünland	13	beweidet
		458	Streuwiesen	1	Wirtschaftsgrünland	12	Mahd
		459	Alle (anderen) Dauergrünlandnutzungen	1	Wirtschaftsgrünland	12	Mahd
		480	Streuobstfläche mit Grünlandnutzung	1	Wirtschaftsgrünland	12	Mahd
N	5		extensively used grassland	2	naturnahe Habitate	20	Extensivgrünland
N	8		calcareous grassland	2	naturnahe Habitate	20	Extensivgrünland
		923	Grünland ohne landwirtschaftliche Nutzung	2	naturnahe Habitate	20	Extensivgrünland
		924	Biotop ohne landwirtschaftliche Nutzung	2	naturnahe Habitate	20	Extensivgrünland
N	6		fallow	2	naturnahe Habitate	22	Brachen
		591	Ackerland aus der Erzeugung genommen	2	naturnahe Habitate	22	Brachen
N	16		wetland	2	naturnahe Habitate	23	Feuchtgebiete
N	2		scrubland	6	Landschaftselemente	64	Buschland
N	7		hedges	6	Landschaftselemente	61	Hecken
N	21		tree line	6	Landschaftselemente	62	Alleen
T			woodland	6	Landschaftselemente	63	Baumgruppen
U			urban	7	Siedlungen	70	
W	1		water	4	Wasserflächen	42	Seen
W	9		water	4	Wasserflächen	42	Seen
W	18		water	4	Wasserflächen	41	Tümpel
		114	Dinkel	8	Ackerland	81	Wintergetreide
		115	Winterweizen (ohne Durum)	8	Ackerland	81	Wintergetreide
		116	Sommerweizen (ohne Durum)	8	Ackerland	82	Sommergetreide
		121	Winterroggen	8	Ackerland	81	Wintergetreide
		122	Sommerroggen	8	Ackerland	82	Sommergetreide
		131	Wintergerste	8	Ackerland	81	Wintergetreide
		132	Sommergerste	8	Ackerland	82	Sommergetreide
		143	Sommerhafer	8	Ackerland	82	Sommergetreide
		156	Wintergerste	8	Ackerland	81	Wintergetreide