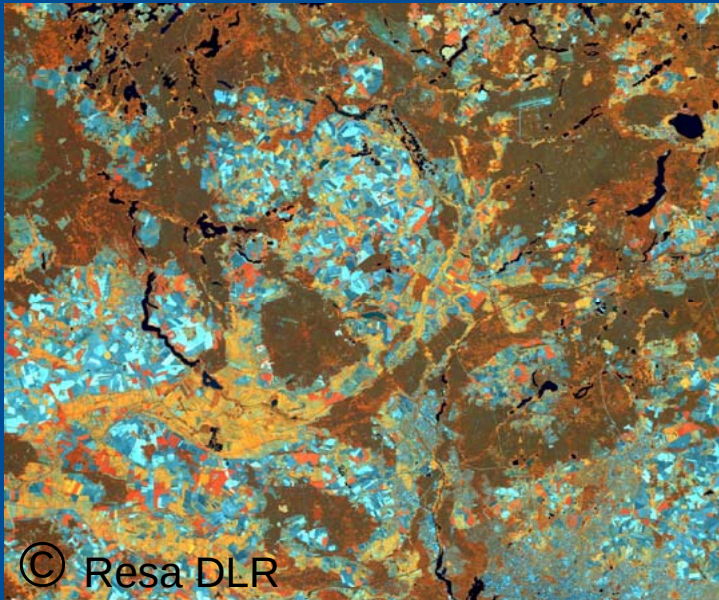


Fernerkundungsdaten als Parameterlieferanten in regionalen Klimamodellen

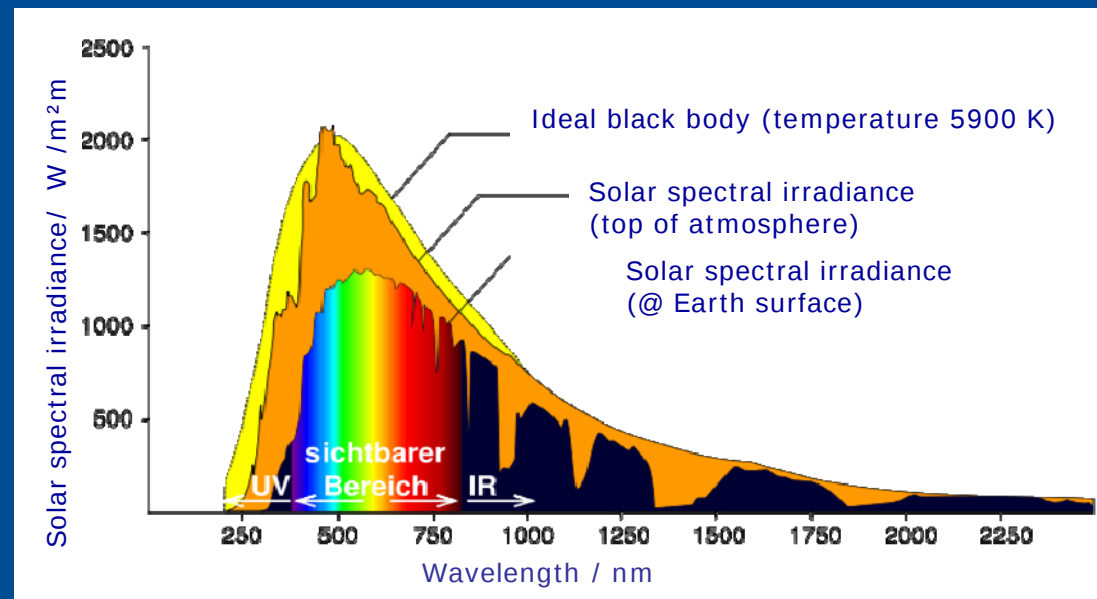
Itzerott, S., Kaufmann, H. und Chabrillat, S.
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Sekt. 1.4 Fernerkundung



Methode der Fernerkundung bezeichnet Verfahren, mit denen ausschließlich durch die Aufzeichnung und Auswertung elektro-magnetischer Wellen quantitative Daten über Objekte aus einer gewissen Entfernung („berührungsfrei“) gewonnen werden können



Rapid-Eye Aufnahme vom 27. Juli 2009
Brandenburg - Berlin



Vorteil:

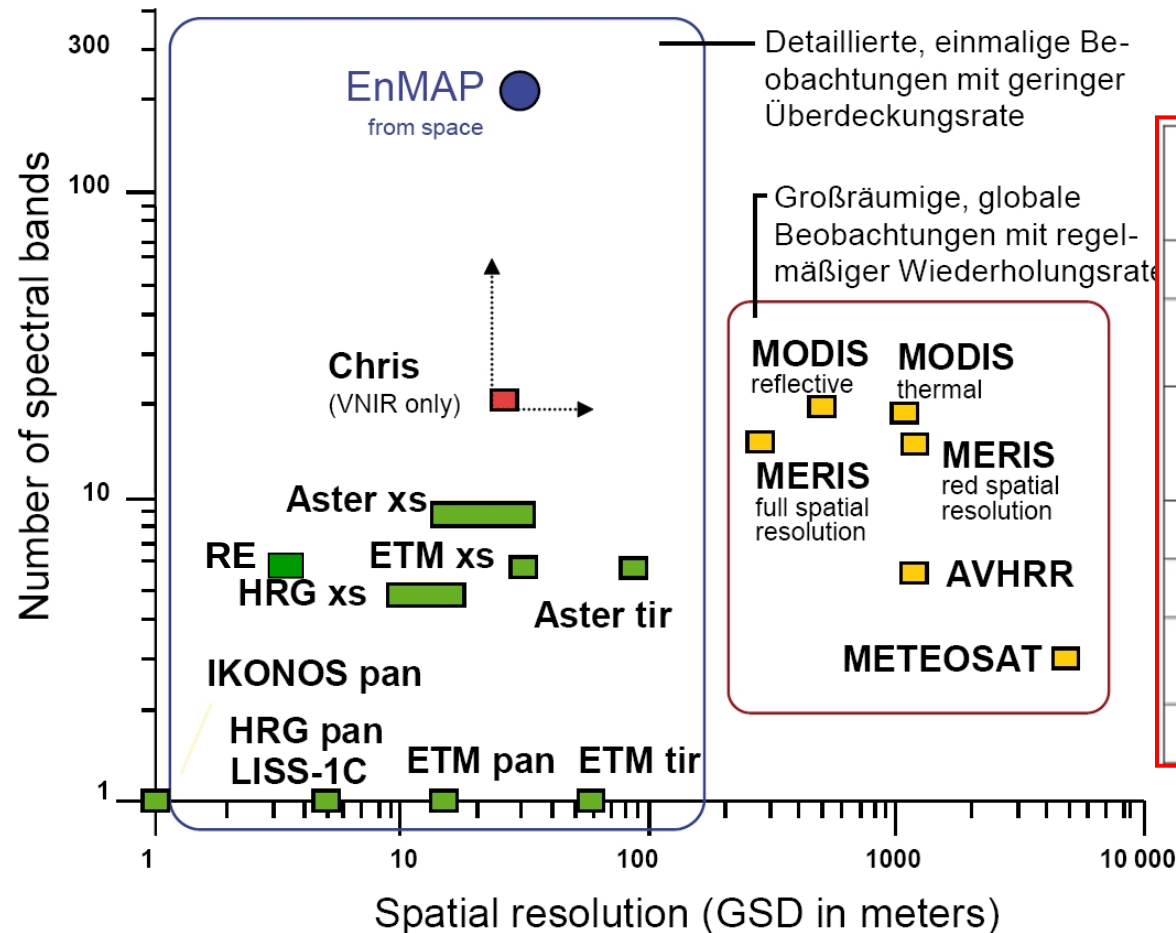
großflächig gleichzeitige Beobachtung großer Landschaftsausschnitte,
wiederholte Abbildung zur Prozessbeschreibung

Nachteil:

die Oberflächeneigenschaften der Objekte selten direkt aus den Daten erfassbar,
müssen oft durch Vergleichsmessungen ermittelt werden.

Liste ausgewählter Fernerkundungssatelliten zur Gewinnung von Modellparametern

- optische Systeme



Sensor	Plattform	relevante Bänder [nm]	räuml. Auflösung [m]	Wiederkehr-rate [d]
ETM+	Landsat	450-520/520-600 630-690/760-900	30	16
RapidEye		440-510/520-590 630-685/690-730 760-850	5	5,5
EnMAP		420-1030 (96 Bänder) 950-2450 (122 Bänder)	30	< 4 (±30%), 23 (±5%)
SPOT4		500-590/610-680 780-890	20	26
CHRIS (Mode2)	PROBA	400-1050 (17 Bänder)	17x20	7
Aster	TERRA	520-600/630-690 760-860	15	16
IKONOS		445-516/506-595 632-698/757-853	4	3

- Radarsysteme (TerraSar; TandemX, Envisat-ASAR, SMOS)

GCOS (Global climate Observing System) Essential Climate Variables (ECVs; 44)

Priority list of variables to be observed systematically

Criteria: Global observations feasible (practical, cost-effective)

High impact on needs of UNFCCC, climate change assessments (IPCC)

Long-term systematic observation needs of WCRP

Atmospheric(16)

- **Surface** –Air temperature, **Precipitation**, Air pressure, Surface radiation budget, **Wind speed and direction**, Water vapour
- **Upper Air** –Earth radiation budget (including solar irradiance), **Upper-air temperature** (including MSU radiances), **Wind speed and direction**, Water vapour, **Cloud properties**
- **Composition** –Carbon dioxide, Methane, Ozone, Other long-lived greenhouse gases, **Aerosol properties**.

Oceanic(15)

- **Surface** –Sea-surface temperature, **Sea-surface salinity**, **Sea level**, **Sea state**, **Sea ice**, **Current**, **Ocean colour (for biological activity)**, Carbon dioxide partial pressure
- **Sub-surface**: Temperature, Salinity, Current, Nutrients, Carbon, Ocean tracers, Phytoplankton

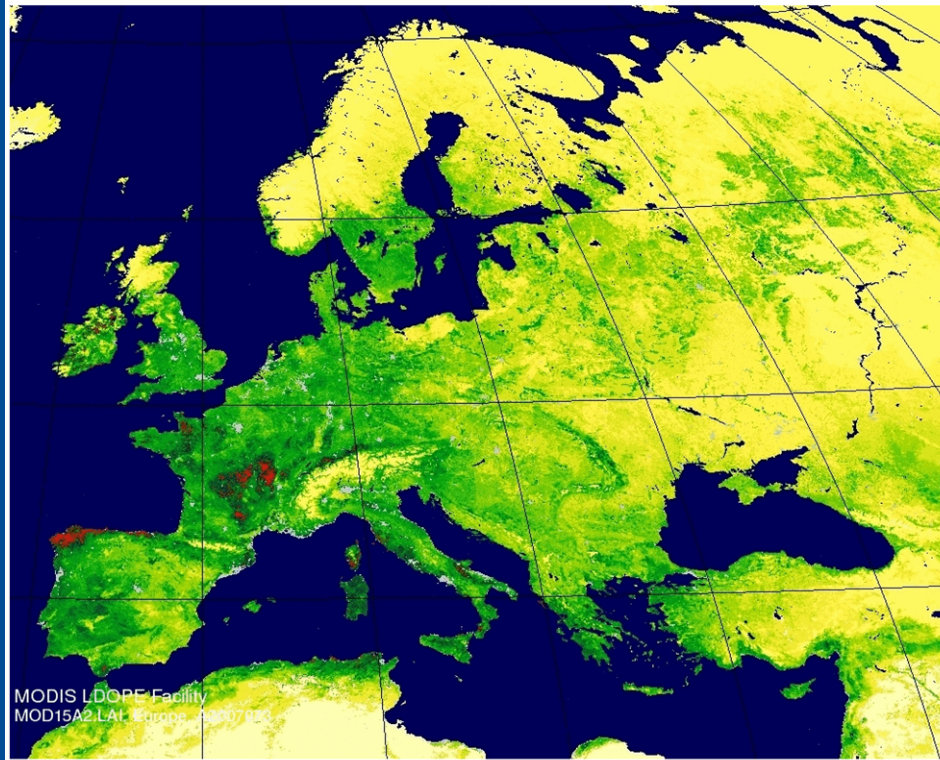
Terrestrial(13)

- River discharge, Water use, Ground water, **Lake levels**, **Snow cover**, **Glaciers and ice caps**, Permafrost and seasonally-frozen ground, **Albedo**, **Land cover (including vegetation type)**, **Fraction of absorbed photosynthetically active radiation (FAPAR)**, **Leaf area index (LAI)**, **Biomass**, **Fire disturbance**, [soil moisture]

Fernerkundungsdaten in globalen Klimamodellen

Animation of MOD15A2.LAI, Collection 005, Year 2007 Oktober

Europe



Color Look-up:



Water
Barren
Snow or Ice
Not computed

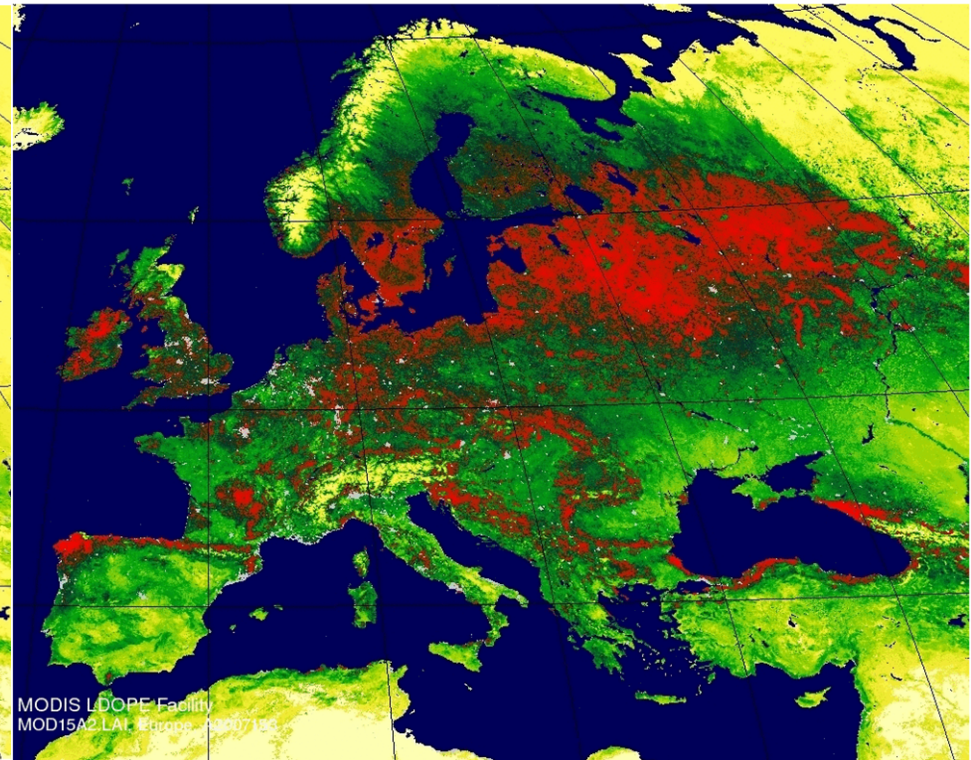
Wetlands
Urban
Unclassified

Water
Barren
Snow or Ice
Not computed

Wetlands
Urban
Unclassified

LAI März 2007

Europe



Color Look-up:



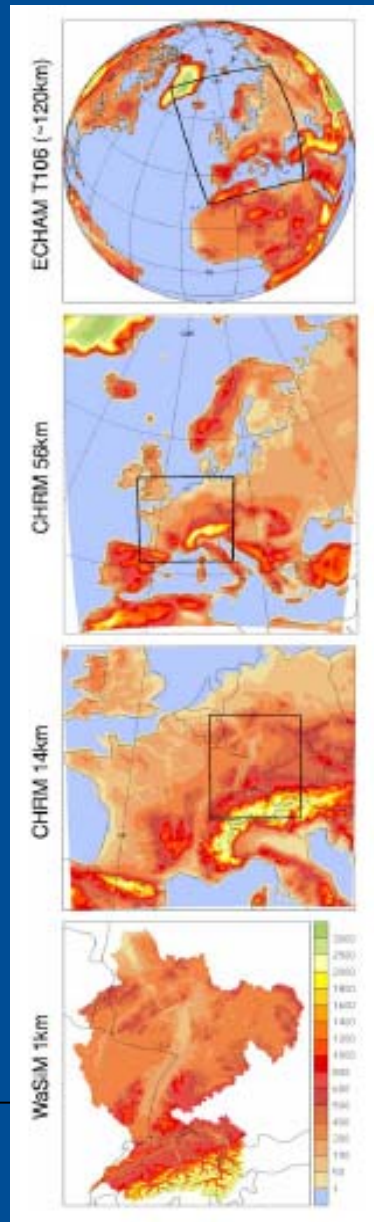
Water
Barren
Snow or Ice
Not computed

Wetlands
Urban
Unclassified

LAI Juli 2007

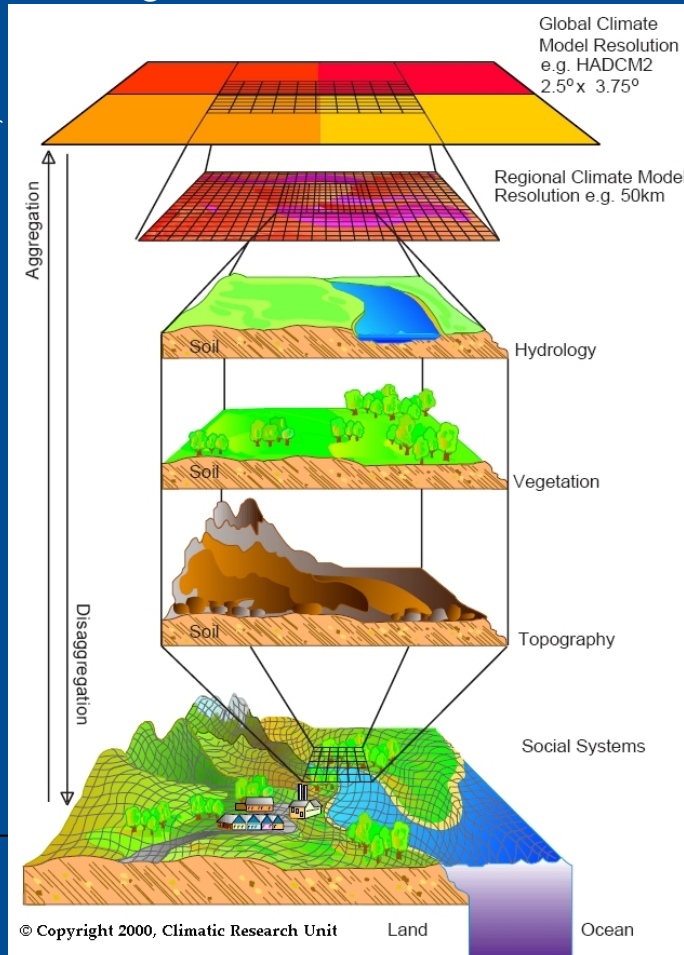
Regionale Klimamodelle als Forschungsgegenstand

- In den 80er Jahren primär mit dem Ziel, die Regionalisierung globaler Klimaszenarien voranzutreiben
- Heute ist Hauptmotivation regionaler Klimamodelle die Untersuchung der Sensitivität der Modellergebnisse (z.B. des Wasserkreislaufes) sowie die Erstellung von Klimaszenarien auf der regionalen Skala



Viner, 2000

Schär, 2000



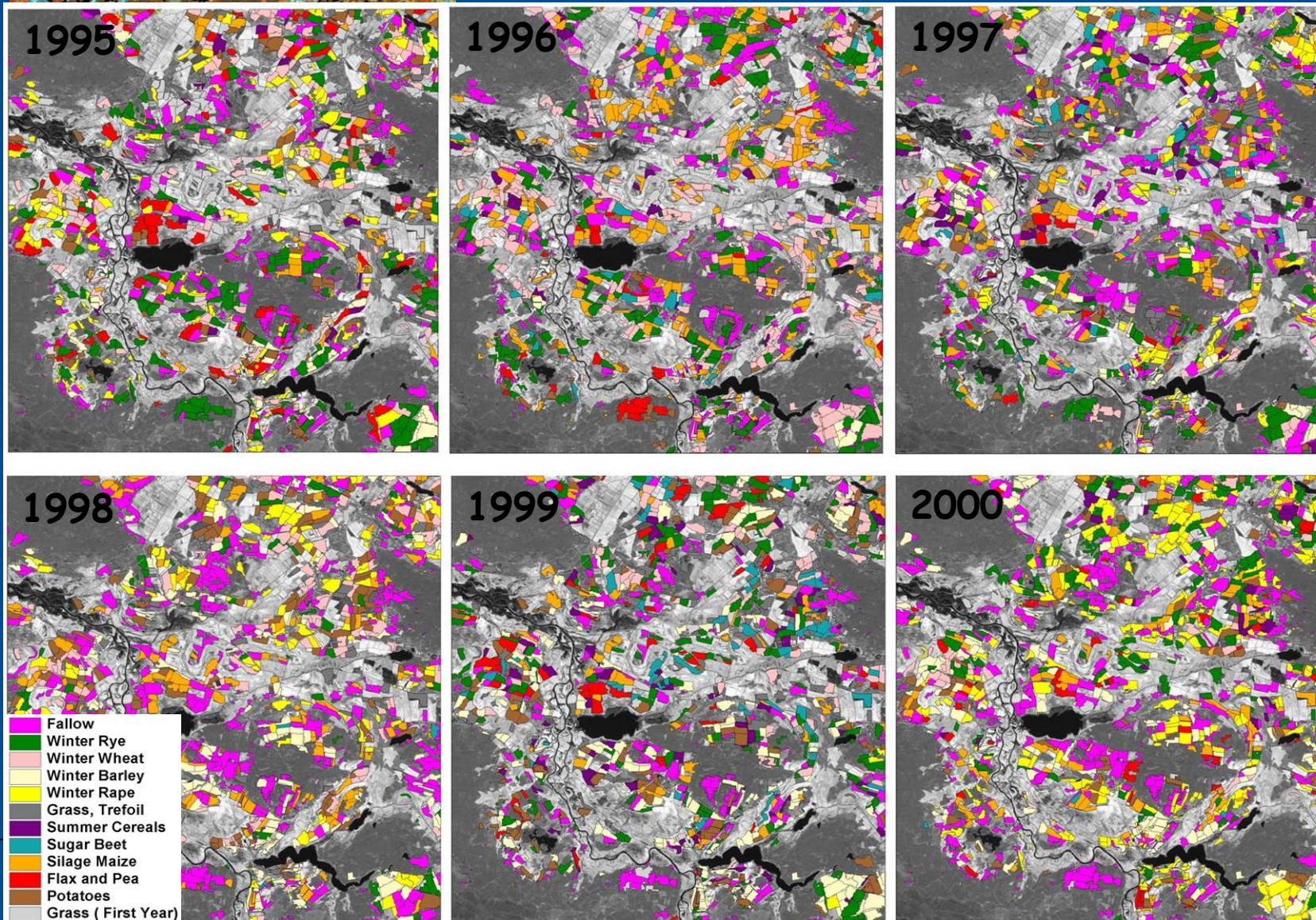
Fernerkundungsdaten dienen als:

- Modellparameter = Eingangsgrößen
(z.B. dynamisches Flächennutzungsmuster)
- Validierungsparameter
(z.B. reales Bodenfeuchtemuster)

Fernerkundungsdaten in regionalen Klimamodellen-Multispektraldaten

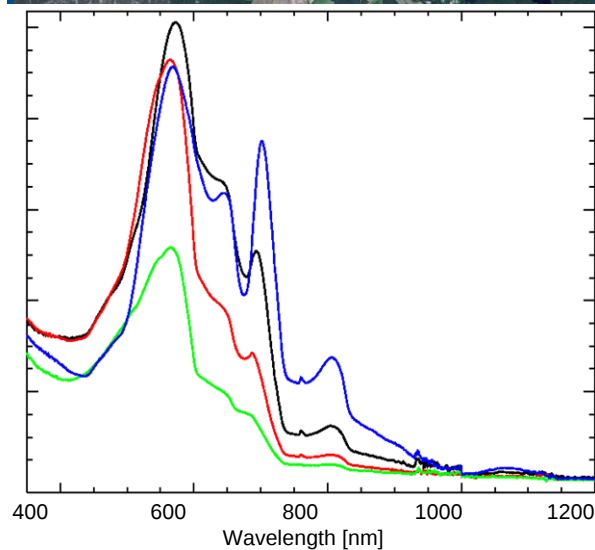
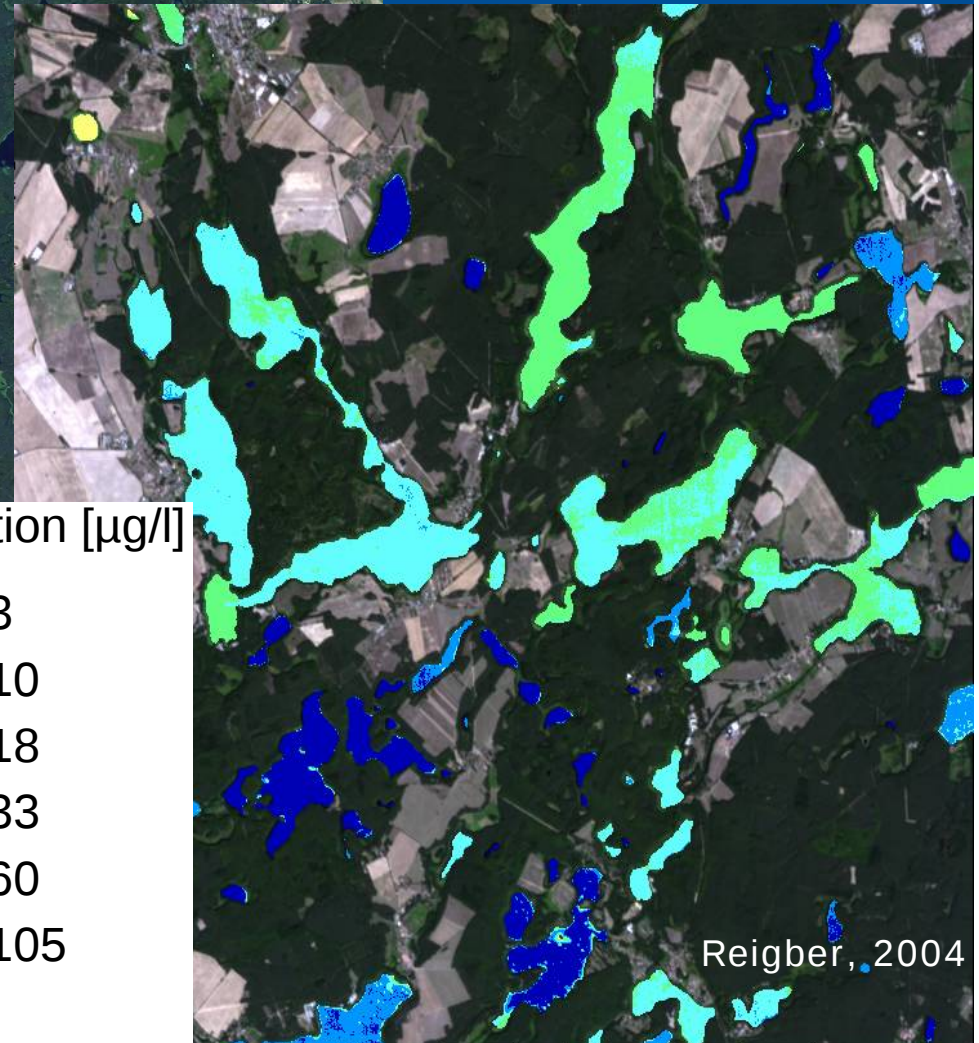
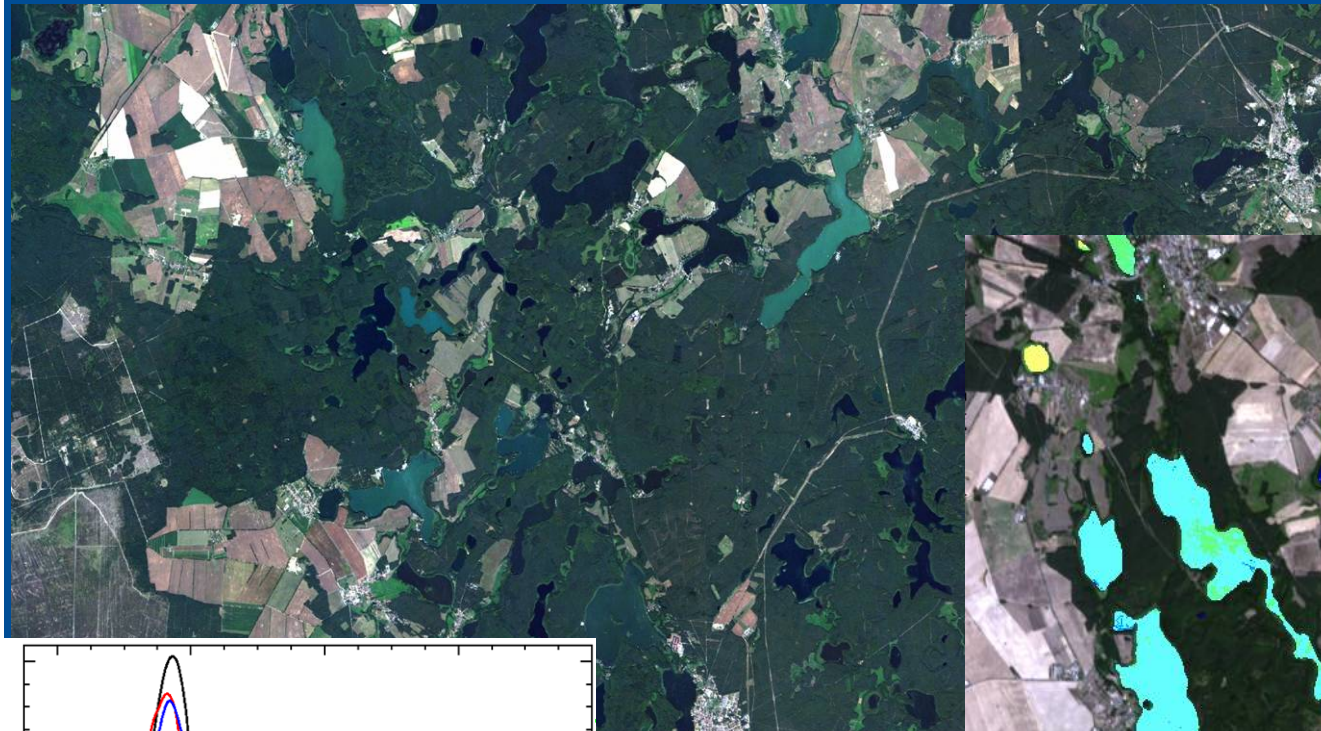
Erfassung der Flächennutzung und des phänologischen Zustandes der Vegetation
mit multitemporalen Daten

→ Fruchtfolgenerfassung

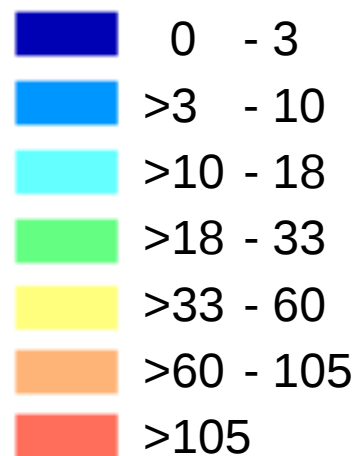


Fernerkundungsdaten in regionalen Klimamodellen-Multispektraldaten

Erfassung der Gewässergüte

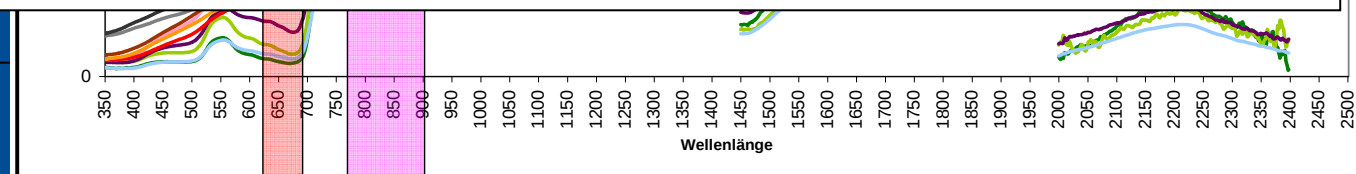


Chl-a concentration [$\mu\text{g/l}$]



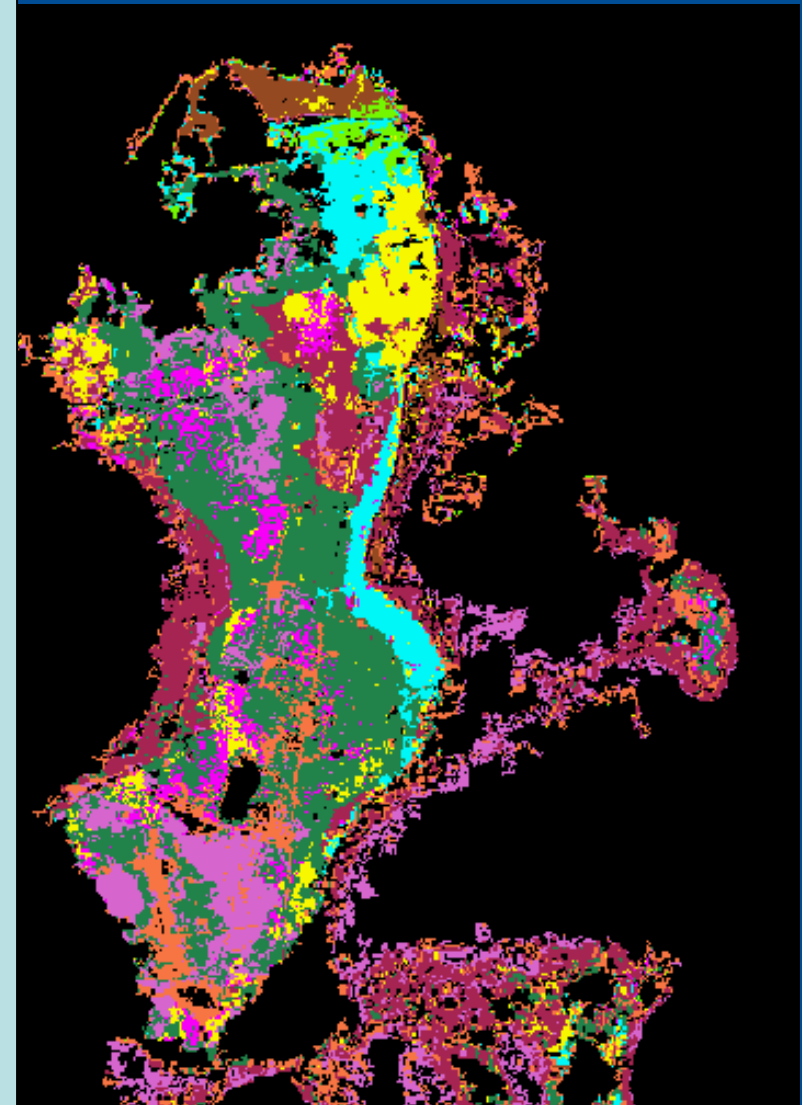
Fernerkundungsdaten in regionalen Klimamodellen-Hyperspektraldaten

Bach, 2009		Used Reflectance at Wavelength [nm]				Author	Investigated Crop	Crop Parameter
Name	Formula	W1	W2	W3	W4			
RVSI	$(W1+W2)/2-W3$	714	752	733	-	Perry et al. 2000	corn	Stress
CAI	$0.5 \cdot (R_{2.0}-R_{2.2})-R_{2.1}$ where R2.0, R2.1, and R2.2 are reflectance factors in bands at 2.00–2.05, 2.08–2.13, and 2.19–2.24 μm	2000	2080	2130	2240	Daughtry et al. 2001 Nagler et al. 2003	corn, wheat and soybean corn, soybean, wheat, r	Lignin-cellulose Lignin-cellulose
NDLI	$[\log(1/W2) \log(1/W1)] / [\log(1/W2) + \log(1/W1)]$	1680	1754	-	-	Serrano et al. 2002	shrub	Lignin-cellulose
VARI green	$(\rho_{\text{green}} - \rho_{\text{red}}) / (\rho_{\text{green}} + \rho_{\text{red}} - \rho_{\text{blue}})$					Vina et al. 2004	maize	Phenology
Red-Green Ratio	$\Sigma(W600...W699) / \Sigma(W500...W599)$					Lobell and Asner 2003	wheat	Stress
MCARI2	$1.5[2.5(W2-W1)-1.3(W2-W3)]/WURZEL[(2W2+1)^2-(6W2-5WURZELW1)-0.5]$	670	800	550	-	Haboudane et al. 2004	soybean, corn, wheat	LAI
RDVI	$(W2-W1)/WURZEL(W2+W1)$	670	800	-	-	Haboudane et al. 2004	soybean, corn, wheat	LAI
MTVI2	$1.5[1.2 \cdot (W2-W1)-2.5(W3-W1)]/WURZEL[(2W2+1)^2-(6W2-5WURZELW3)-0.5]$	550	800	670	-	Haboudane et al. 2004	soybean, corn, wheat	LAI
		550	800	670	-	Hu et al 2004	corn,soybean,wheat	LAI
		550	800	670	-	Zarco-Tejada et al. 2005	cotton	Yield
MSAVI	$0.5[2W2+1-WURZEL[(2W2+1)^2-8(W2-W1)]]$	670	800	-	-	Haboudane et al. 2004	soybean, corn, wheat	LAI
TVI	$0.5[120 \cdot (W2-W1)-200(W3-W1)]$	550	750	670	-	Haboudane et al. 2004	soybean, corn, wheat	LAI
NDVI	$(W1-W2)/(W1+W2)$	780	680	-	-	Ray et al. 2006	potato	LAI
		846	655	-	-	Lee et al. 2004	various	LAI
SAVI	$(1+L)(W2-W1)/(W2+W1+L)$	670	800	-	-	Huete 1988	cotton, grass	Chlorophyll
		663.7	778.2	-	-	Gat et al. 2000	sugar beet	
CAI	normalized convex hull from W1 to W2	600	735	-	-	Oppelt and Mauser 2004	Wheat	Chlorophyll
		600	735	-	-	Oppelt and Mauser 2003	Wheat	Nitrogen
mSR	$(W2-W1)/(W3-W1)$	502	722	701	-	Le Maire et al. 2004	broad leaves	Chlorophyll
mND	$(W2-W1)/(W2+W1-2W3)$	699	722	502	-	Le Maire et al. 2004	broad leaves	Chlorophyll
REIP	$700+40[(W1+W2)/2-W3]/(W4-W3)$	670	780	700	740	Mistele and Schmidhalter 2008	winter wheat	Nitrogen
		670	780	700	740	Stickel et al. 2004	winter wheat	Nitrogen
		670	780	700	740	Behrens et al. 2006	oil seed rape	water content
IRI	$W2/W1$	730	740	-	-	Stickel et al. 2004	winter wheat	Nitrogen
WI	$W1/W2$	900	970	-	-	Sonnenschein et al. 2005	wheat	Water Content
SRWI	$W1/W2$ is the area of the absorption feature around 1200 nm obtained by computing the reflectance of the continuum line at wavebands of interest (ρ_{CR})	858	1240	-	-	Behrens et al. 2006	rape and barley	Water Content
Acr 1200	continuum line at wavebands of interest (ρ_{CR})	1116	1284	-	-	Colombo et al. 2008	poplar trees	Water Content



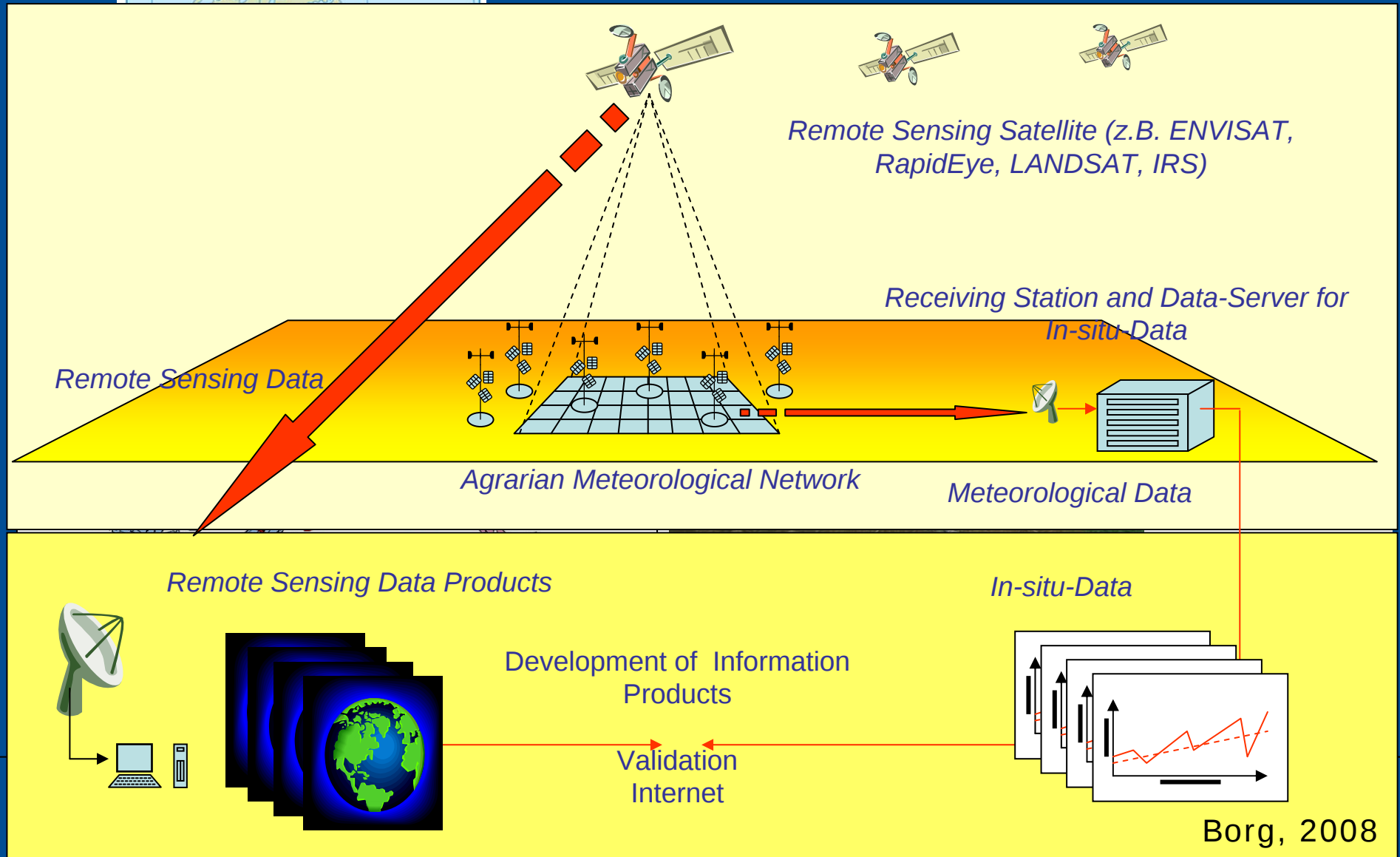
Fernerkundungsdaten in regionalen Klimamodellen-Hyperspektraldaten

Class	Biotop. type (LRT)	Biotope description	Formation	Association
MEPP_PHR_PHR	04511	common reed in eutroph / polytroph fens and swamps	Phragmiton australis (W. Koch 1926)	Phragmitetum australis (Gams 1927) Schmale 1939
MEPA_CAR_PHA	04514	reed canary grass in eutroph / polytroph fens and swamps	Caricion elatae W. Koch 1926	Phalaridetum arundinaceae Lib. 1931
GFS_CAR_XAC	05101	grassland dominated by sedges	Caricion elatae W. Koch 1926	Caricetum acutiformis Eggler 1933
GFS_CAR_XGR	05101	grassland dominated by sedges	Caricion elatae W. Koch 1926	Caricetum gracilis Almquist 1929
GFS_CAR_XAP	05101	grassland dominated by sedges	Caricion elatae W. Koch 1926	Caricetum appropinquatae (W. Koch 1926) Aszod 1936
GFP_MOL_MOL	05102 (6410)	nutrient-poor wet grassland	Molinion caeruleae W. Koch 1926	Molinietum caeruleae W. Koch 1926
GFR_CAL	05103	nutrient-rich wet grassland	Calthion palustris Tx. 1937	-
GAFP_PHR_PHR	051311	fallow grassland dominated by common reed	Phragmiton australis (W. Koch 1926)	Phragmitetum australis (Gams 1927) Schmale 1939
GAFJ_ELE_ELE	051315	fallow grassland dominated by spike rush	Eleocharito- Sagittarion sagittifoliae Pass. 1964	Eleocharitetum uniglumis Almqu. 1929



Erfassung der Biotoptypen in
Naturschutzflächen aus HyMAP
Frick, 2009

TERENO - Erfassung der Parameter in Langzeitbeobachtungen



Zusammenfassung

Auf dem Gebiet der Globalmodellierung existieren Standardgrößen, die großflächig und in häufiger Wiederholung erfasst und als Modelleingangsgrößen verwendet werden

Für die Nutzung in Regionalmodellen existieren zahlreiche, auf Fernerkundungsdaten verschiedener Art basierende Ansätze zur Parametergewinnung (Eingangs- und Validierungsparameter)

Daten in gleichzeitig höchster räumlicher, spektraler und zeitlicher Auflösung können derzeit nicht gewonnen werden

Bestehende Ansätze müssen Basis für die Weiterentwicklung von Satellitensystemen sein

Langzeitbeobachtungen der Veränderung der elektromagnetischen Strahlungseigenschaften von Objekten erlauben die Analyse von Anpassungsstrategien hinsichtlich ihrer zukünftigen Klimawirkung