



COP4EE
Erneuerbare Energien

COP4EE – Prognose und Monitoring der Biomassepotentiale zur energetischen Nutzung

Dr. Jonas Franke, Remote Sensing Solutions GmbH

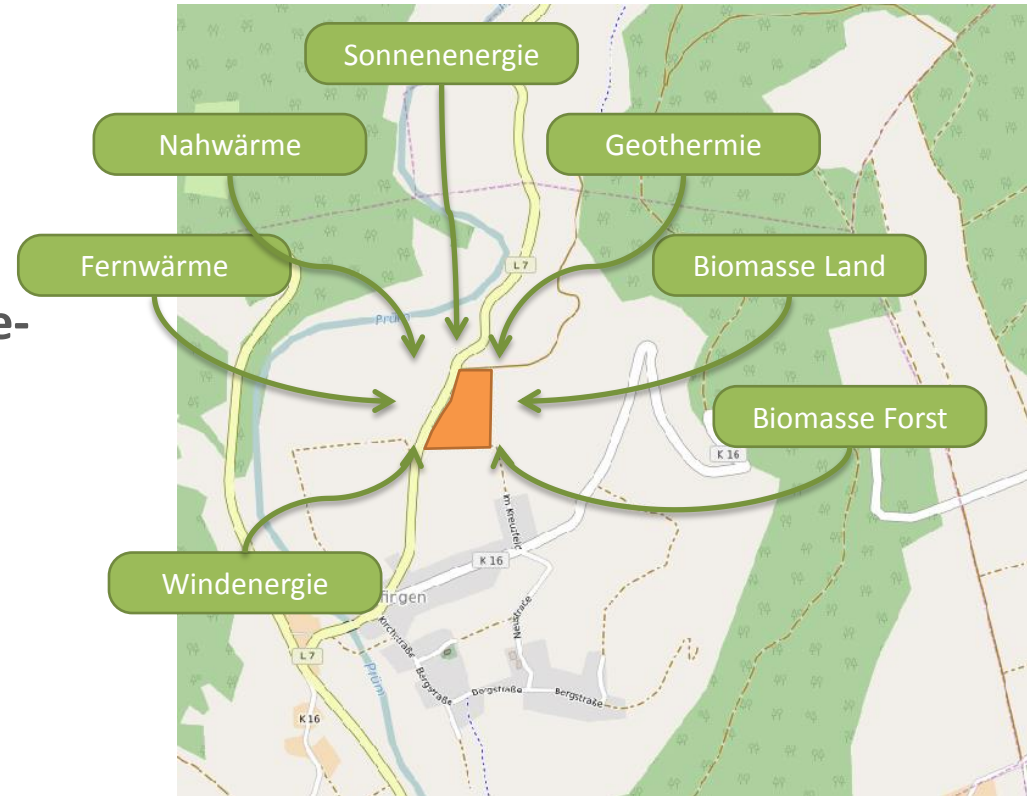
Dr. Rolf Lessing, DELPHI IMM GmbH

Agenda

- Ansatz in COP4EE
- Status Erzeugung versus Verbrauch
- Biomasse von Forstflächen und Kurzumtriebsplantagen
 - Ausweisung der Potenziale
 - Monitoringansatz
- Biomasse von Landwirtschaftsflächen
 - Ausweisung der Potenziale
 - Monitoringansatz

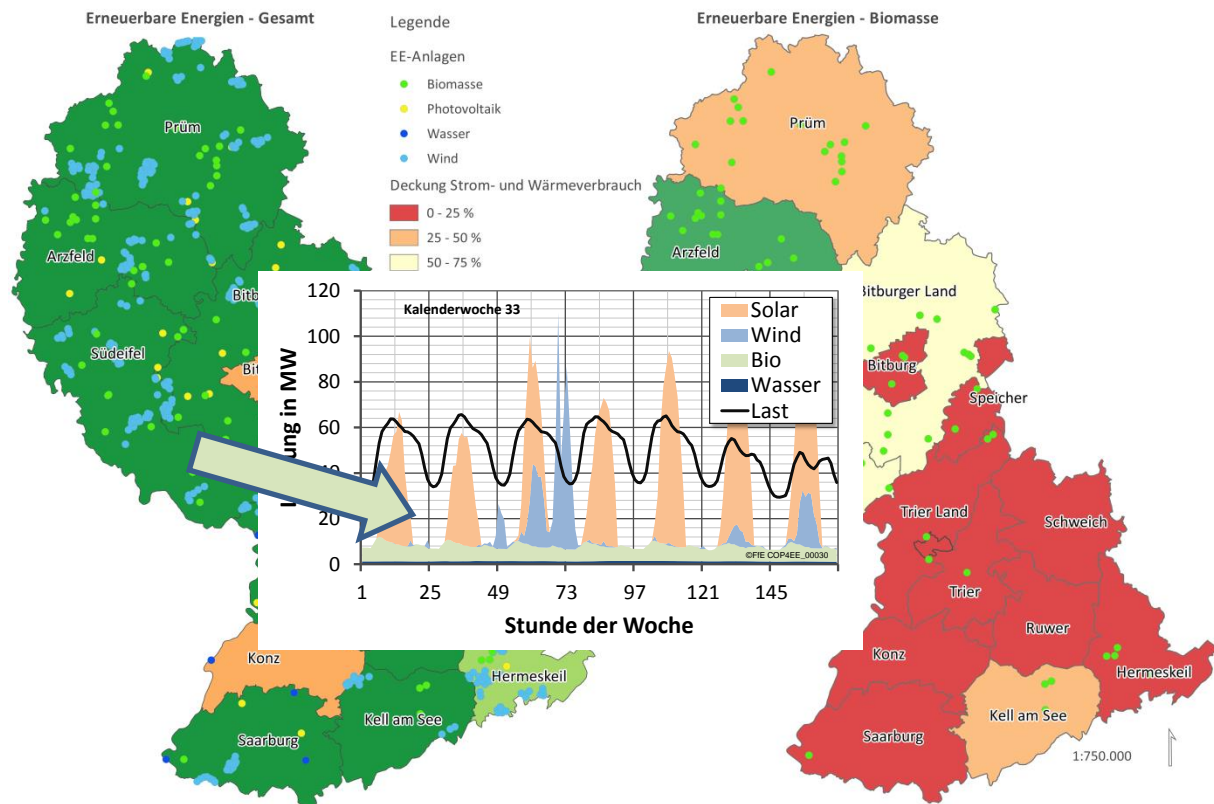
Unterstützung von Planungen

- Darstellung des **Energiebedarfs**
 - Regionalisiert
 - Differenziert nach Strom und Wärme
- Darstellung von einzelnen **Energie-Potenzialen** für jede Fläche
- **Prioritätensetzung**, welche Erneuerbare Energien für jede Fläche
 - Konkurrierende Nutzungen
 - Ausgewogenheit in der Region



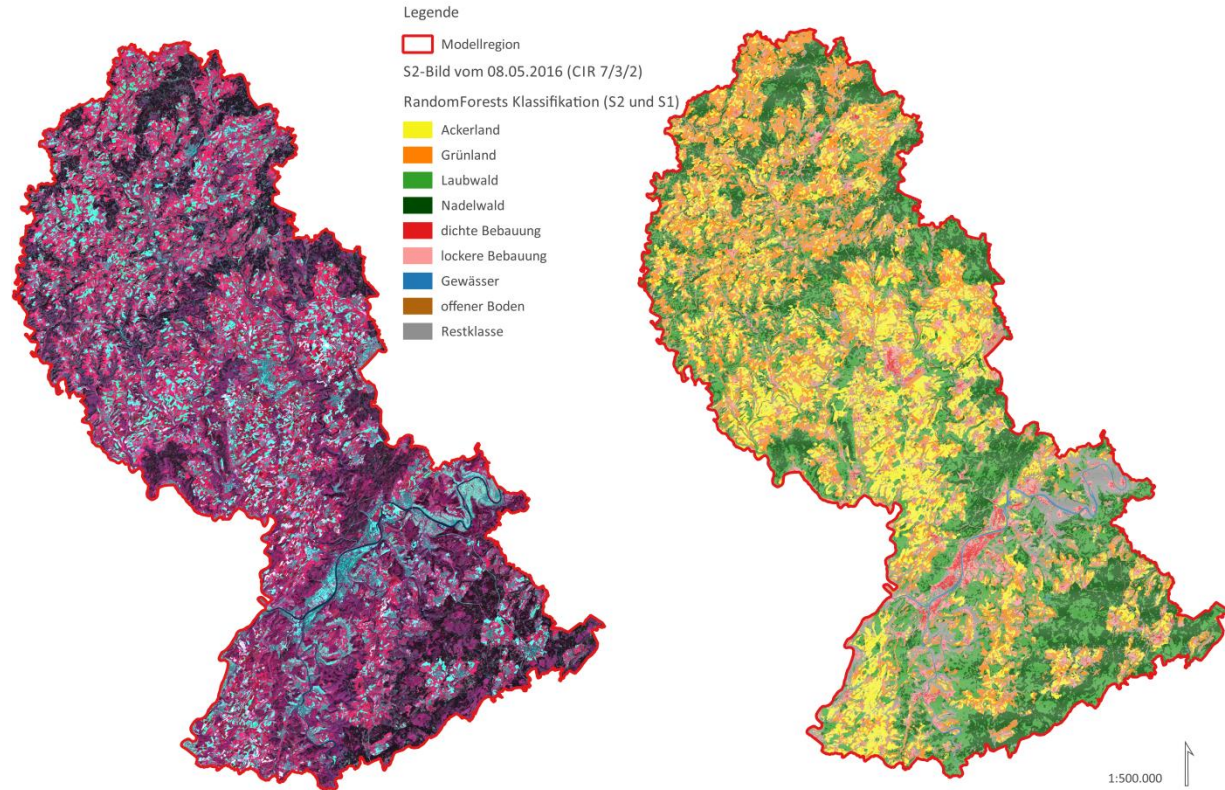
Verbrauch versus Erzeugung

- Status der Deckung des Verbrauchs:
 - Ländliche Gemeinden decken Strom- und Wärmeverbrauch schon zu hohen Anteilen aus EE
 - Starke regionale Unterschiede des Energieträgers
- Zeitliche Fluktuation & geringe Deckung des Wärmebedarfs von bis zu 20% erfordern Biomasse als Regelenergie



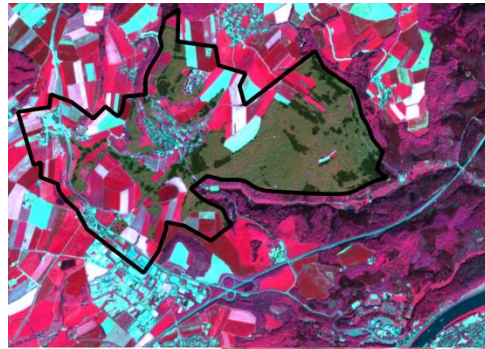
Klassifikation

- Klassifikation anhand Sentinel-2 Bilddaten von Mai und August 2016 (alle Bänder, NDVI) erbrachte Gesamtgüte von 89,7%
- Ergänzung der Zeitreihe durch drei Sentinel-1 Szenen von März, Oktober und Dezember 2016 (VV, VH) verbesserte die Gesamtgüte um 0,5% auf 90,2%



Potenziale aus Forstflächen

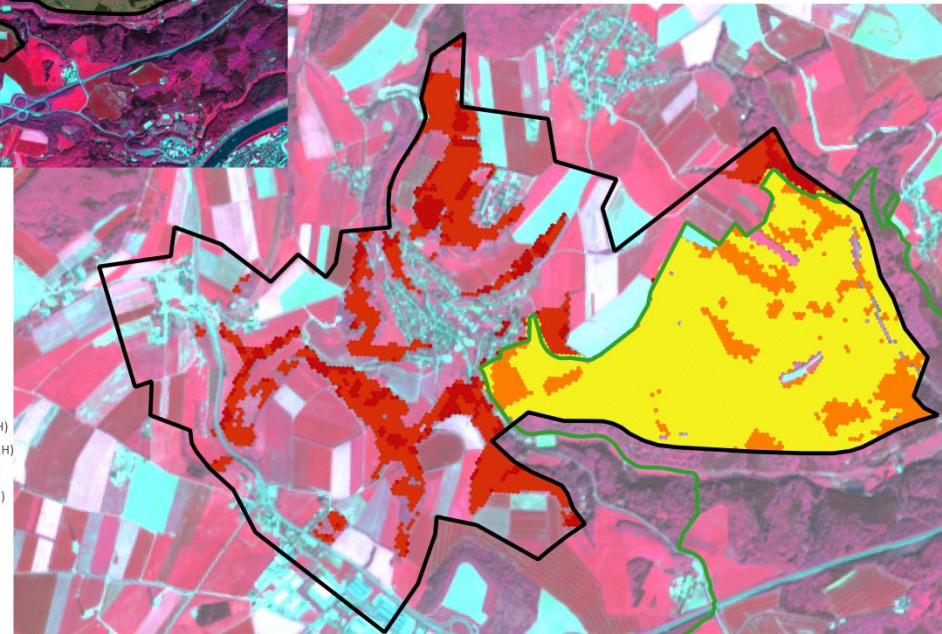
- Grundlage der Berechnung:
 - Durchschnittlicher Biomassezuwachs pro Jahr für Nadel- und Laubwald
 - Umrechnung in Energiepotenzial [MWh] zu Nadelwald und Laubwald
 - Reduzierung auf die anteilige Menge des Waldrestholzes bzw. der Sägenebenprodukte
- Naturschutzflächen teilweise als Tabuflächen
- Künftig Differenzierung nach Baumarten



Legende

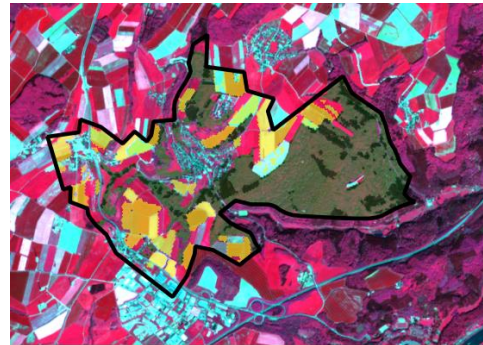
- Gemeinde Aach
 - Landschaftsschutzgebiet
 - RandomForests Klassifikation
 - Laubwald
 - Nadelwald
 - Energiepotenzial [MWh]
 - 0.1812 Laubwald (ohne WRH)
 - 0.2456 Nadelwald (ohne WRH)
 - 0.4872 Laubwald (mit WRH)
 - 0.5313 Nadelwald (mit WRH)
- S2-Bild 08.05.2016 (CIR 7,3,2)

1:75.000

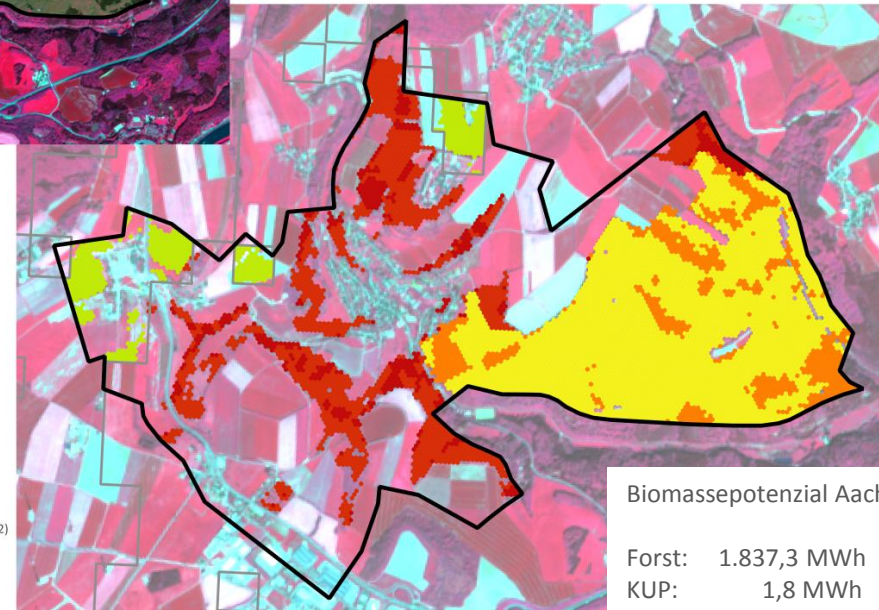


Potenziale aus Kurzumtriebsplantagen

- Berechnungsgrundlage:
 - auf allen Ackerflächen
 - Biomassezuwachs wie bei Forst berechnet für Pappel
- Flächeneingrenzung nach Kriterien:
 - Hangneigung $\leq 10^\circ$
 - Höhe ≤ 800 m ü NN
 - Niederschlagssumme/ a ≥ 600 mm
 - Mittlere Jahrestemperatur $\geq 7^\circ$ C
 - Ackerzahl ≤ 60 und ≥ 30
 - Feldkapazität ≥ 140
- Naturschutzflächen teilweise als Tabuflächen



1:75.000

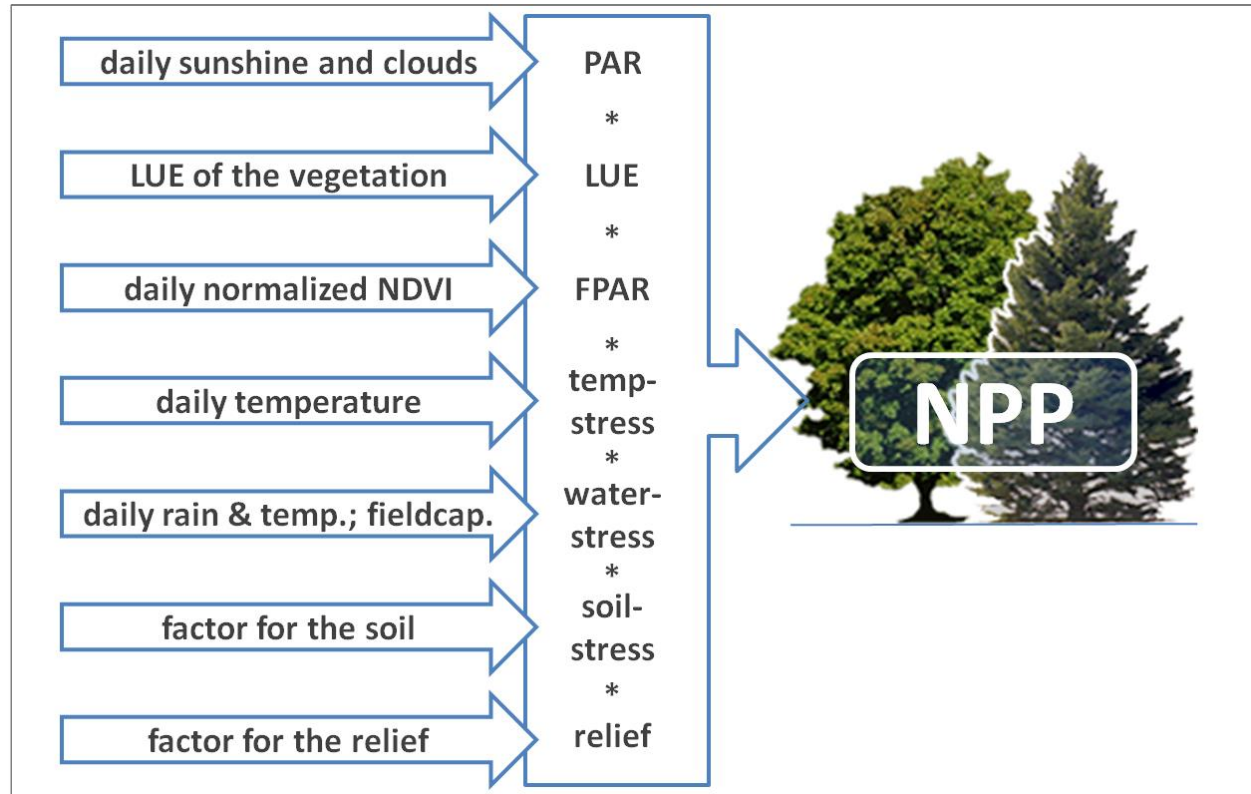


Biomassepotenzial Aach:

Forst: 1.837,3 MWh
KUP: 1,8 MWh

Monitoring Forst und KUP

- Biomasse als „Regel“-Energie
 - Kalkulatorischer Ansatz zum Vegetationsbeginn
 - Monitoring Zuwachs über Regionales Biomassemodell
- Methode
 - $NPP = APAR * \epsilon$
 - $NPP = PAR * FPAR * \epsilon$
- Optimierung mittels Sentinel-2 und -1



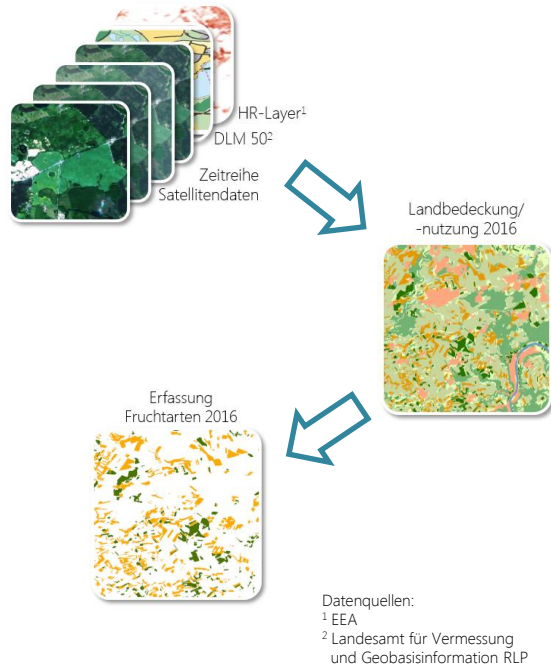


COP4EE
Erneuerbare Energien

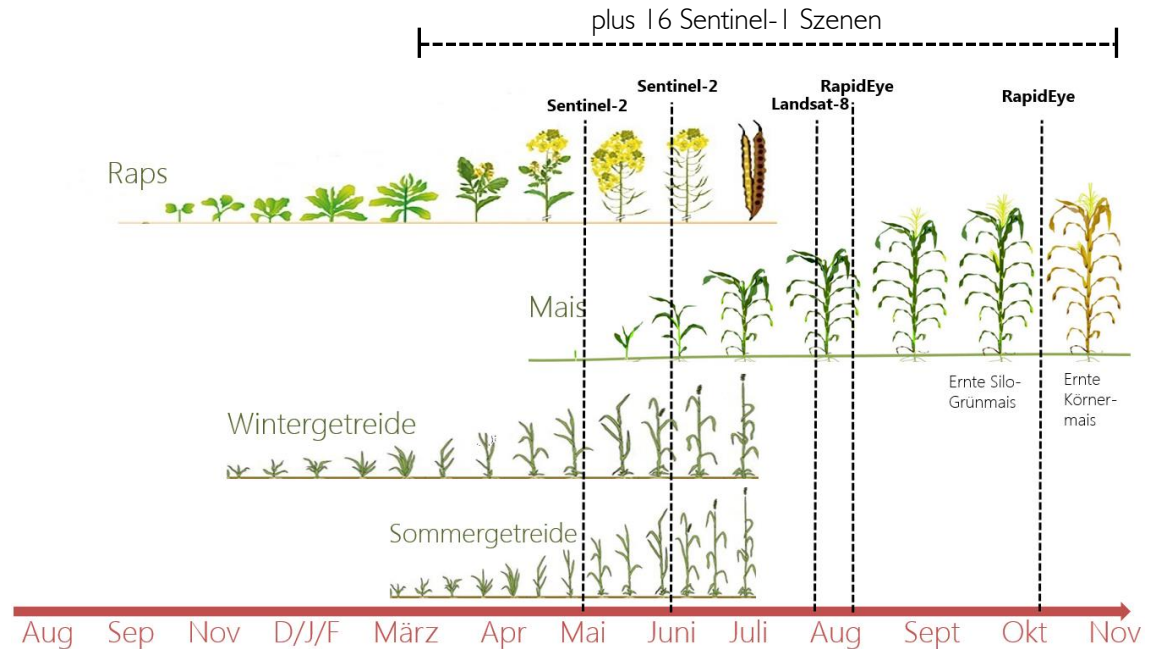
Monitoring und Prognose der Biomassepotentiale aus Energiepflanzen und Grünland unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte

Klassifikation der Fruchtarten

■ Klassifikation für 2016

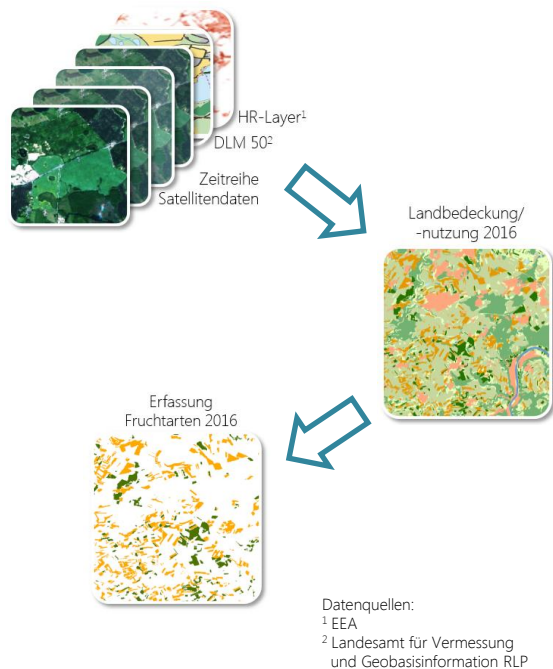


Objektbasiert anhand spektraler Phänologie



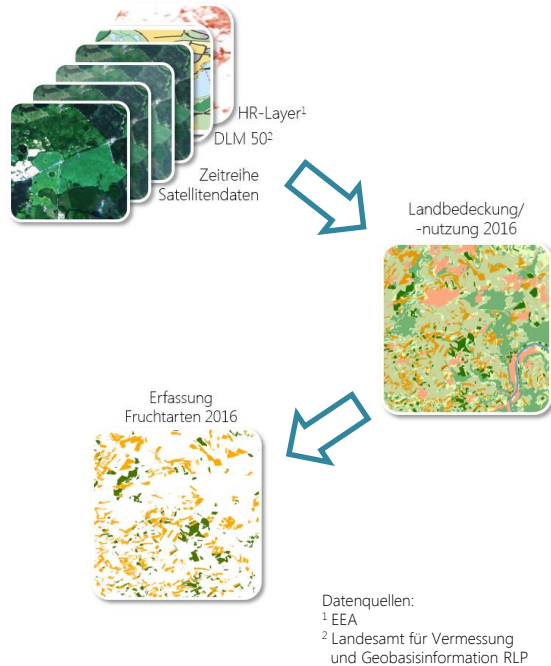
Klassifikation der Fruchtarten

■ Klassifikation für 2016



Klassifikation der Fruchtarten

■ Klassifikation für 2016



Potenziale aus Energiepflanzen

- Empirische Schätzung der theoretischen Strompotenziale 2016
- Planungsgrundlage: zur Verfügung stehender EE-Anteil der landwirtschaftlichen Biomasse

Eifelkreis Bitburg-Prüm

	Anbau-fläche 2016 [ha]	davon Energie-pflanze [ha] (%)	Durchschnitt-licher Ernteertrag/ha	Theore-tischer Ernte-ertrag gesamt	Theoretisches Strompoten-zial [MWh] **	Anteil an gesamter Stromeinspei-ung aus Biomasse in Bitburg-Prüm ***
Mais	12.748	1.657 (13%)*	50 [t FM]**	82.862 [t FM]	31.037 (18,7 MWh/ha)	23 %
Raps	1.895	474 (25%****)	40 dt/ha ~1.546 L Öl/ha**	732.804 L	7.042 (9,6 kWh/L)	5,2 %
Grün-land	43.849	Pro Schnitt	23 [t FM]**	1.008.527 [t FM]	332.331 (7,6 MWh/ha)	244 %

* RLP: 13% als Energiemais (Deutsches Maiskomitee)

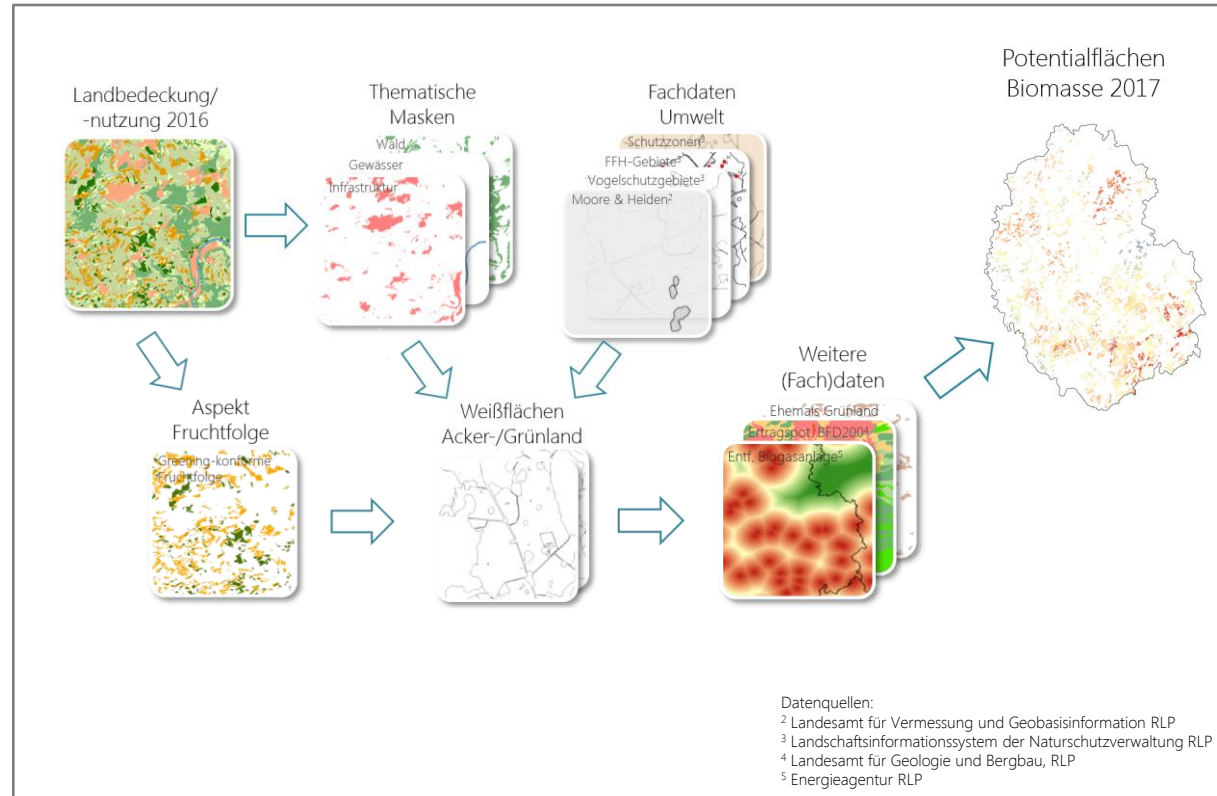
** Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Biogas Basisdaten Deutschland Stand 2013

*** Statistisches Landesamt RLP, Referenzwerte aus 2014

**** <http://www.nicht-fossil.de/19/pflanzenoel-kraftstoff.htm>

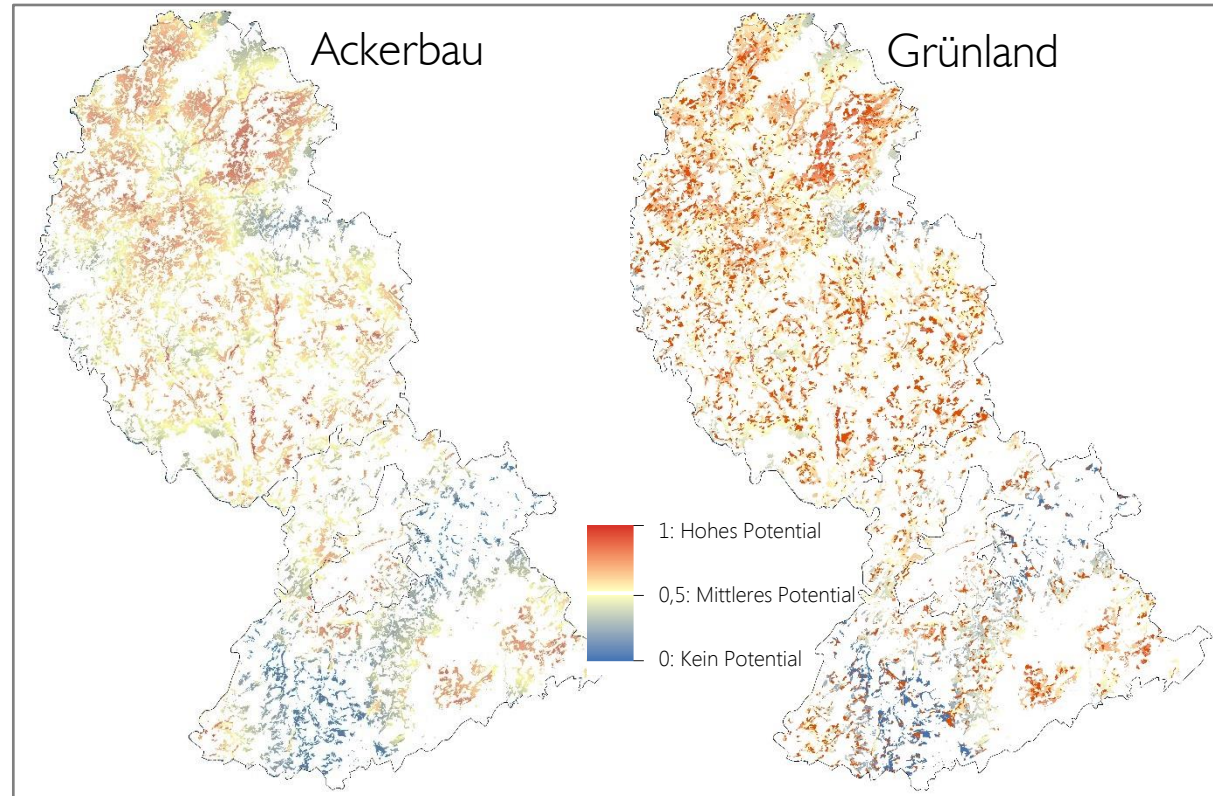
Modellierung Potenzialflächen 2017

- Identifikation von Potenzialflächen zum Energiepflanzenanbau (Vorausschau)
- Berücksichtigung von:
 - ökologischen Aspekten
 - wirtschaftlichen Aspekten
 - Ertragspotenzial der Fläche
 - Nachhaltigkeitsaspekte
- Nutzen: Nachhaltigkeitskonforme Regionalplanung von EE-Flächen



Ergebnis Potenzialflächen 2017

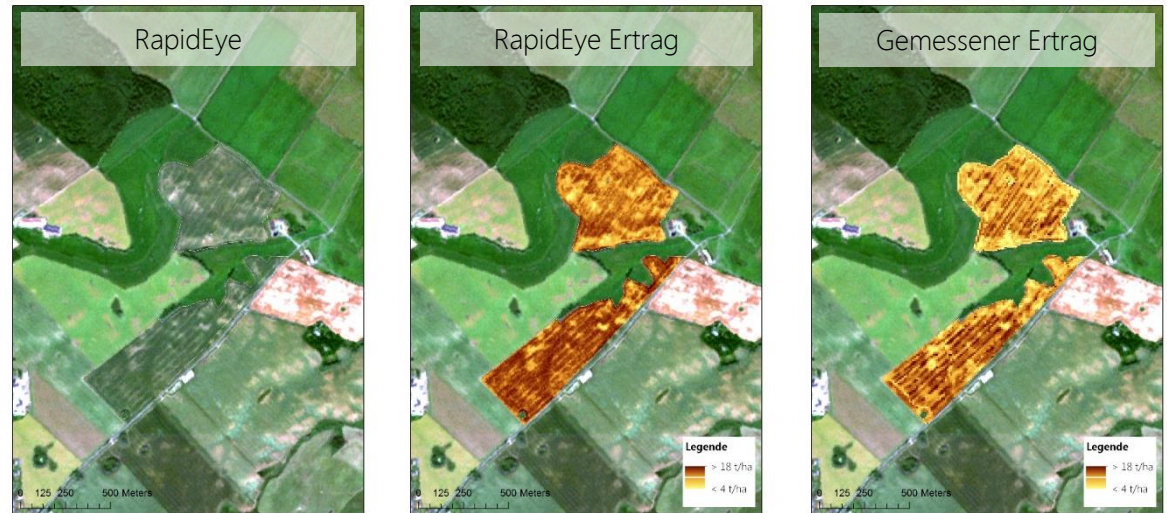
- Grundlage zur regionalen Planung der Energiewende
- Auswahl von Flächen die aus ökologischer, wirtschaftlicher und ethischer Sicht am sinnvollsten sind.
- Für jede Potenzialfläche kann das Energiepotenzial angegeben werden.



Monitoring der Biomasseentwicklung

- Fernerkundliche Prognose der Biomasseentwicklung
- Sentinel-1 und Sentinel-2 Parameter (Zeitreihe) als Eingangsdaten für Wachstumsmodell
- Unterstützung des Last- und Einsatzmanagements der Bioenergie (zu erwartende Regelenergie)

Beispiel: Teilflächen-spezifische Prognose der Erträge mittels RapidEye und Vergleich zum gemessenen Ertrag



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



COP4EE
Erneuerbare Energien

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Jonas Franke, Remote Sensing Solutions GmbH

Dr. Rolf Lessing, DELPHI IMM GmbH

Testflächen

- Rheinland-Pfalz
Start mit drei
Landkreisen
- Gute Datenlage
- Energieagentur
bekannt

Bild zu einer Verbandsgemeinde

Schematische Darstellung - Baumaushaltung

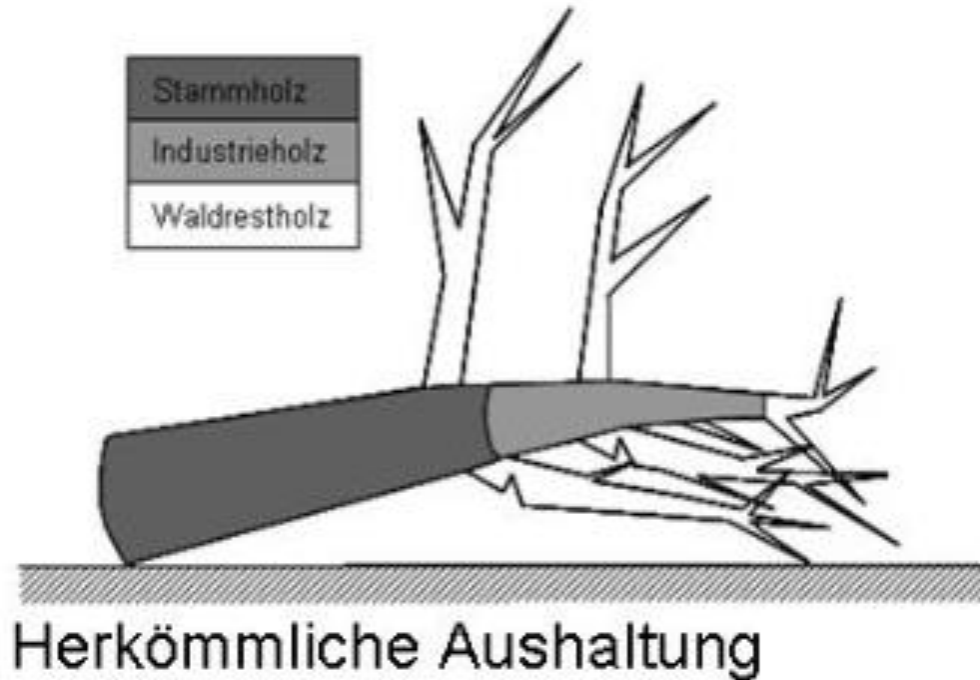
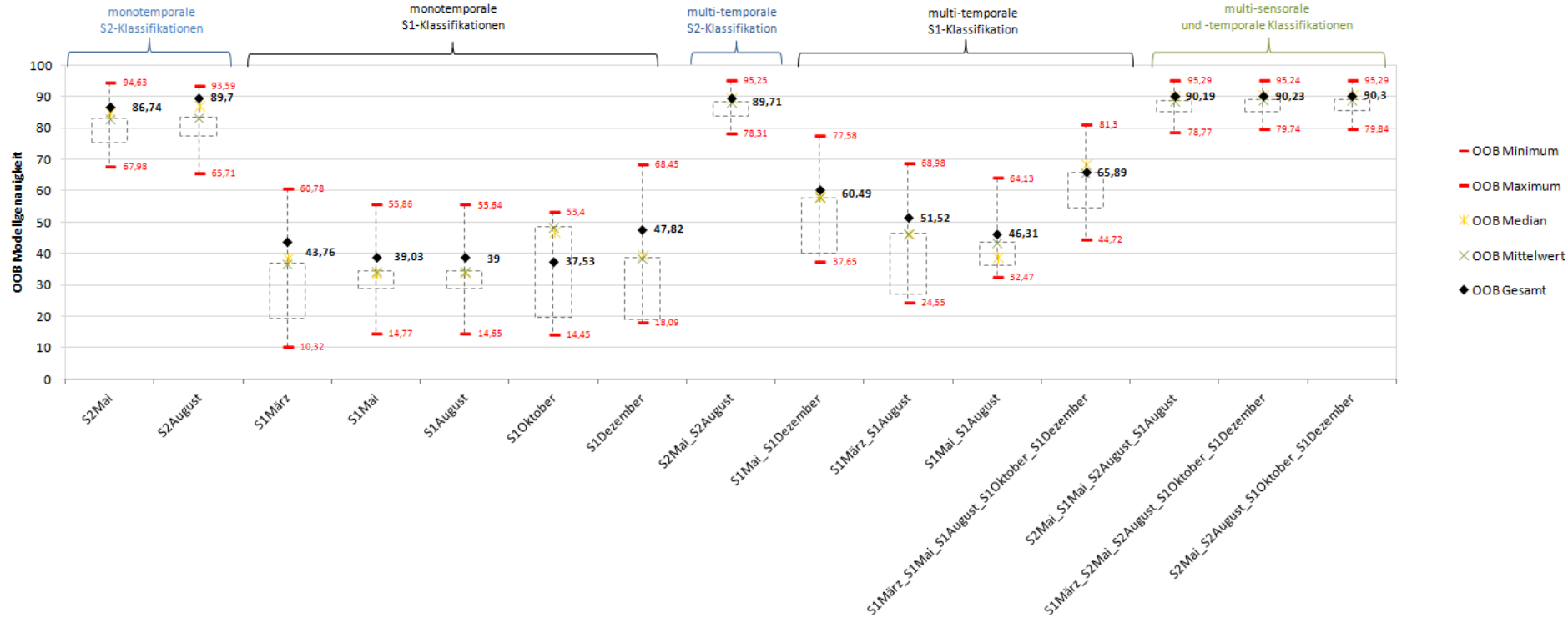


Abb.: Hepperle et al. 2007

Vergleich der Klassifikationsmodelle



Bilddaten des verwendeten RF-Modells

Konfusionsmatrix des RF-Modells

ntree	OOB	Ackerland	dichte Bebauung	Gewaesser	Gruenland	Laubwald	lockere Bebauung	Nadelwald	offener Boden	Restklasse	
500:	9.77%	20.26%	22.06%	38.46%	9.16%	6.19%	19.78%	4.76%	49.05%	12.83%	
500:	90.23%	79.74%	77.94%	61.54%	90.84%	93.81%	80.22%	95.24%	50.95%	87.17%	
		Ackerland	dichte Bebauung	Gewaesser	Gruenland	Laubwald	lockere Bebauung	Nadelwald	offener Boden	Restklasse	class.error
Ackerland		6662	27	0	894	37	56	9	0	670	0.20263315
dichte Bebauung		1	8574	0	0	0	2231	2	18	175	0.22061631
Gewaesser		0	7	336	0	55	5	101	0	42	0.38461538
Gruenland		131	0	0	13687	91	23	71	0	1064	0.09159089
Laubwald		4	7	0	65	53255	88	2011	0	1342	0.06194955
lockere Bebauung		5	1847	0	40	89	13931	42	6	1407	0.19784649
Nadelwald		7	4	0	39	2579	48	61200	0	384	0.04763387
offener Boden		1	124	0	0	0	12	0	188	44	0.49051491
Restklasse		67	175	8	1032	2016	771	407	4	30441	0.12828957

Verwendung von Sentinel-1 März, Sentinel-2 Mai, Sentinel-2 August, Sentinel-1 Oktober, Sentinel-1 Dezember

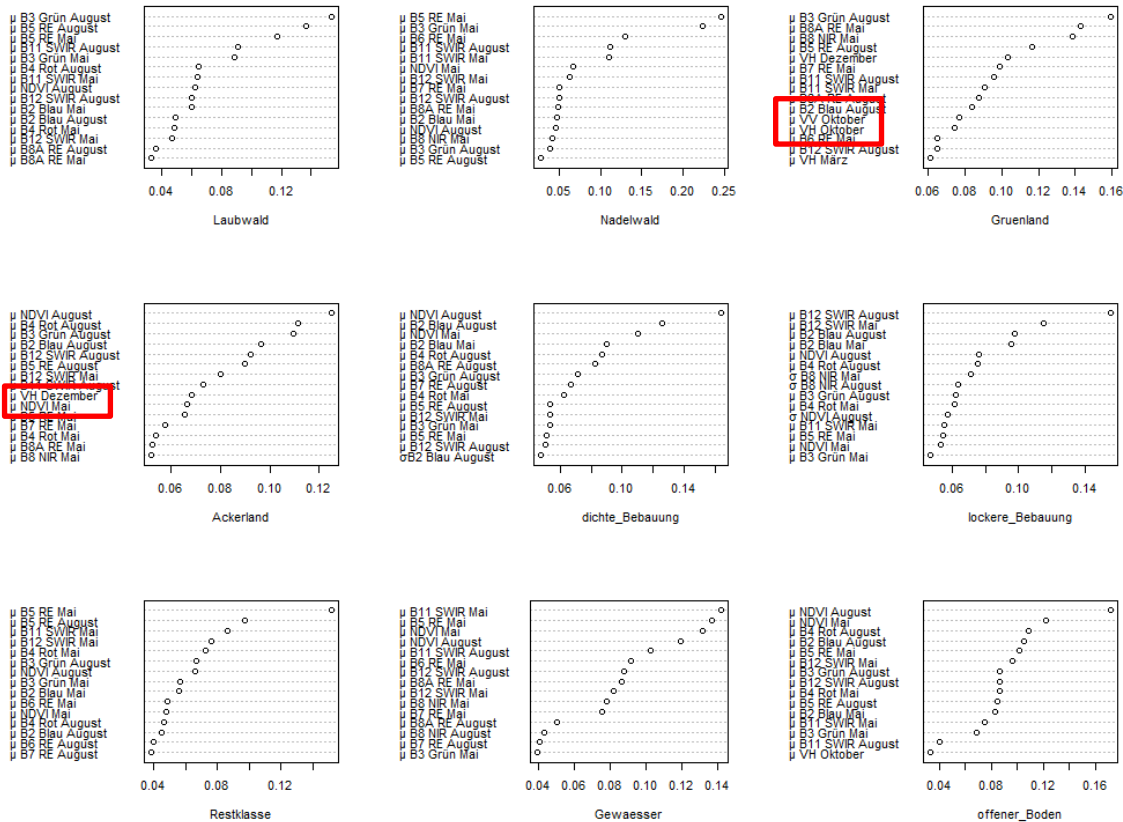
Konfusionsmatrix des RF-Modells

n tree	OOB	Ackerland	dichte_Bebauung	Gewaesser	Gruenland	Laubwald	lockere_Bebauung	Nadelwald	offener_Boden	Restklasse
500:	10.29%	21.69%	21.95%	37.91%	11.27%	6.39%	19.66%	4.75%	54.20%	14.44%
500:	89.71%	78.31%	78.05%	62.09%	88.73%	93.61%	80.34%	95.25%	45.80%	85.56%

	Ackerland	dichte_Bebauung	Gewaesser	Gruenland	Laubwald	lockere_Bebauung	Nadelwald	offener_Boden	Restklasse	class.error
Ackerland	6543	38	0	877	35	74	19	0	769	0.21687612
dichte_Bebauung	3	8586	0	1	0	2229	2	20	160	0.21952550
Gewaesser	0	6	339	0	53	4	99	0	45	0.37912088
Gruenland	129	0	0	13369	104	33	101	0	1331	0.11269662
Laubwald	8	7	0	85	53143	80	2080	0	1369	0.06392236
lockere_Bebauung	9	1874	0	44	95	13952	30	7	1356	0.19663730
Nadelwald	6	2	0	44	2545	45	61209	0	410	0.04749381
offener_Boden	0	148	0	0	0	10	0	169	42	0.54200542
Restklasse	95	268	6	1268	1940	1015	451	1	29877	0.14444031

Verwendung von Sentinel-2 Mai und Sentinel-2 August

Einfluss der FE-Bänder auf die Klassengüte



Optimierung NDVI

- Nutzung von Sentinel 2 in der Hoffnung, mehrere Zeitpunkte für einen NDVI zu bekommen
- Untersuchung des Einsatzes von Sentinel 1 als „Stütze“ für den Verlauf
- Ziel: Substitution von MODIS

