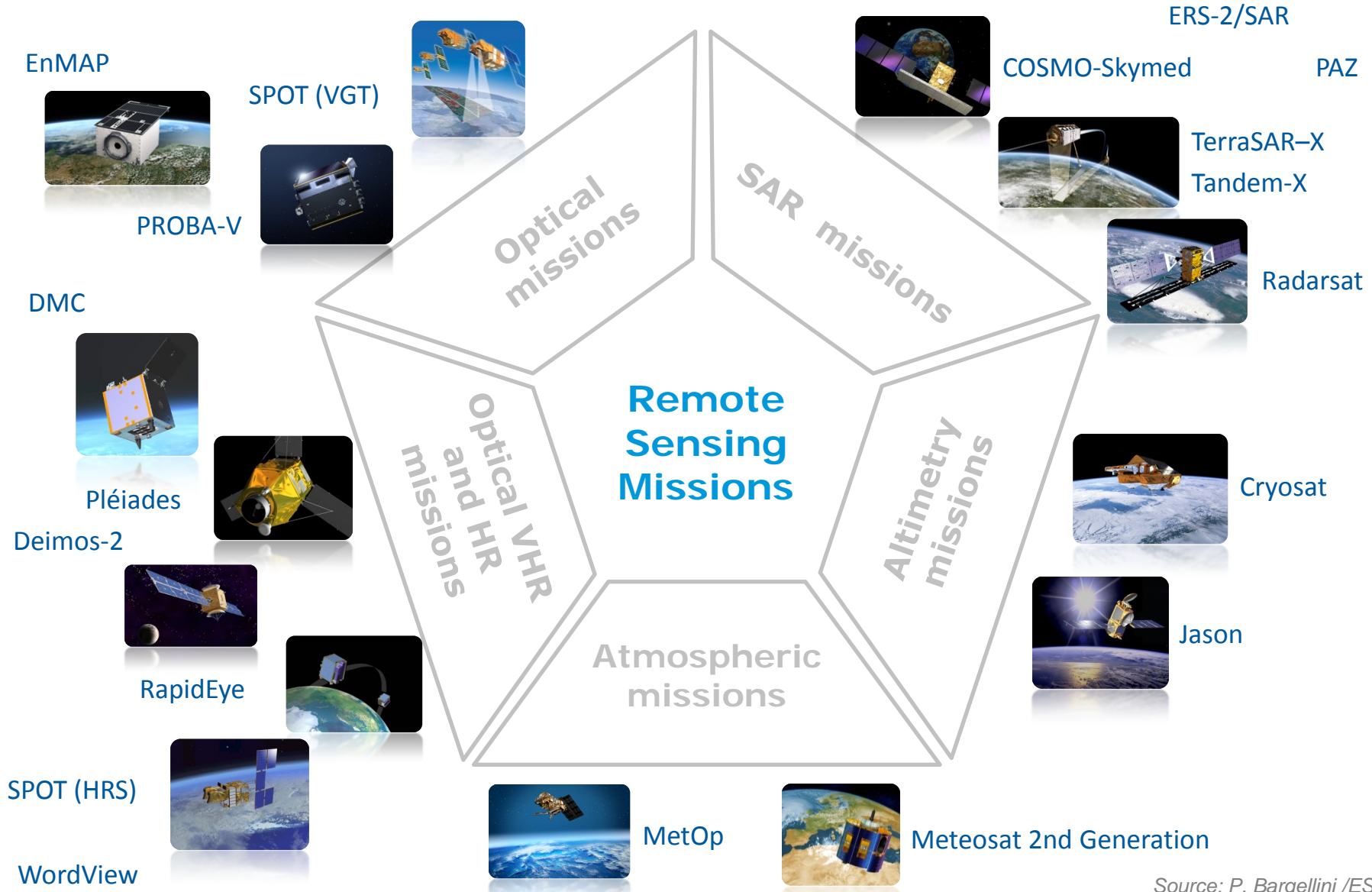


“Die Messung des Landschaftswandels global”

PD. Dr. Angela Lausch.
HELMHOLTZ
Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Angela.Lausch@ufz.de

Ansatz: Remote Sensing - Landschaftswandel ?



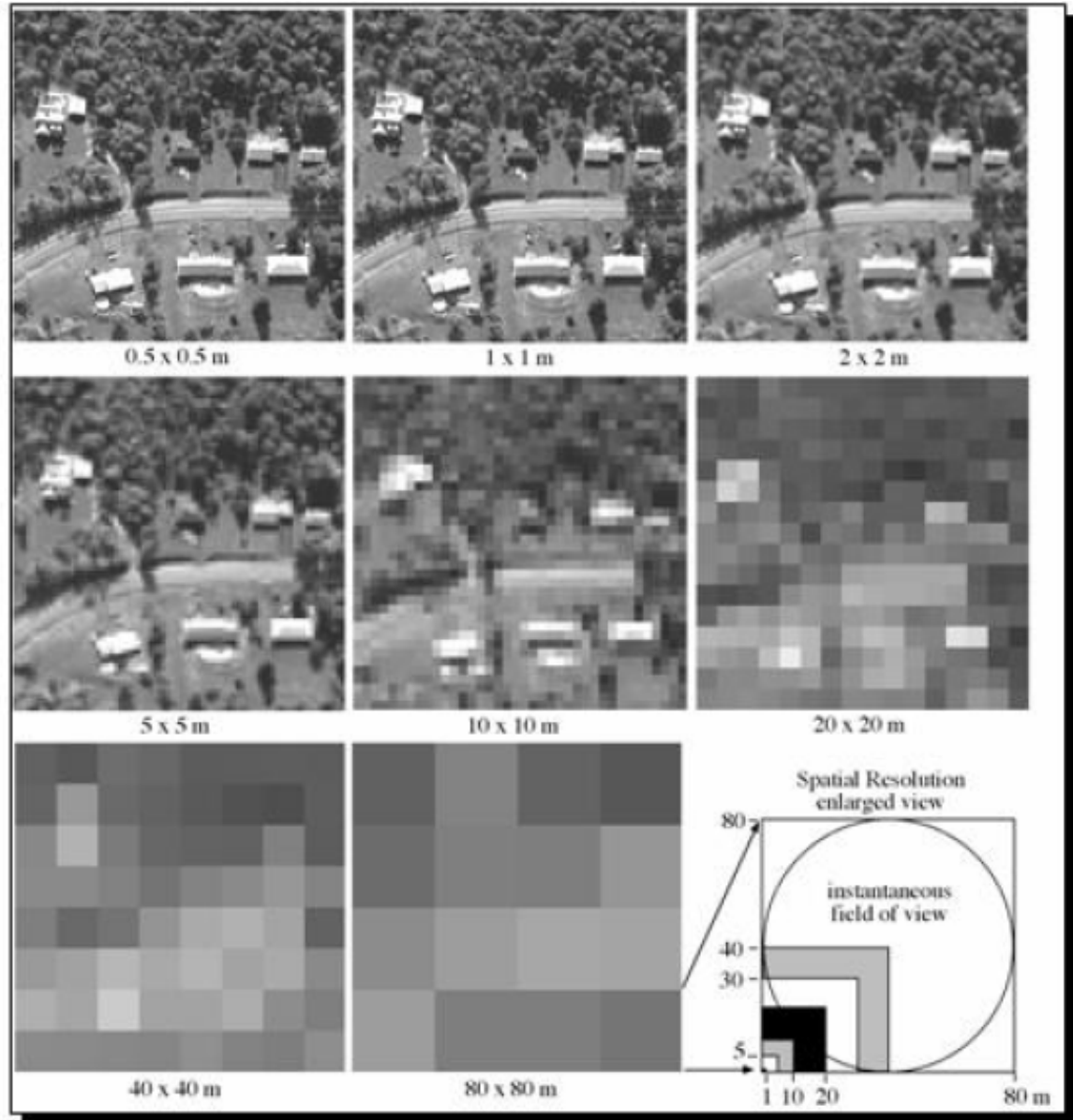
Source: P. Bargellini /ESA

Ansatz: Remote Sensing - Landschaftswandel ?

Räumliche Auflösung

Wodurch unterscheiden
Sich RS Data ?

- a) Räumliche Auflösung
- b) Spektrale Auflösung
- c) Zeitliche Auflösung

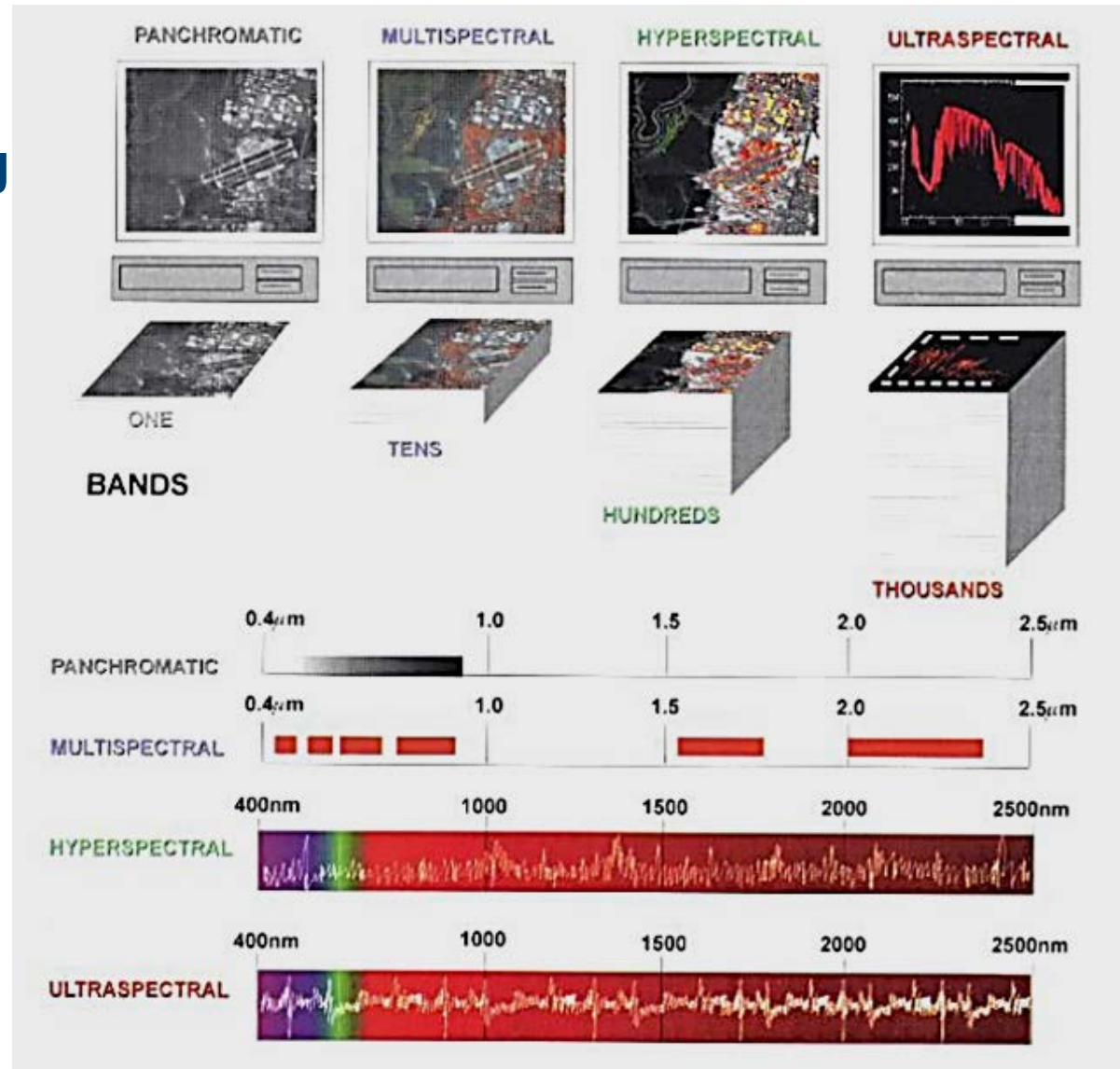


Ansatz: Remote Sensing - Landschaftswandel ?

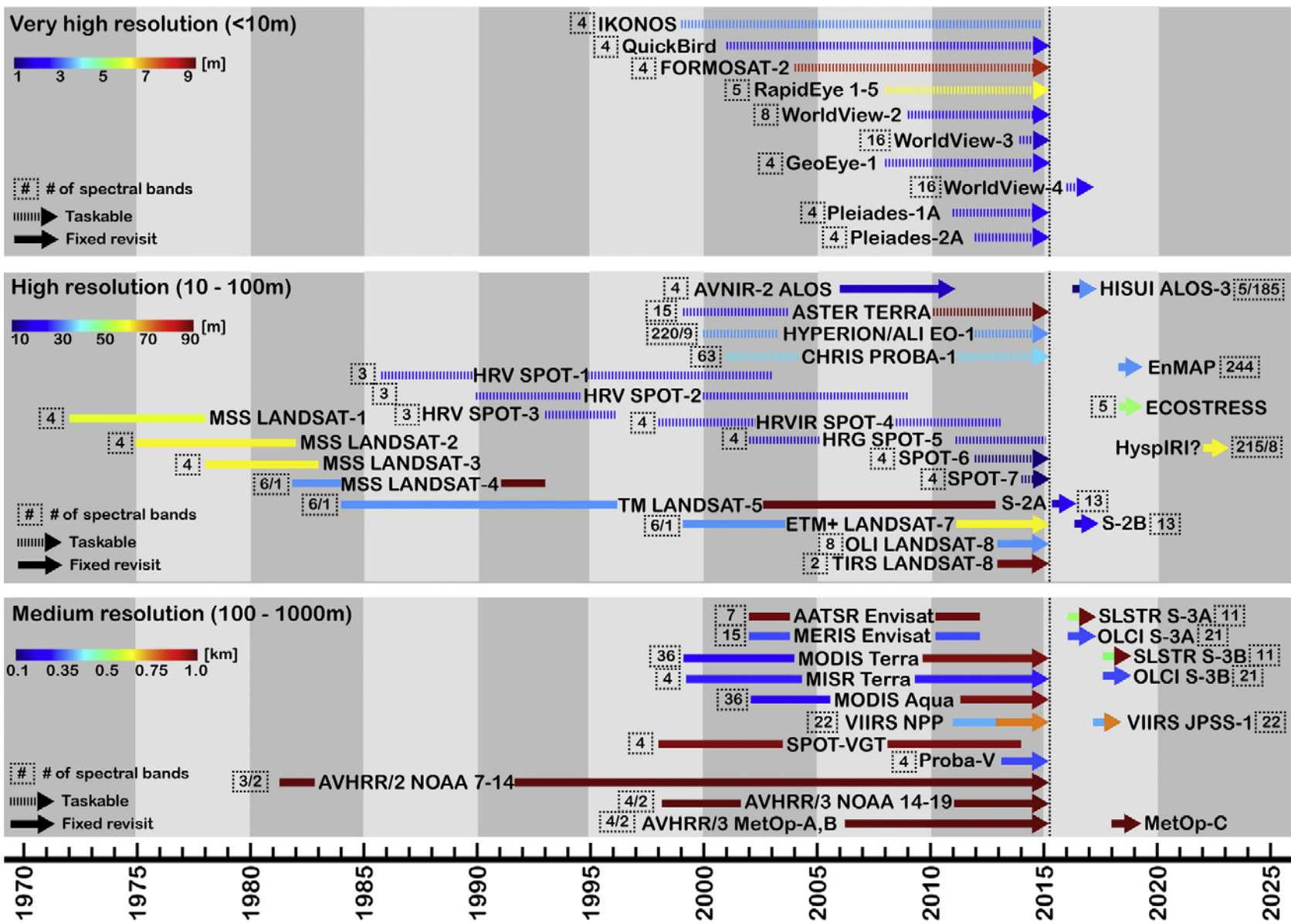
Spektrale Auflösung

Wodurch unterscheiden
Sich RS Data ?

- a) Räumliche Auflösung
- b) **Spektrale Auflösung**
- c) Zeitliche Auflösung



Ansatz: Remote Sensing - Missions



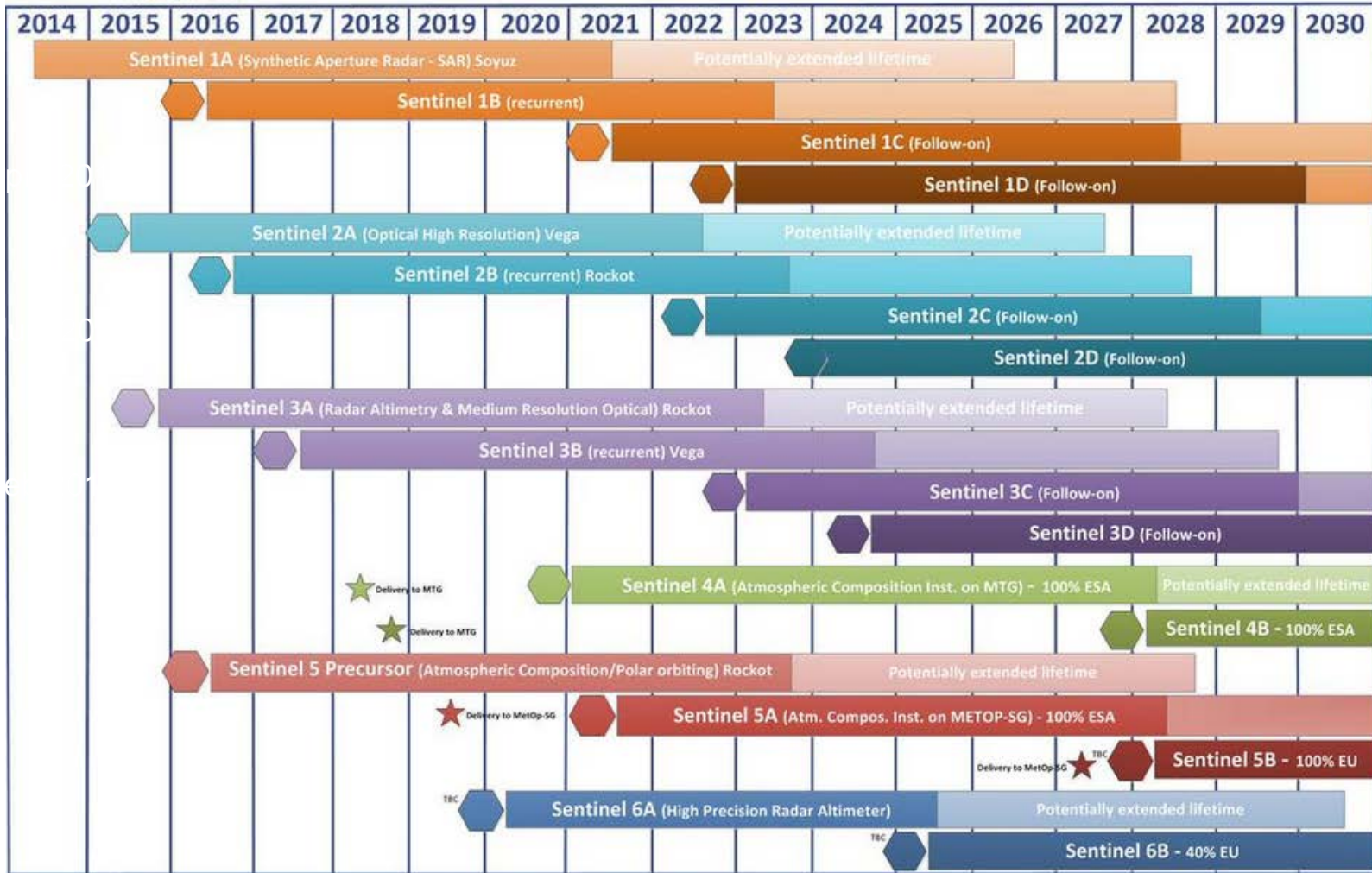
Houborg et al., 2015. Advances in remote sensing of vegetation function and traits. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 43 (2015) 1-6

Remote Sensing – Copernicus – Missionen (ESA)

Status 07/09/2015



Copernicus Constellations Deployment Schedule

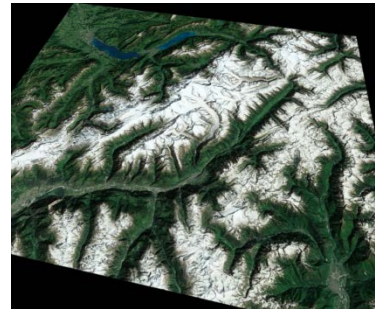


Legend: Flight Acceptance Review Delivery to MTG



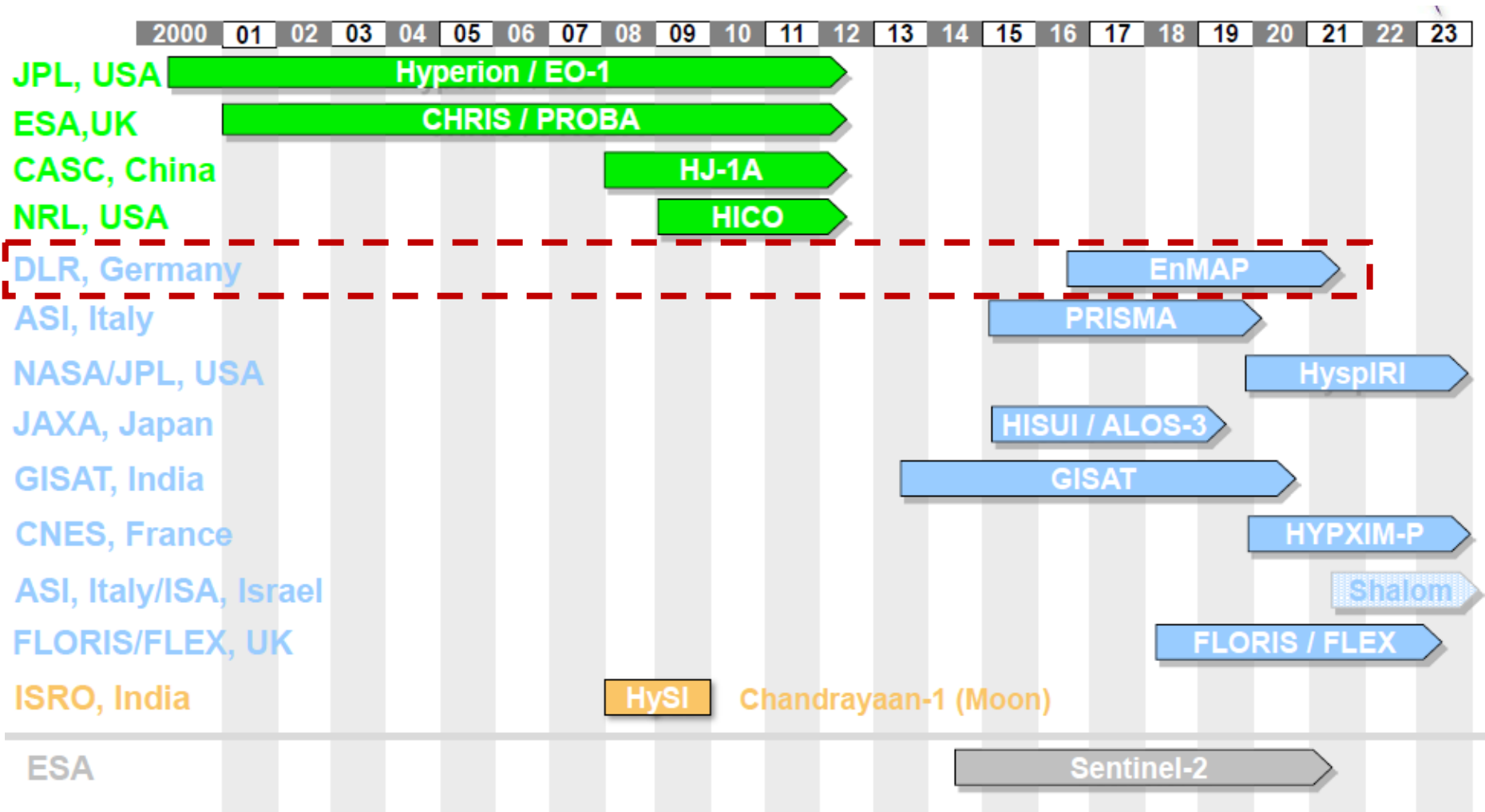
SENTINEL 1 - 5

- **Sentinel-1:** Radar (C-Band)
Land und Ozean, Eiskartierung
- **Sentinel-2:** Multispektraler optischer Sensor
Landbedeckung und –nutzung
- **Sentinel-3:** Optische- und Radarinstrumente
Meeresbeobachtung u.a. Farbe, Temperatur, Höhe
- **Sentinel-4/-5:** Atmosphärensensoren
Ozon, Luftqualität, Treibhausgasen
- **Sentinel-6:** Altimeter zur Messung
Meereshöhe, Strömung, Eismächtigkeit, Vegetationshöhe



Remote Sensing – Hyperspektral – Missionen

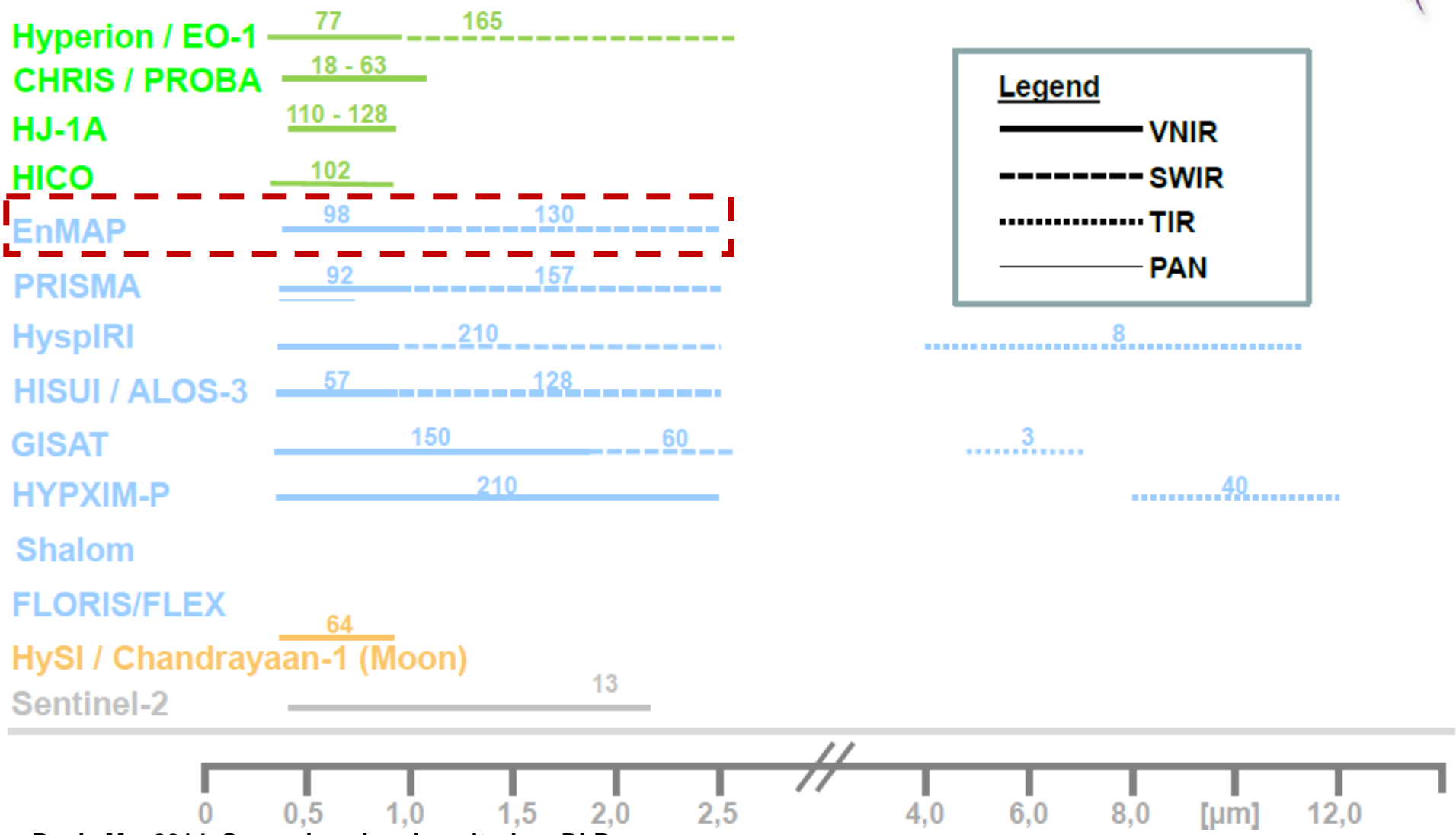
Spaceborne **imaging spectroscopy** missions – Launch and life time



Remote Sensing Missions and Data – Hyperspectral Missions

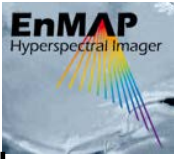
Spaceborne **imaging spectroscopy** missions

– Spectral characteristics

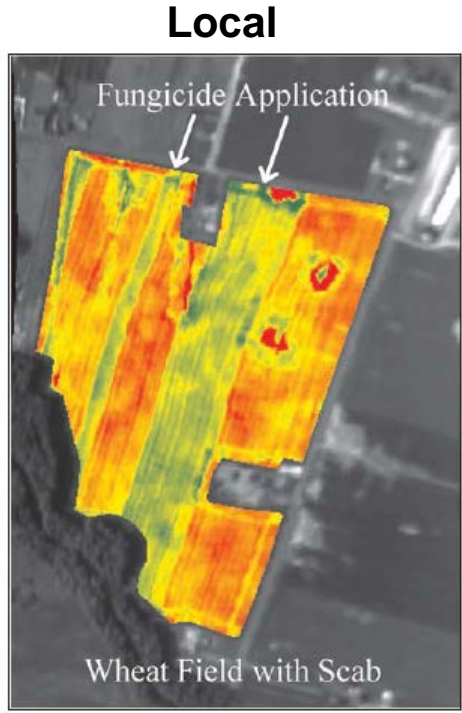


Bock, M., 2014. Copernicus Landmonitoring, DLR

Remote Sensing – Hyperspektral – Missionen

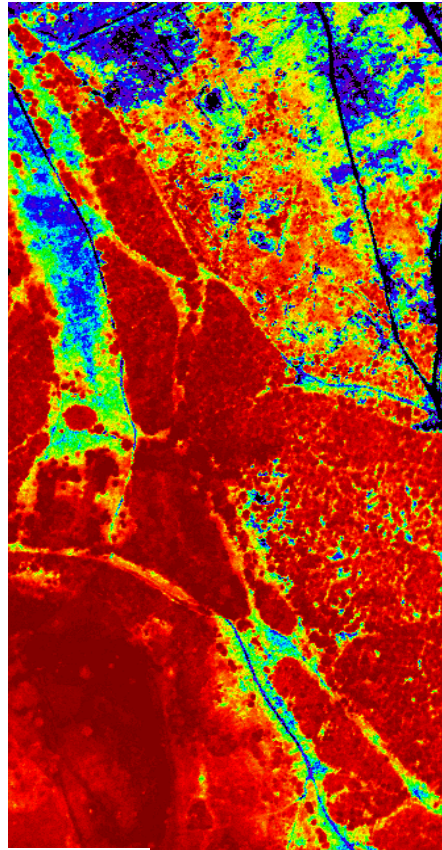


- EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program), Deutschland
- Neue Dimension in Mapping Vegetation, Boden, Wasser, Klima
Zustandsgrößen, Stress, Störungen, Ressourcen Begrenzungen
- Grund: Hohe spectrale Auflösung (ca. 300 spectrale Bänder (400-2500nm))

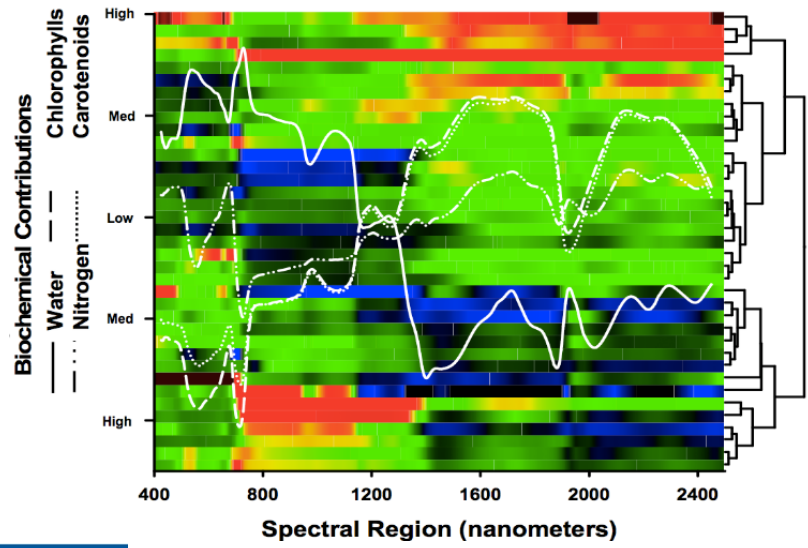


Vegetation - stress
(www.specim.fi)

Regional

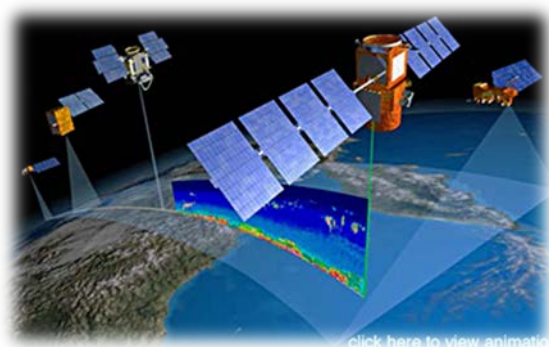


NDVI



(<http://spectranomics.stanford.edu>; Asner, 2012)

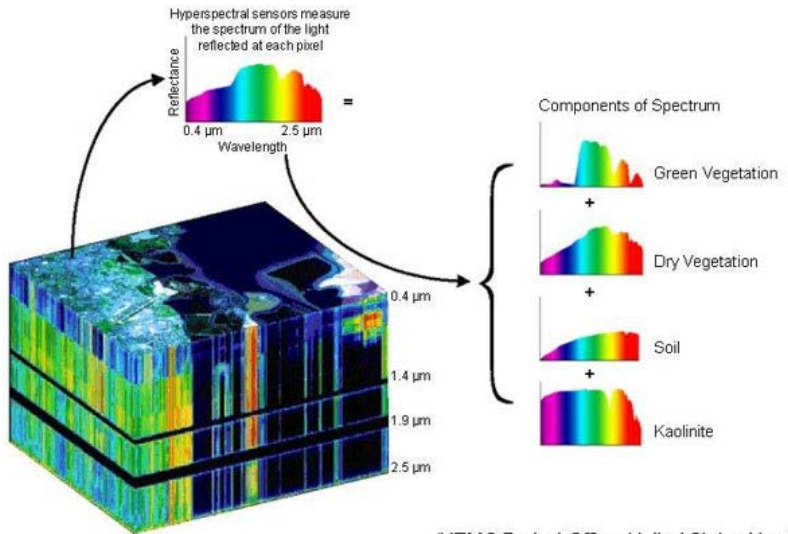
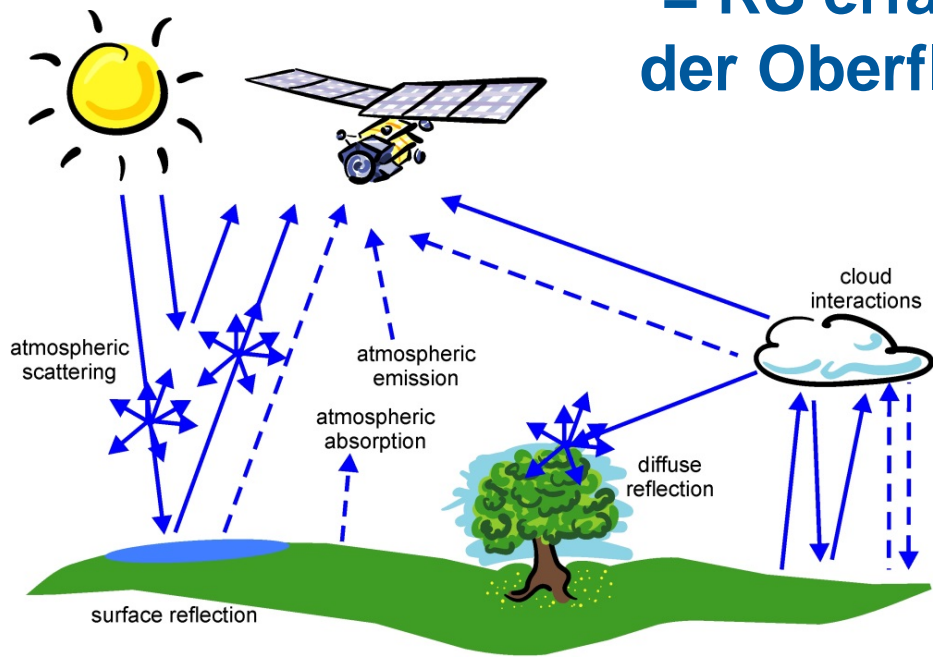
Ansatz – „Remote Sensing“ (RS)



Physically basiertes System
Kontaktlos
Elektromagnetic Spectrum

= Reflektion, Absorption der Oberfläche

= RS erfasst „traits“ (Eigenschaften)
der Oberfläche / des erfassten Objekts



Ansatz: „Species trait“ - Konzept

Traits = Eigenschaften oder Merkmale

Traits von Arten (Pflanzen/Tiere) sind: biochemische, biophysikalische, physiologische, anatomische, morphologische, strukturelle oder phenologische Eigenschaften / Charakteristika von Arten, Populationen, Gesellschaften, Habitaten, Biomen, Ökosystem (verändert nach Kattke et al., 2011).

Blütenfarbe



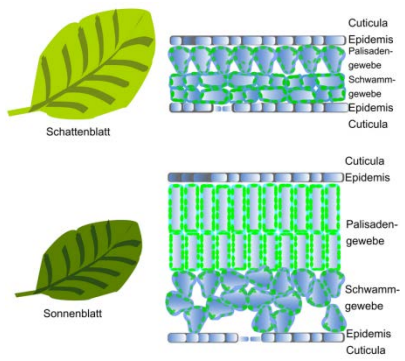
Blütenform



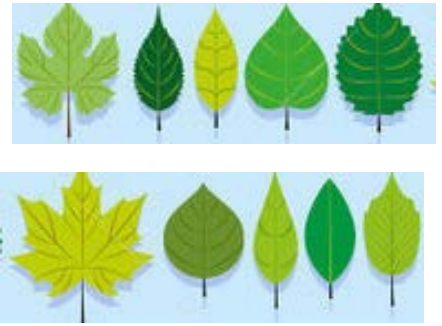
Wuchsform



Morphologische Eigenschaften

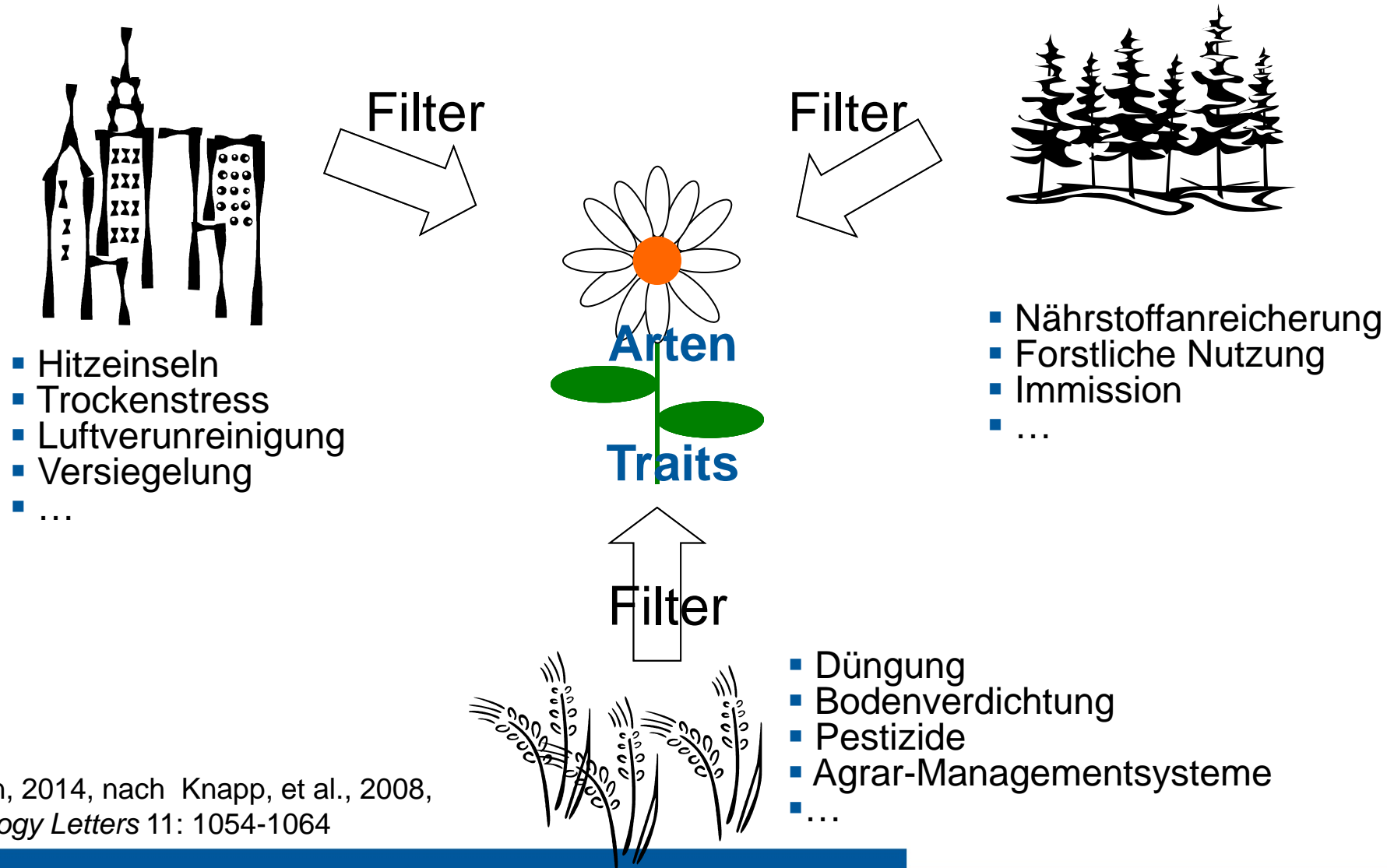


Blattform



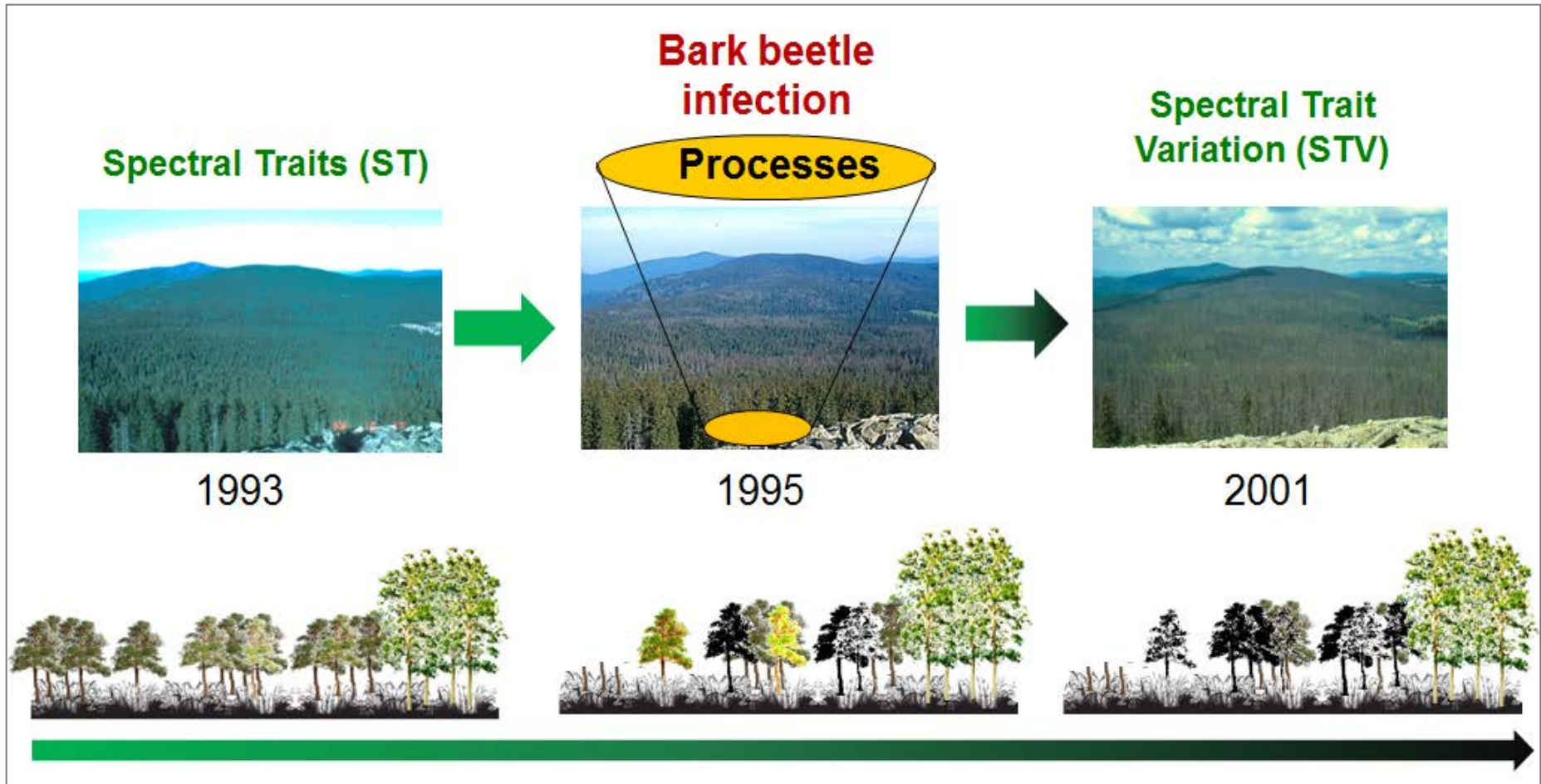
Ansatz: „Species trait“ - Konzept

Traits = Merkmale = Filter für Umweltfaktoren, Störungen ...



RS – Erfassung von Prozessen in der Landschaft

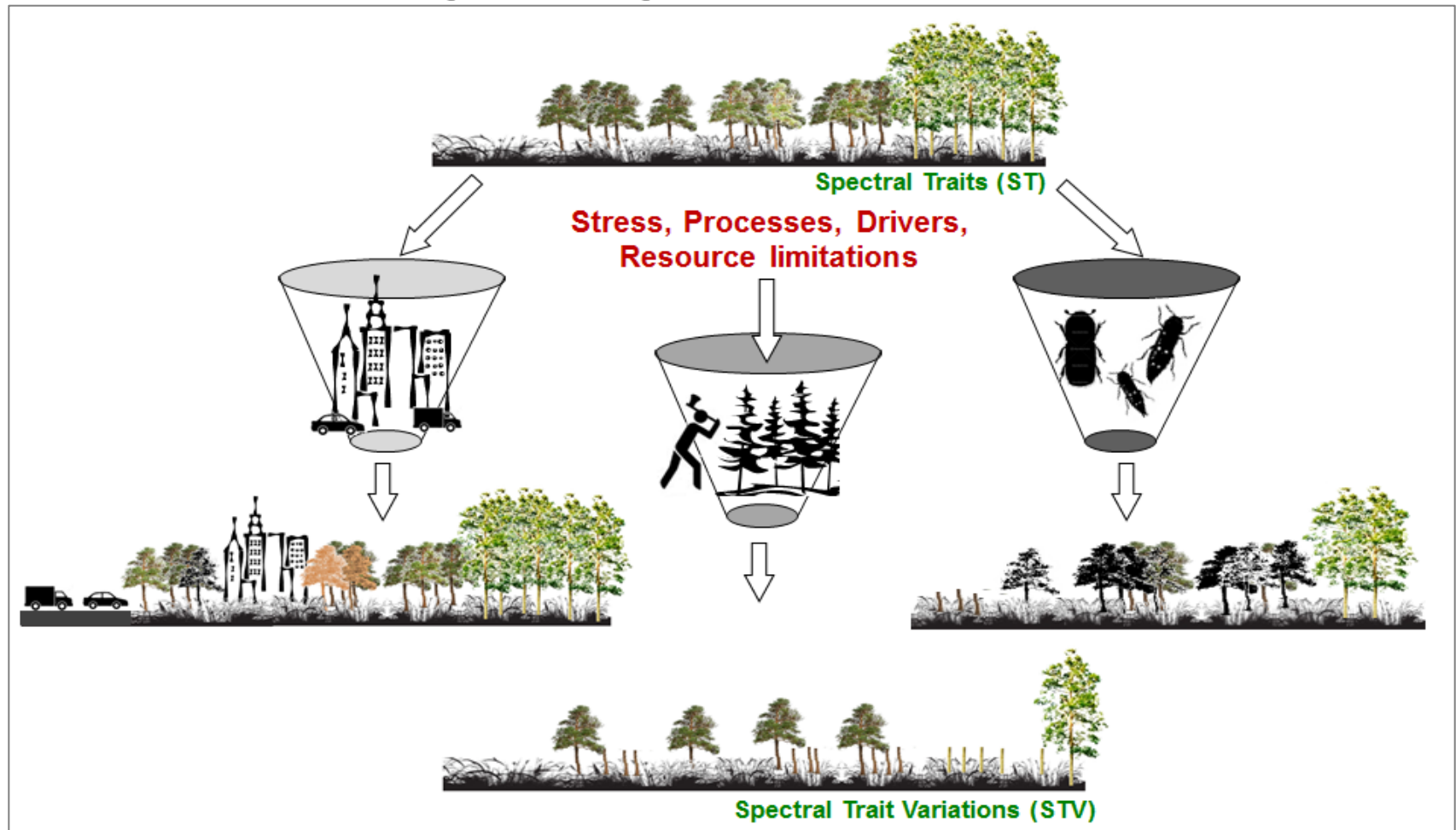
Traits = Merkmale = Zeiger für globale Veränderungen, Störungen, Stress, Ressourcen Begrenzungen



Lausch, A., Erasmi, S., Douglas, J., King, Magdon, P., Heurich, M., 2016. Understanding forest health by remote sensing - Part I - A review of spectral traits, processes and remote sensing characteristics (sub. Remote Sensing)

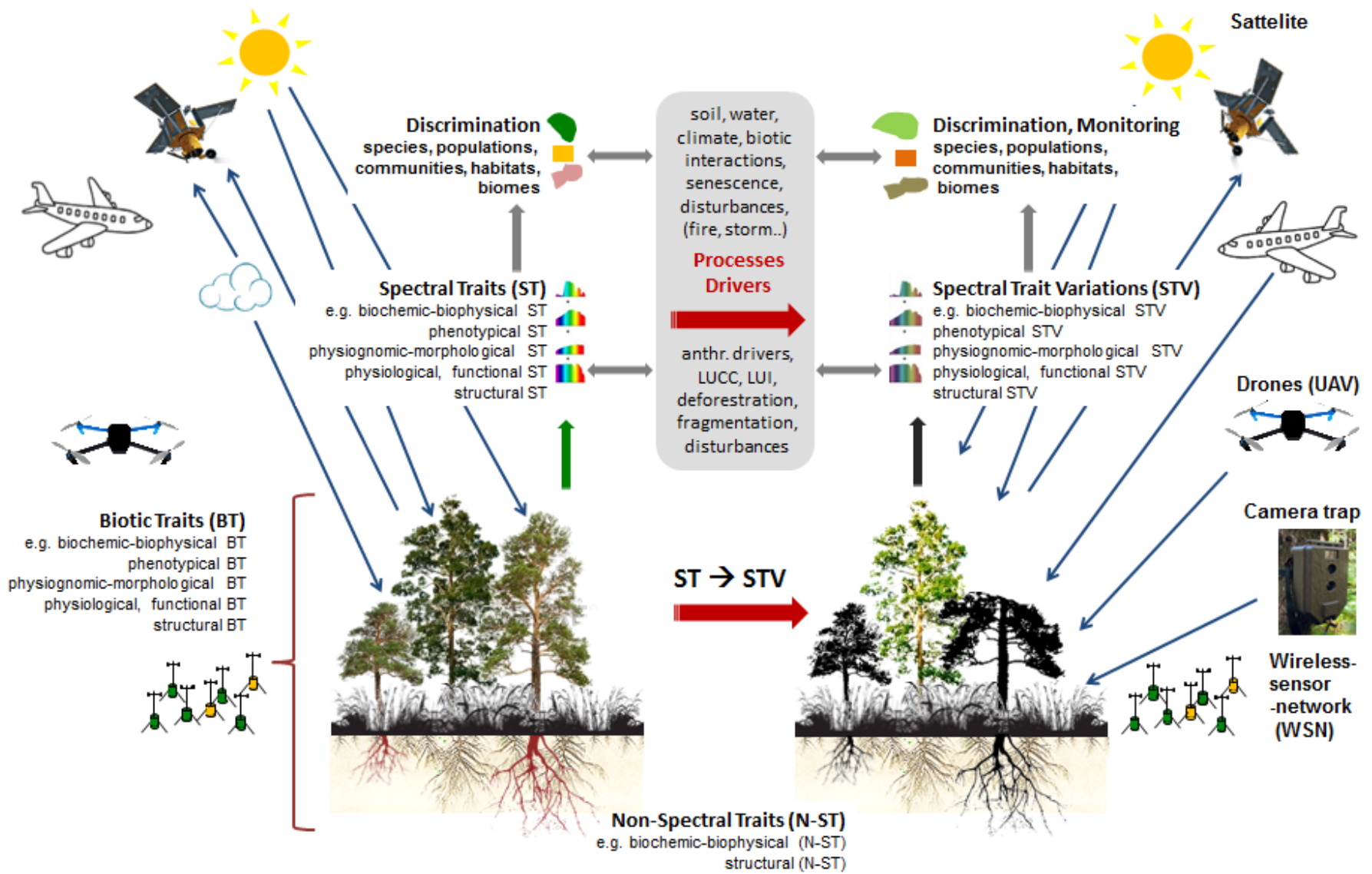
RS – Erfassung von Prozessen in der Landschaft

Traits = Merkmale = Zeiger für globale Veränderungen, Störungen, Stress, Ressourcen Begrenzungen



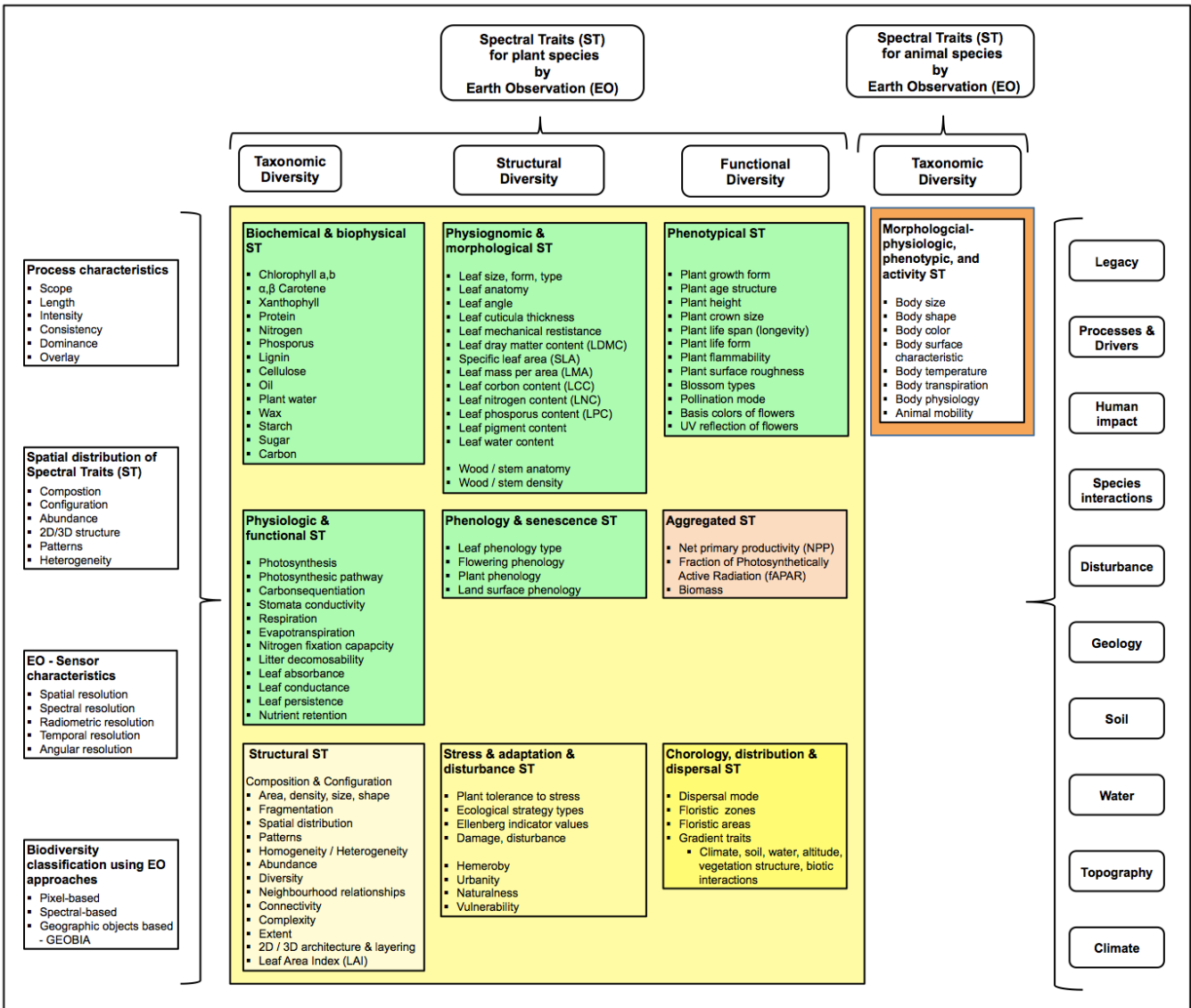
Lausch, A., Erasmí, S., Douglas, J., King, Magdon, P., Heurich, M., 2016. Understanding forest health by remote sensing - Part I - A review of spectral traits, processes and remote sensing characteristics (sub. Remote Sensing)

Ansatz – RS – erfasst „traits“ (ST/STV)



Lausch, A., Erasmi, S., Douglas, J., King, Magdon, P., Heurich, M., 2016. Understanding forest health by remote sensing - Part I - A review of spectral traits, processes and remote sensing characteristics (sub. Remote Sensing)

Ansatz – RS – erfasst „traits“ – Hyperspektrale RS



Biochemical & biophysical ST

- Chlorophyll a,b
- α,β Carotene
- Xanthophyll
- Protein
- Nitrogen
- Phosphorus
- Lignin
- Cellulose
- Oil
- Plant water
- Wax
- Starch
- Sugar
- Carbon

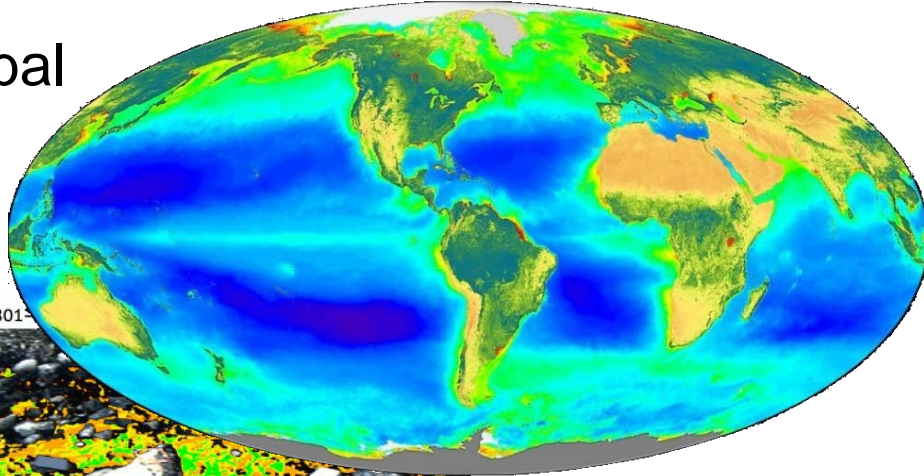
(DECO Project Office, United States Army)

Lausch, A., et al., 2016. Linking Earth Observation and taxonomic, structural and functional biodiversity: Local to ecosystem perspectives. Ecological Indicators 70., 317-339., doi: 10.1016/j.ecolind.2016.06.022.

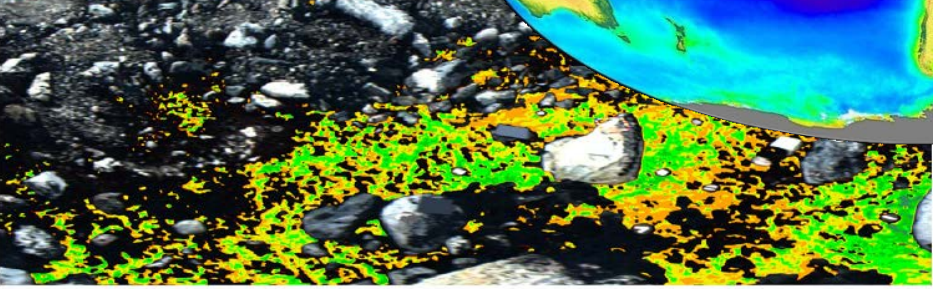
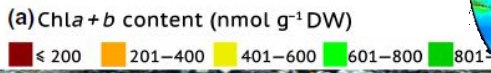
Ansatz – RS – erfasst „traits“

➤ **Traits** = Merkmale → auf allen räuml.-zeitl Skalen

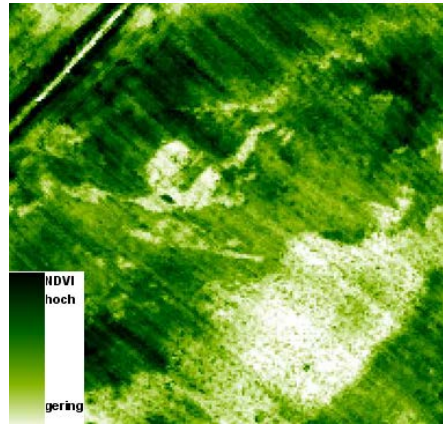
Global



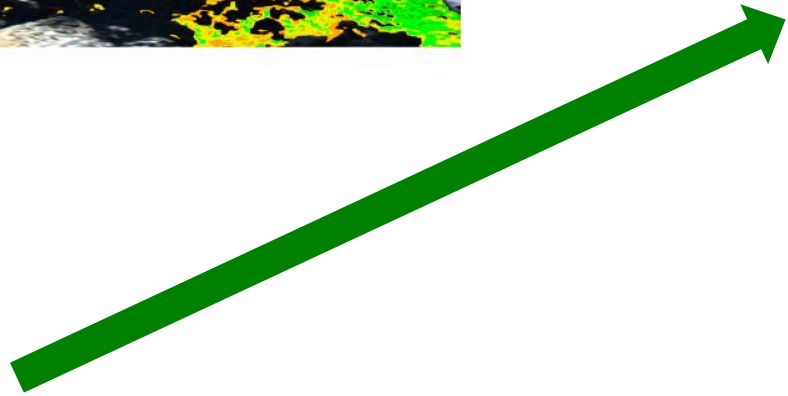
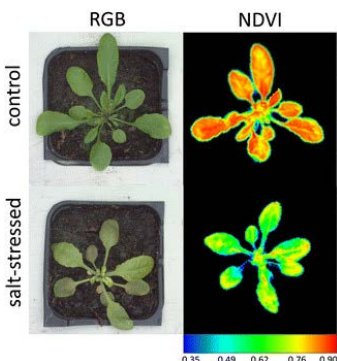
Lokal



Plot



Individuum



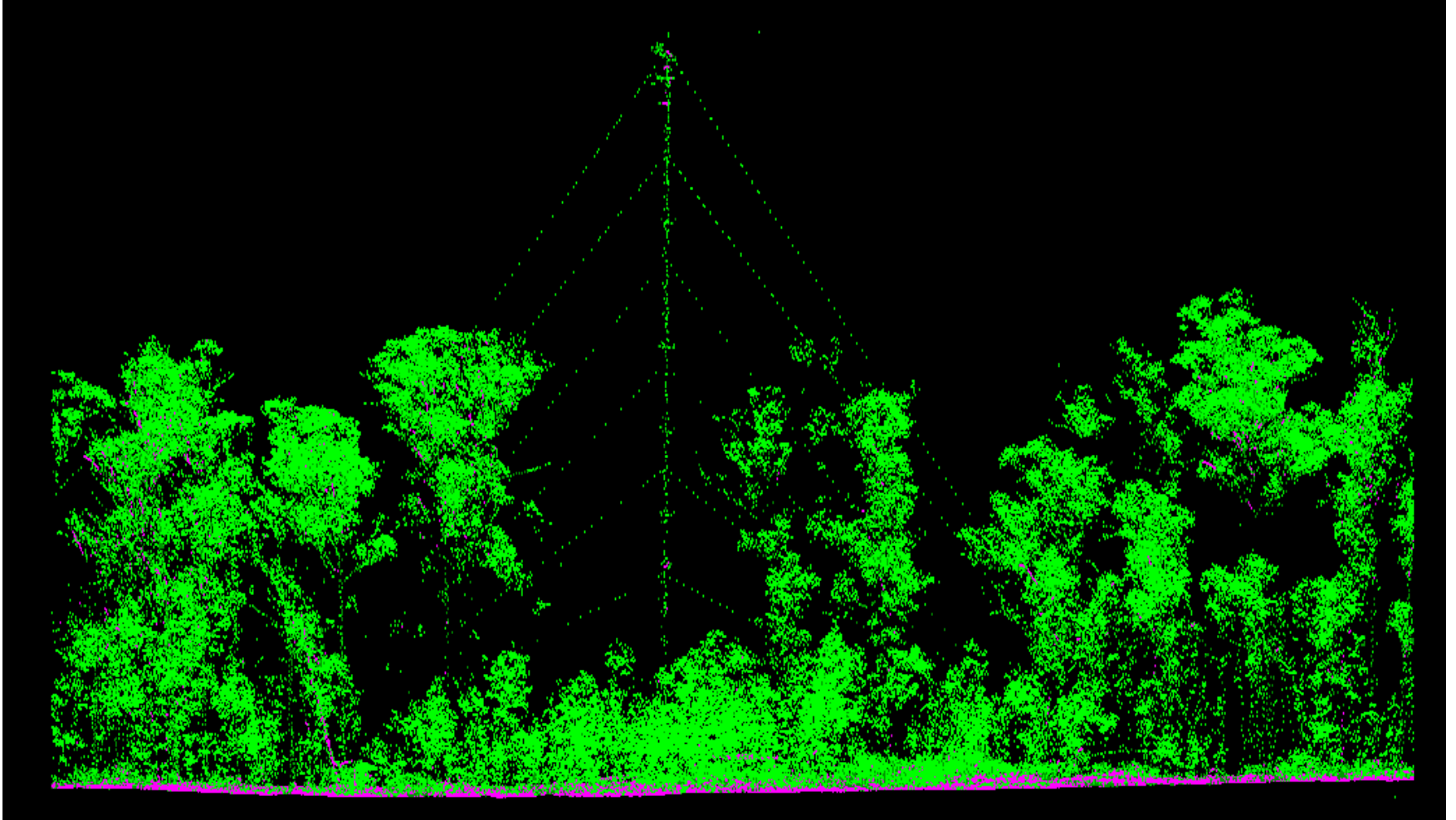
Chlorophyll-Konzentration

Remote Sensing – Vegetation

- Arten, Communities, Biotope
 - Zusammensetzung, Verteilung, Diversitäten, Heterogenitäten
 - Hotspots, ...
- Monitoring (LULC)
- Stress, Disturbances, Vegetation health
- Ressourcen Begrenzungen (durch Boden, Wasser, Nährstoffe)
- Precision Farming (Stickstoffverteilung, Ertrag,)
- Biomasse
- Landnutzungsintensität (LUI), Crop-Klassifikation, Ertrag, ...
- Prozesse:
 - Pflanzenschutzmitteleintrag
 - Krankheiten (Pilzbefall)
 - Health of Biodiversity, Forest health, Ecosystem health

Remote Sensing – Vegetation

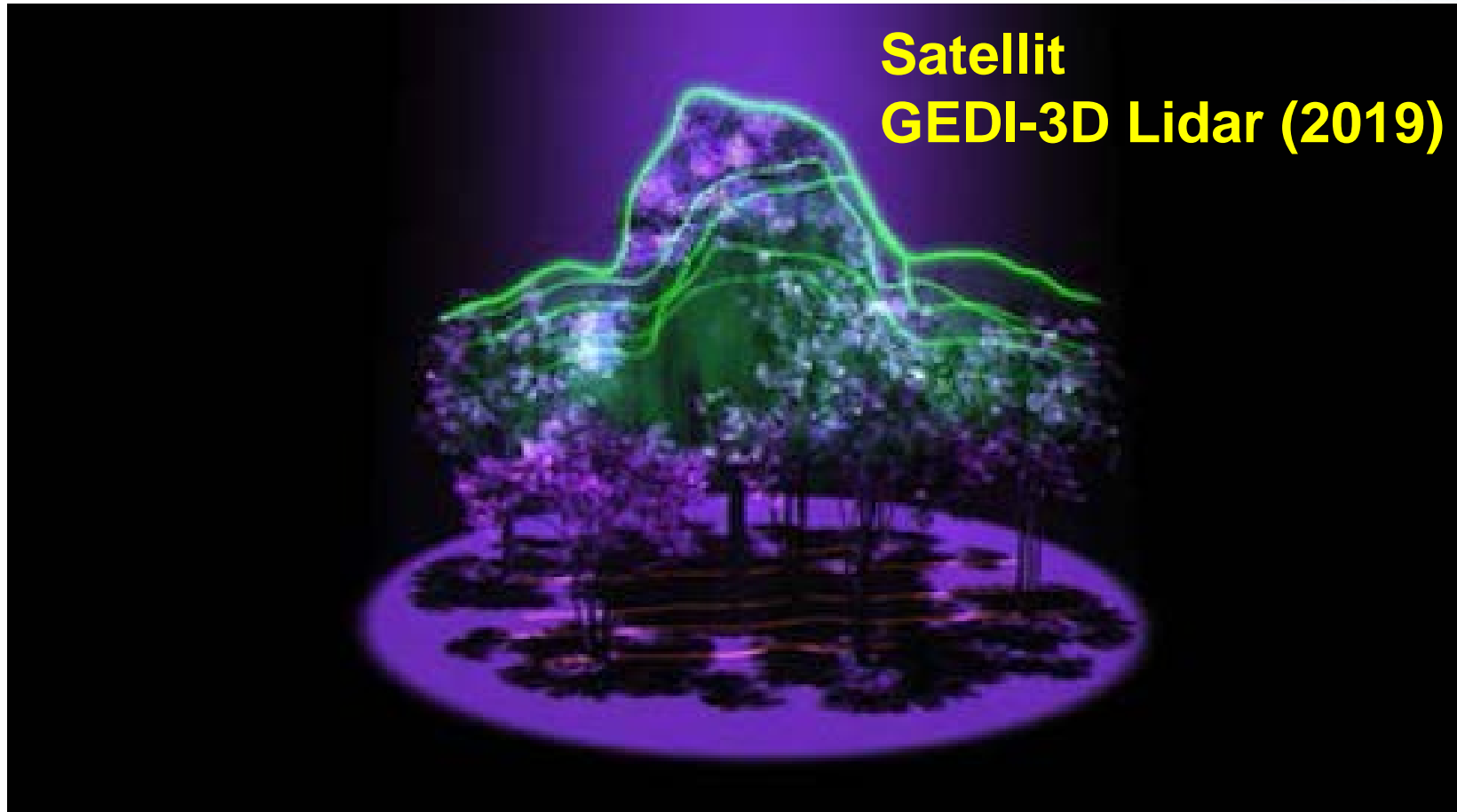
➤ Traits = Merkmale → **Strukturelle Traits**



70m Flux-Tower, Bago State Forest - Australia 2012, Airborne Laser Scanning

Remote Sensing – Vegetation

➤ Traits = Merkmale → **Strukturelle Traits**



Lausch, A., et al., 2016. Linking Earth Observation and taxonomic, structural and functional biodiversity: Local to ecosystem perspectives. *Ecological Indicators* 70., 317-339., doi: 10.1016/j.ecolind.2016.06.022.

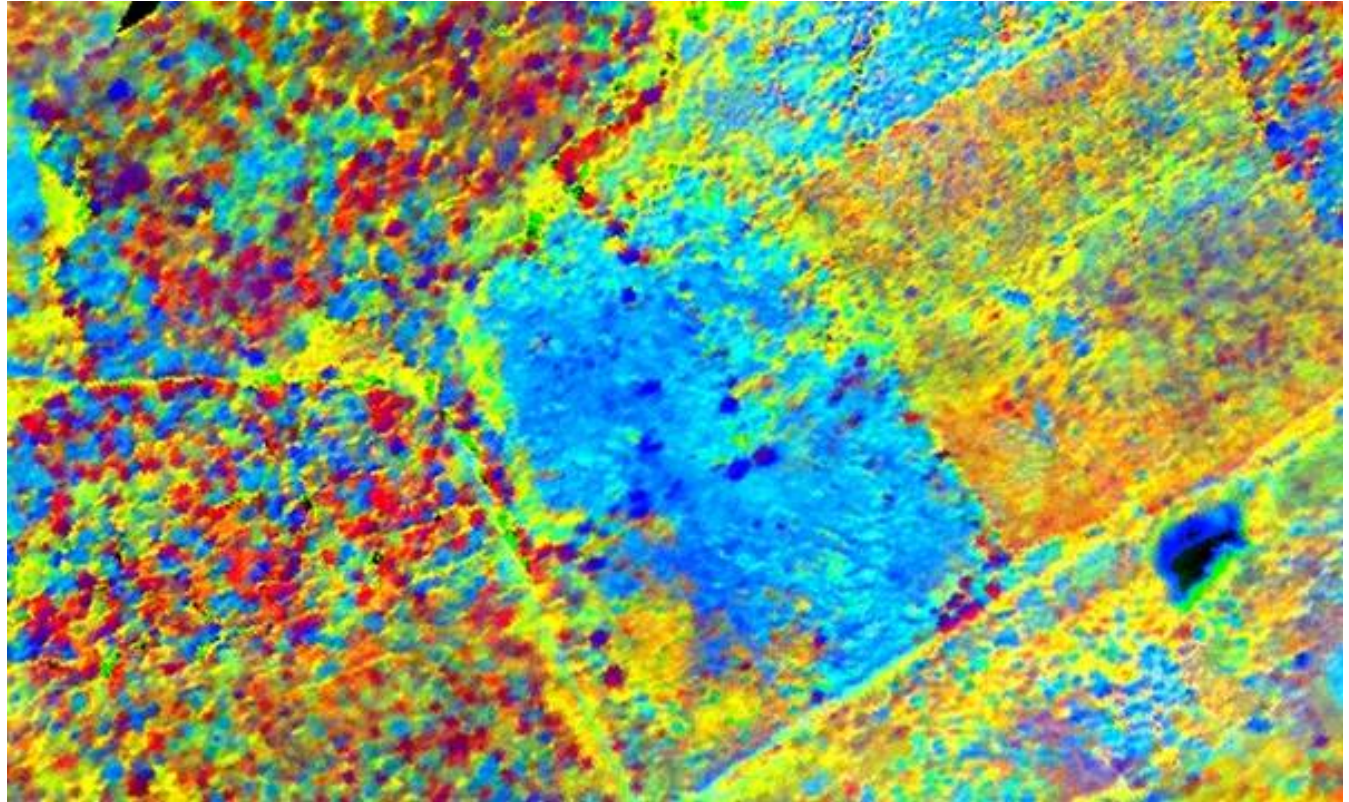
RS - Vegetation – Arten, Verteilungen, Diversitäten

➤ Traits = Merkmale → **Functionelle Traits**

Waldbestand(Explorat. Hainich)

Biochemical & biophysical ST

- Chlorophyll a,b
- α,β Carotene
- Xanthophyll
- Protein
- Nitrogen
- Phosphorus
- Lignin
- Cellulose
- Oil
- Plant water
- Wax
- Starch
- Sugar
- Carbon



Falschfarben Bild für Waldbestände im Exploratorium Hainich aufgenommen mit AISA Eagle/Hawk Sensoren im Juli 2012 (Quelle: persönliche Mitteilung von Henning Aberle, Abteilung Waldinventur und Fernerkundung, Göttingen, ForestHype Projekt DLR)

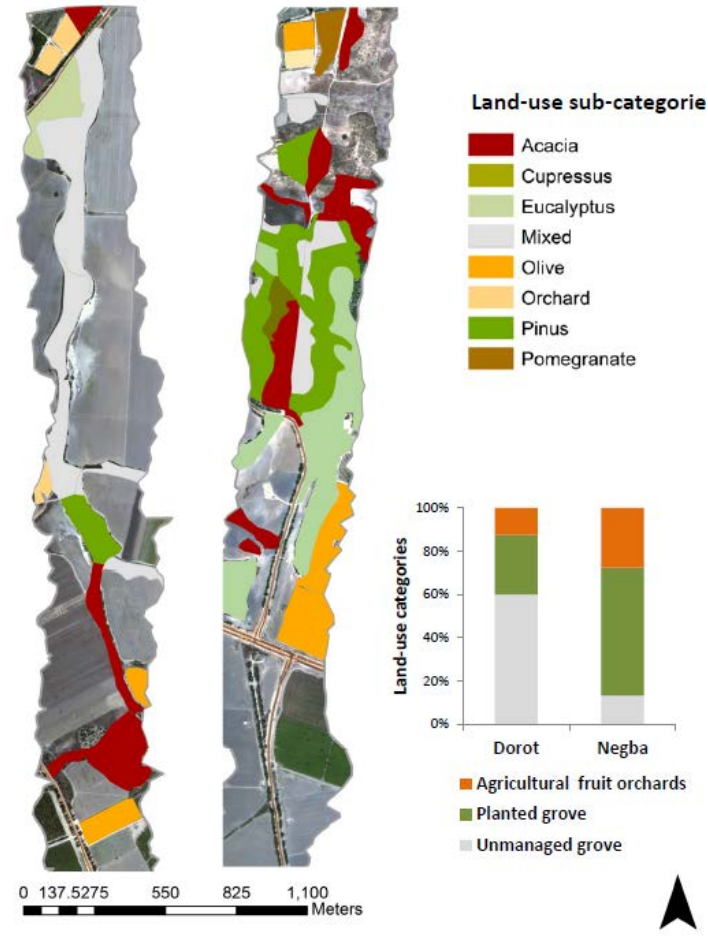
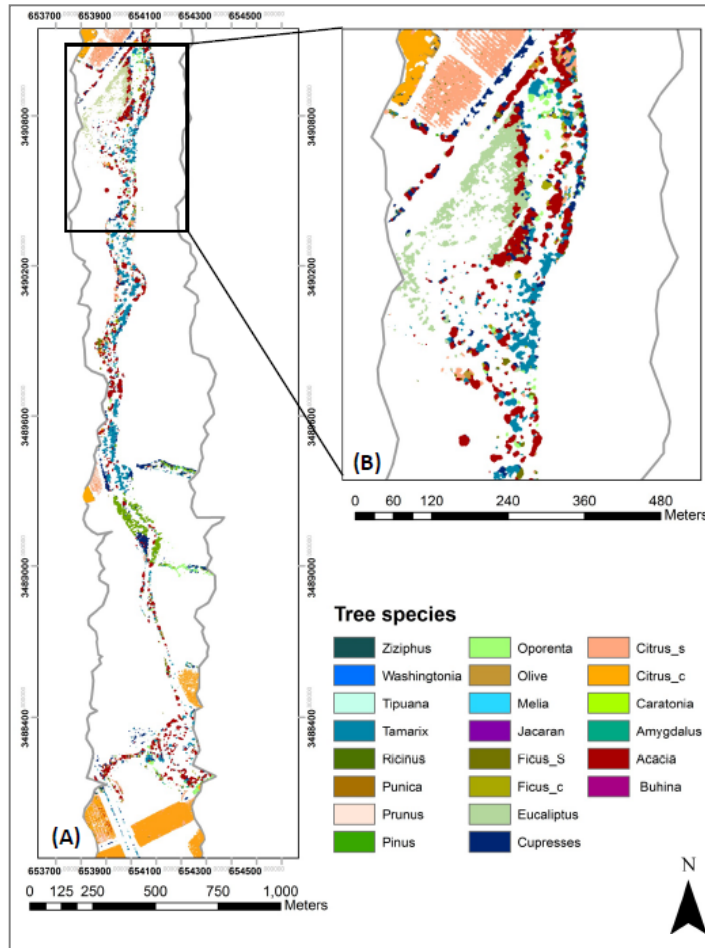
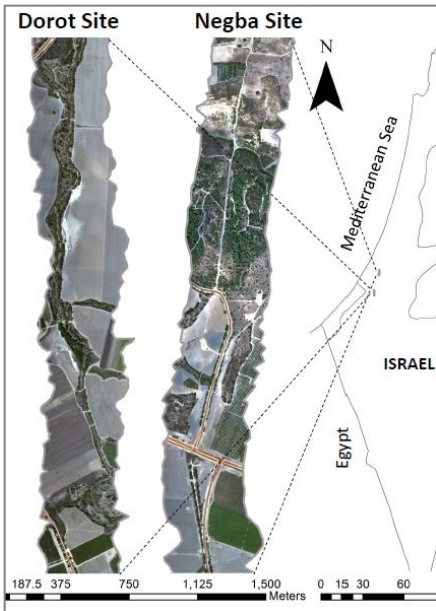
<http://www.biodiversity-exploratories.de/startseite/>

RS - Vegetation – Arten, Verteilungen, Diversitäten

Biochemical & biophysical ST

- Chlorophyll a,b
- α,β Carotene
- Xanthophyll
- Protein
- Nitrogen
- Phosphorus
- Lignin
- Cellulose
- Oil
- Plant water
- Wax
- Starch
- Sugar
- Carbon

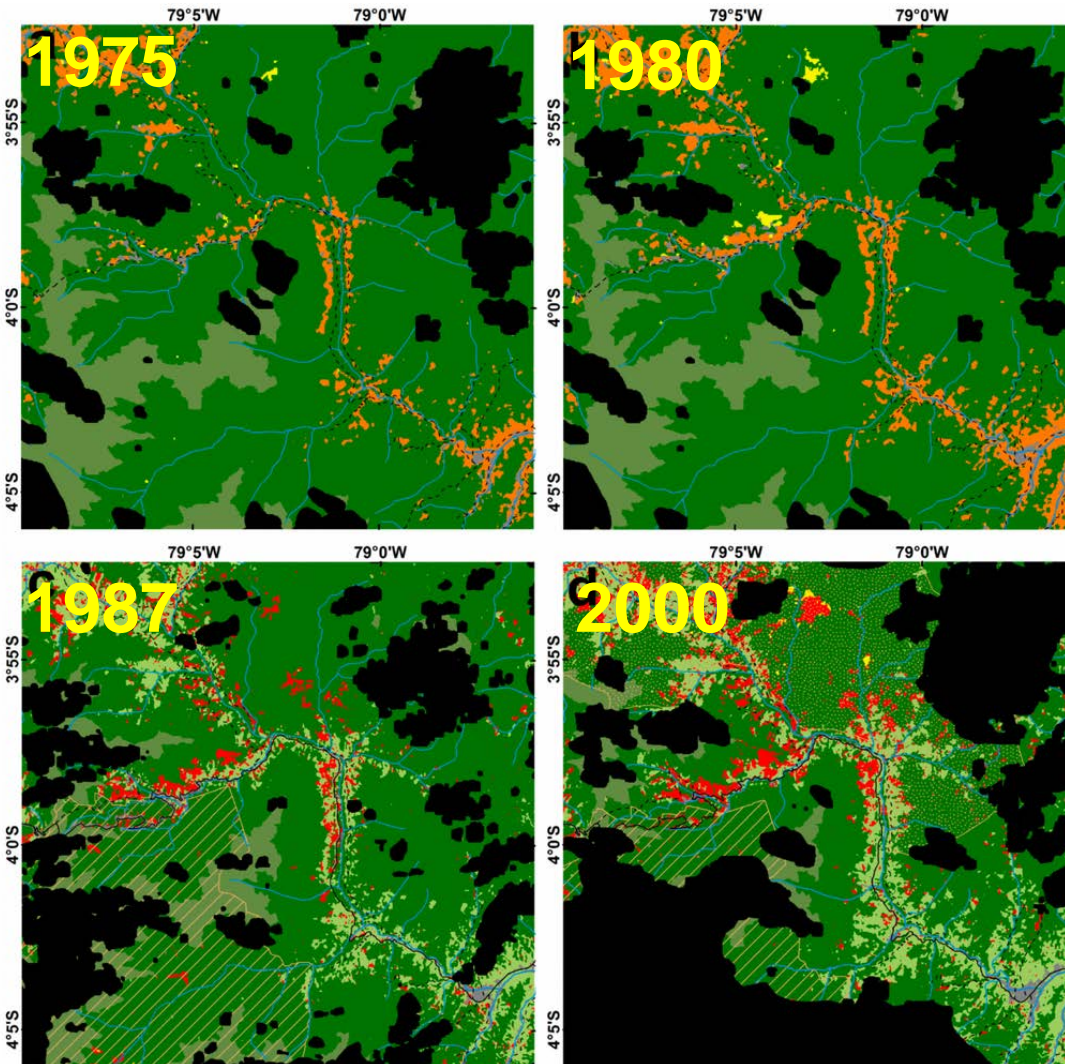
➤ Traits = Merkmale → Taxonomische Traits



Tarin Paz-Kagan et al., 2016. Multiscale Mapping of Species Diversity under Changed Land-Use Applying Imaging Spectroscopy. Sub. Ecological Applications

RS - LULC - Monitoring

➤ Traits = Merkmale → Traits für Veränderungen



LULC – Klassifikation

Andes of Southern Ecuador

Legend

- ~ Road Loja-Zamora
- - - Unpaved Road
- ~ River
- Podocarpus NP
- Corazón de Oro Protected Forest

Classes

- Bracken
- Pasture
- Burnt
- Forest
- Subpáramo
- Non-vegetated
- Cloud and cloud-shadow mask
- Bracken and pasture

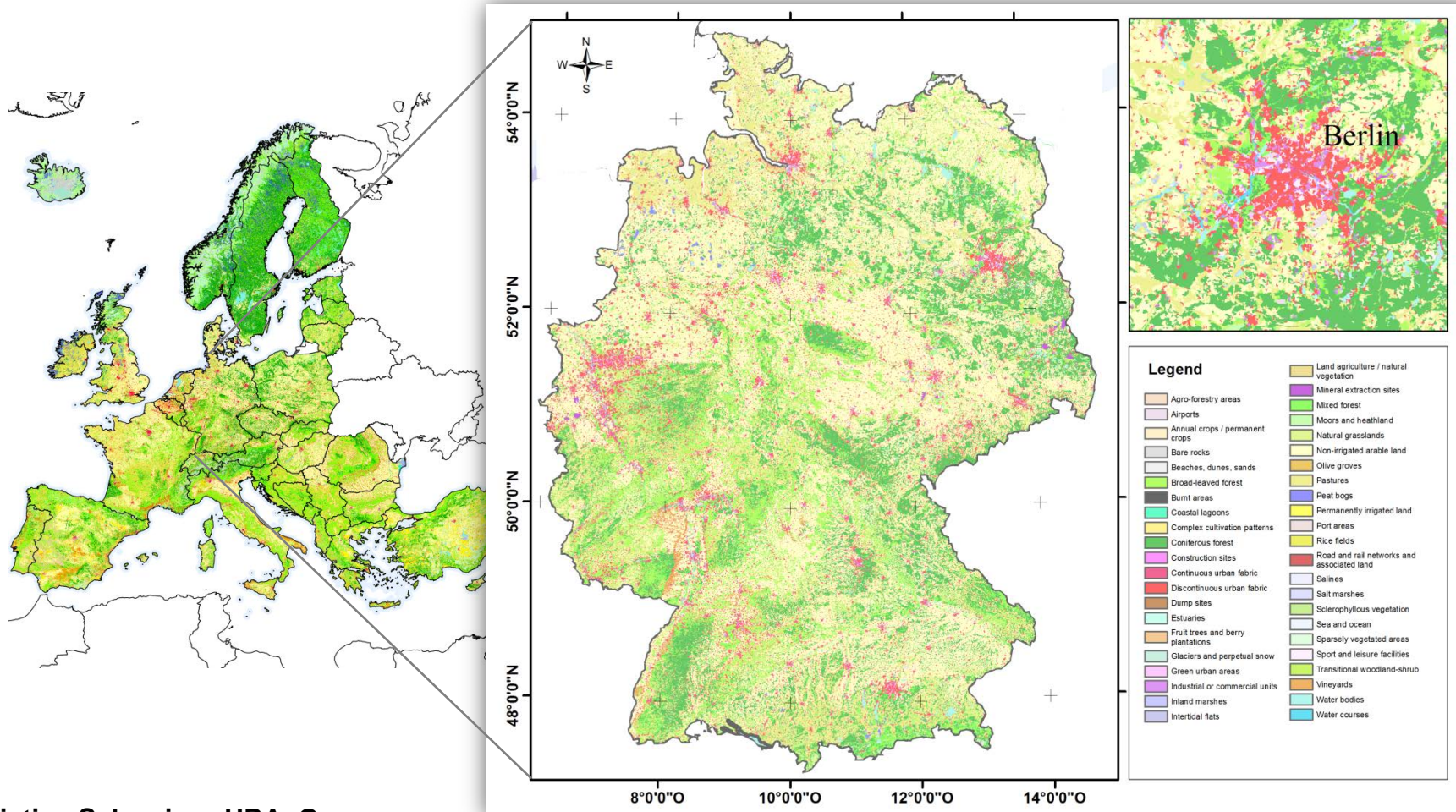
0 2.5 5
Km

Curatola Fernández, G.F., Obermeier, W.A., Gerique, A., López Sandoval, M.F., Lehnert, L.W., Thies, B. and Bendix, J., 2015. Land cover change in the Andes of Southern Ecuador—Patterns and drivers. *Remote Sensing*, 7(3), pp.2509-2542.

RS - LULC - Monitoring

➤ Traits = Merkmale → Traits für Veränderungen

Landdienst (EU) - CORINE Land Cover (2012)



Christian Schweizer, UBA, Germany

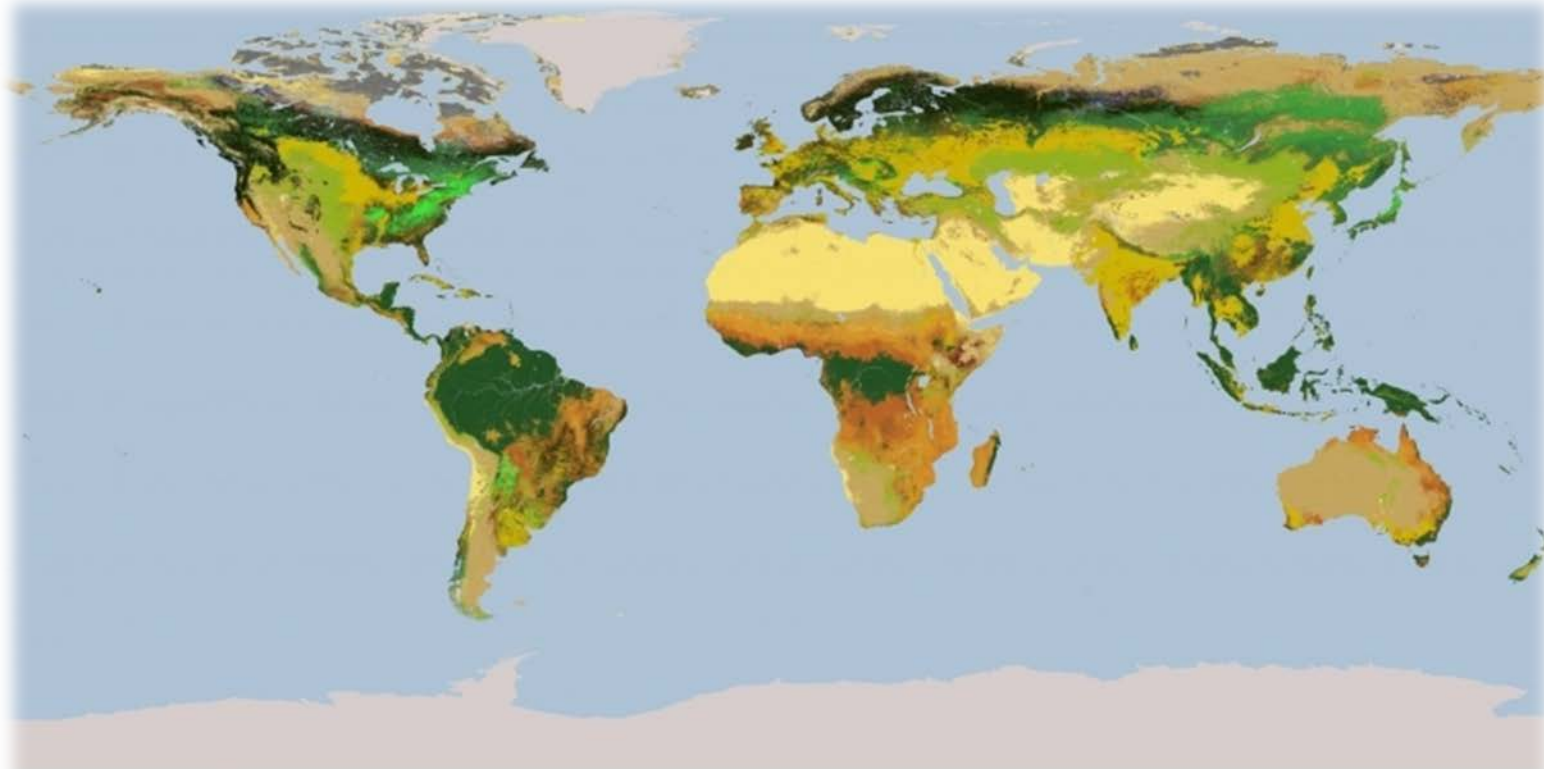
UFZ

6

25

RS - Vegetation – Arten, Verteilungen, Diversitäten

Terrestrische Biome – erfasst durch Remote Sensing



Source: NASA GSFC

Hot-Spots Biodiversitätsgebiete

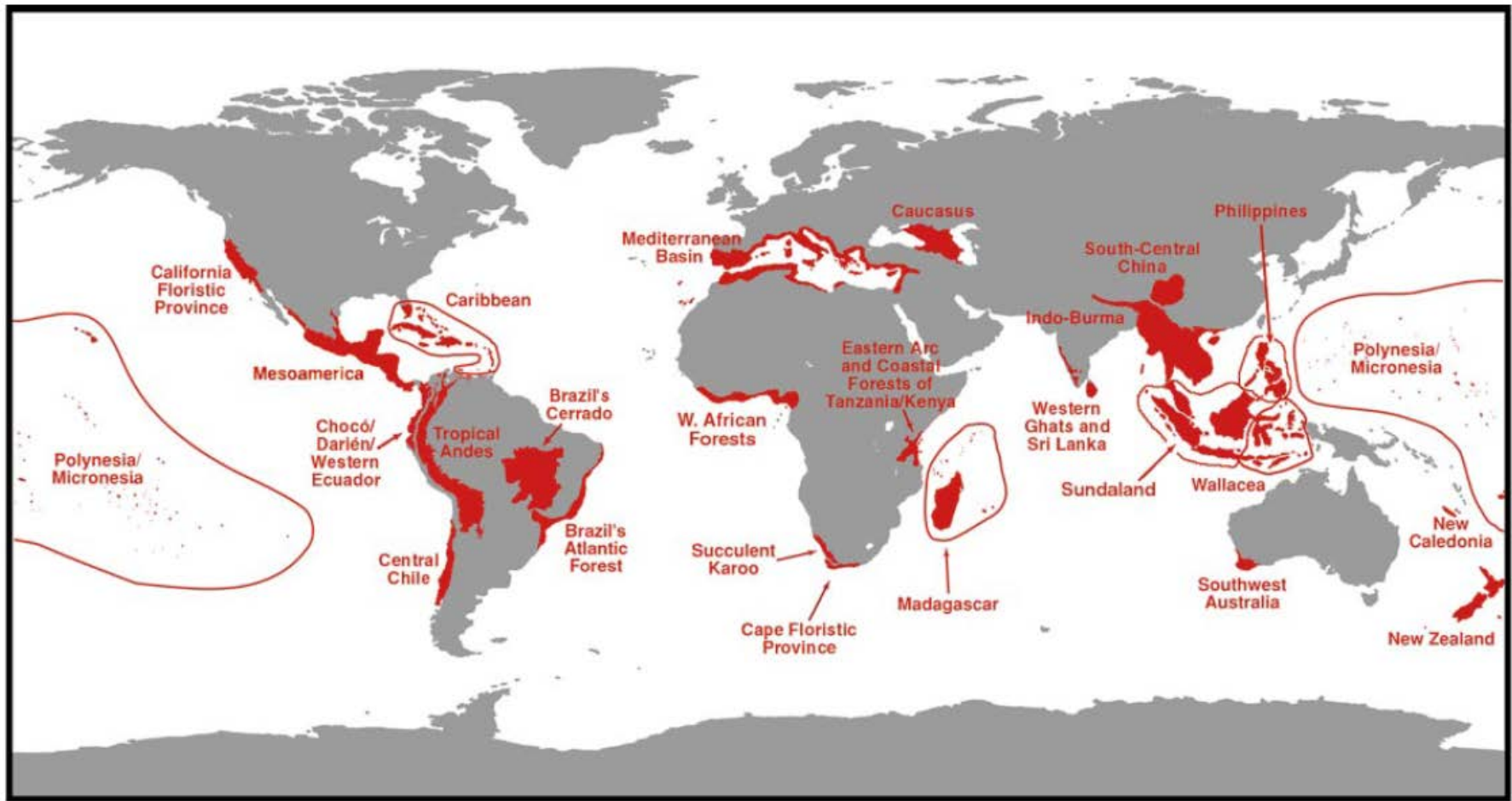
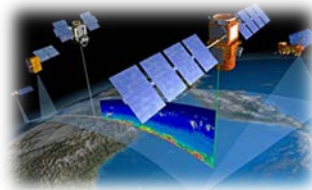


Figure 1 The 25 hotspots. The hotspot expanses comprise 30–3% of the red areas.

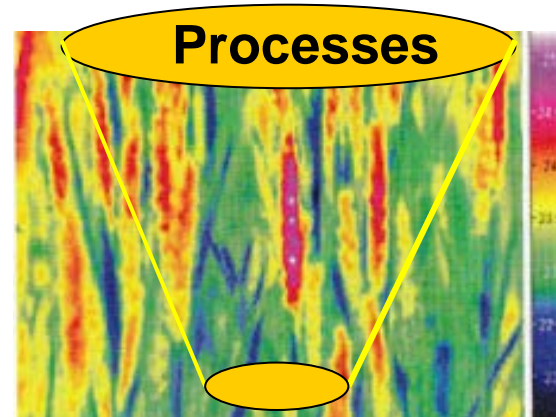
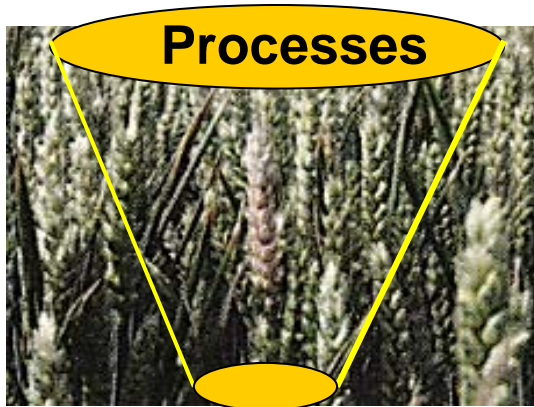
RS – Erfassung von Prozessen, Störungen, Healthy

- Traits = Merkmale → Traits für Funktionen, Prozesse, Störungen, Ressourcen Begrenzungen

Traits



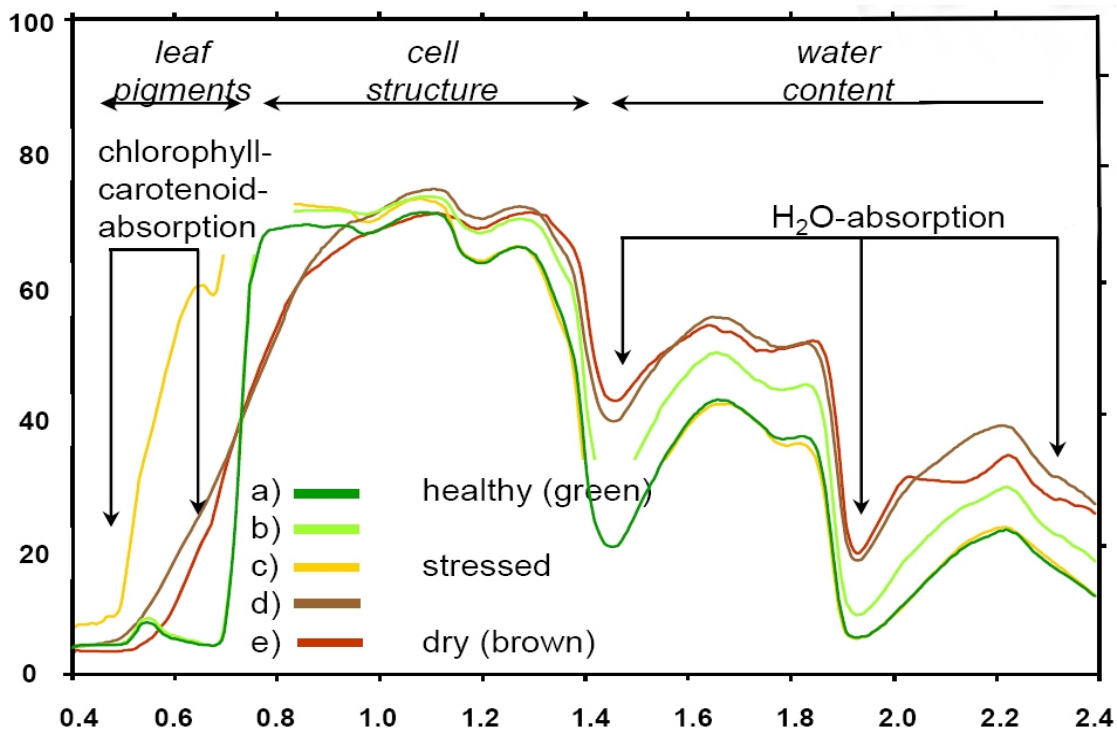
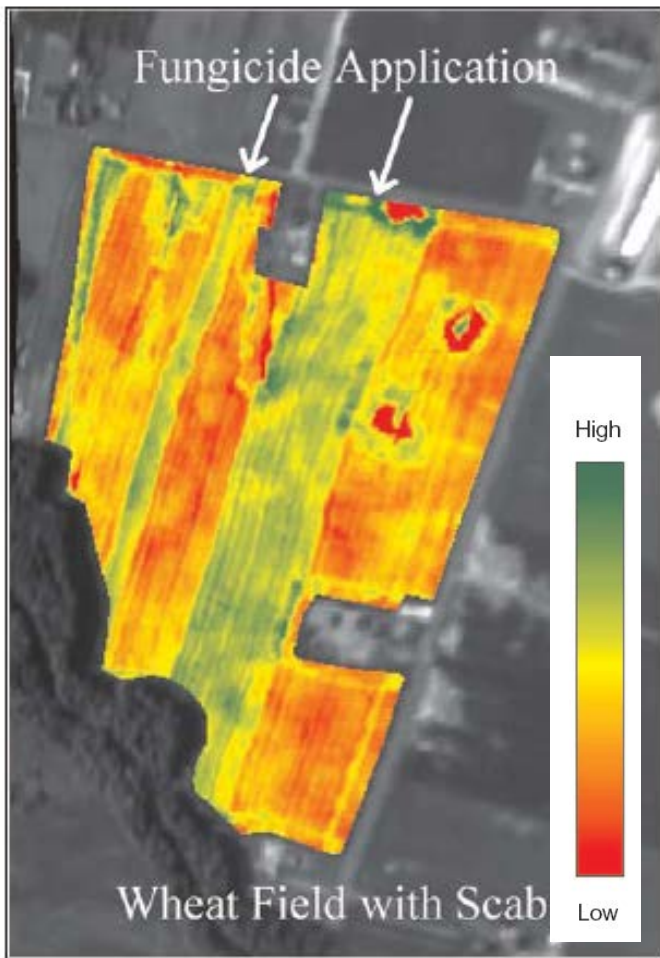
„Trait-Variations“



Prozess – Pflanzen Traits - Interaktion

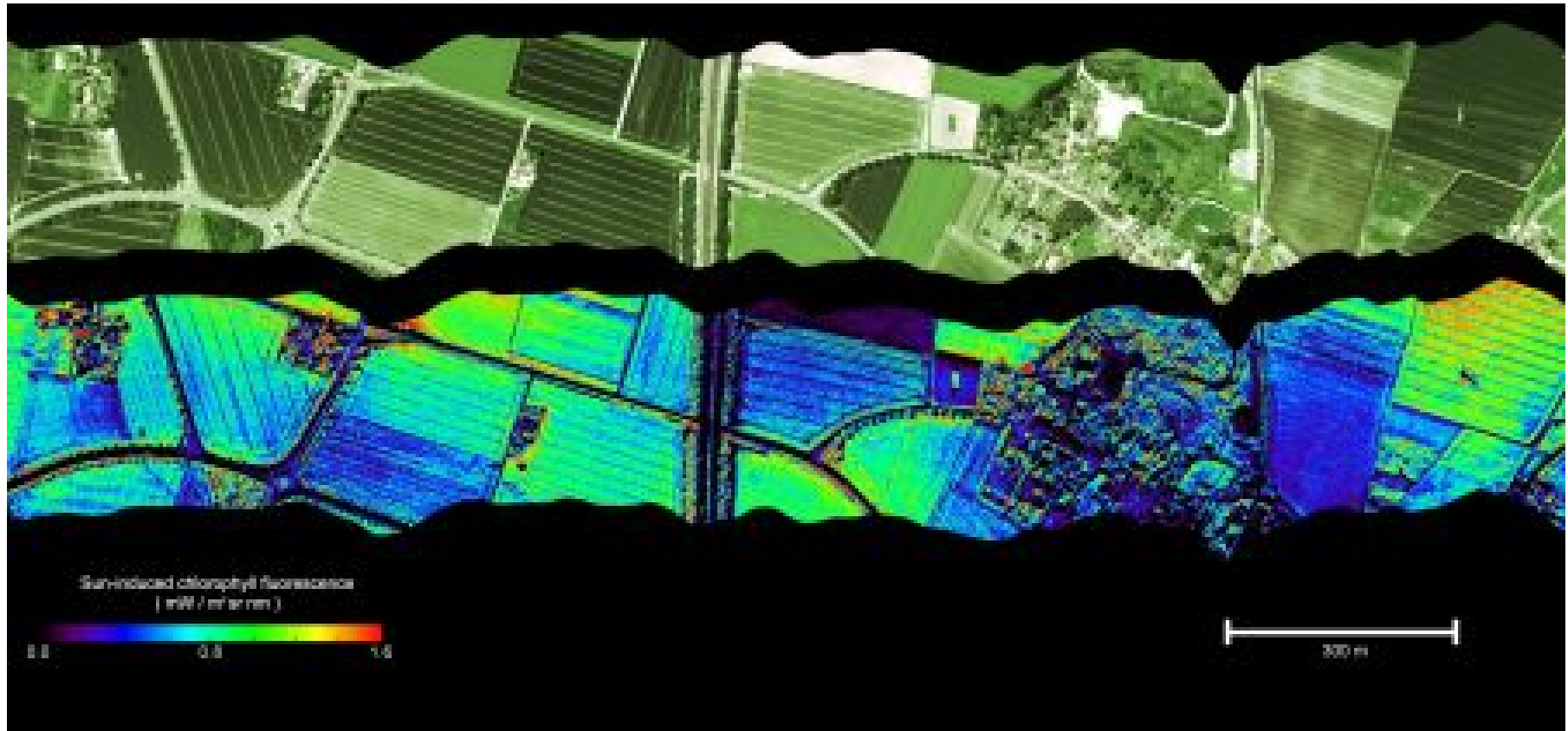
- Fungizide, Pestizid - Anwendung
- Krankheiten
- Anthropogene Störungen

Prozesse → Vegetation
→ Trait Änderung
→ Spektrale Antwort



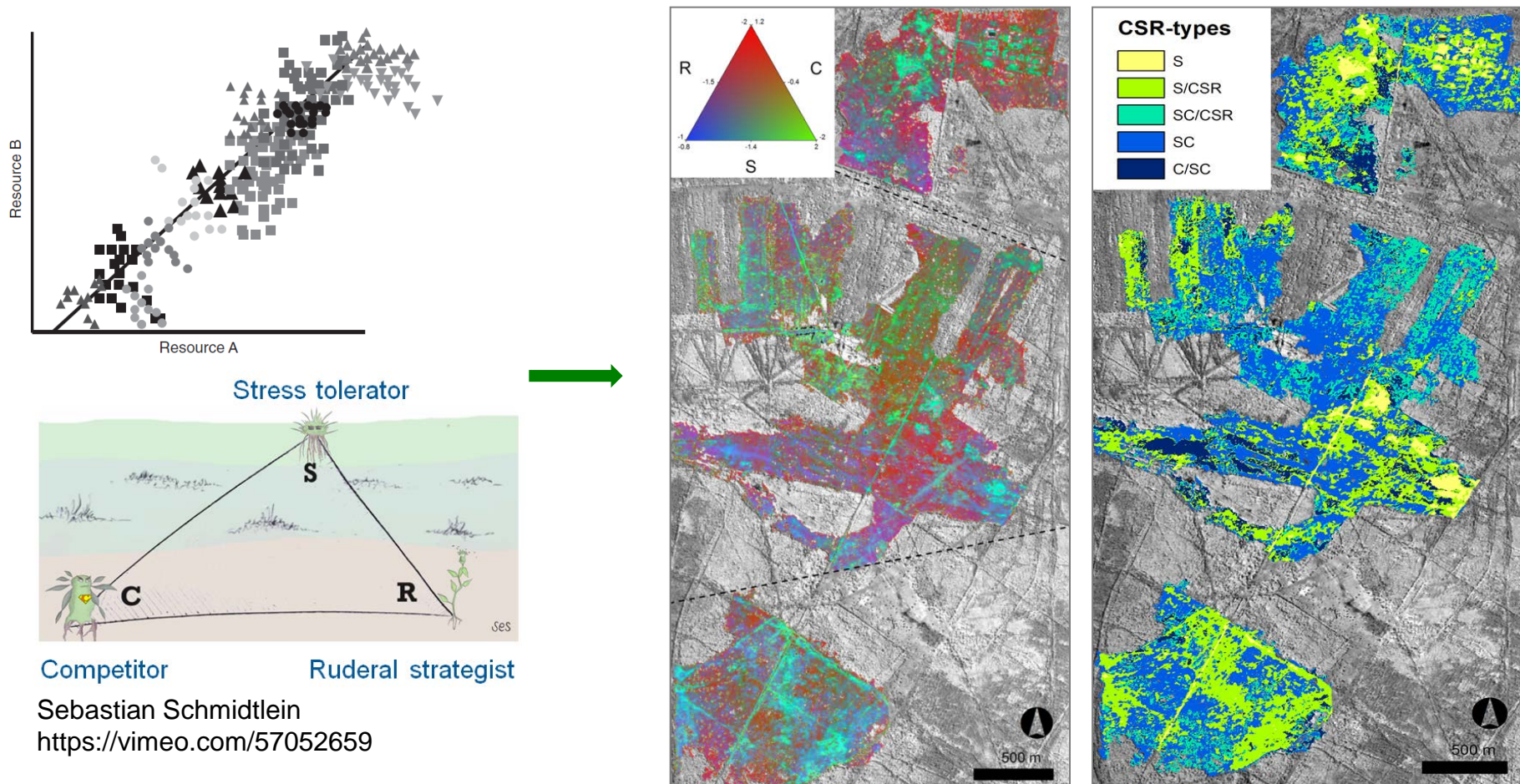
Remote sensing - Fluorescence Explorer, FLEX (2020)

Vitality of vegetations



RS – Erfassung – Begrenzung von Ressourcen

- Traits → zeigen Begrenzungen von Ressourcen
- Traits → Definieren Vorkommen und Ausbreitungsstrategien
- **Plant strategie types (C,S,R) with hyperspectral RS data (AISA)**



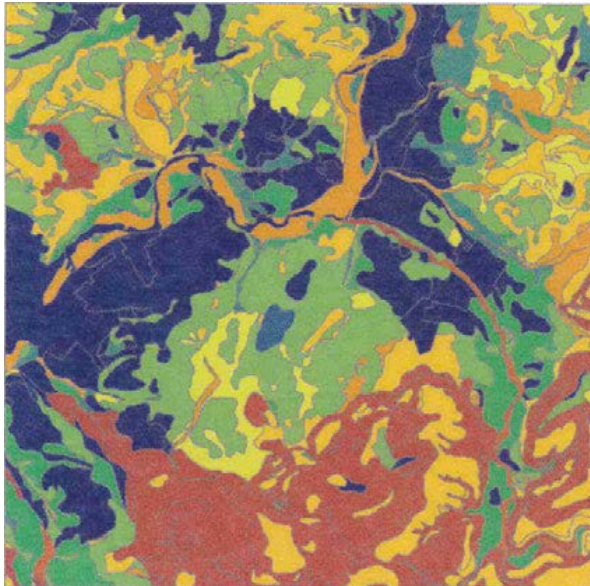
Competitor

Ruderal strategist

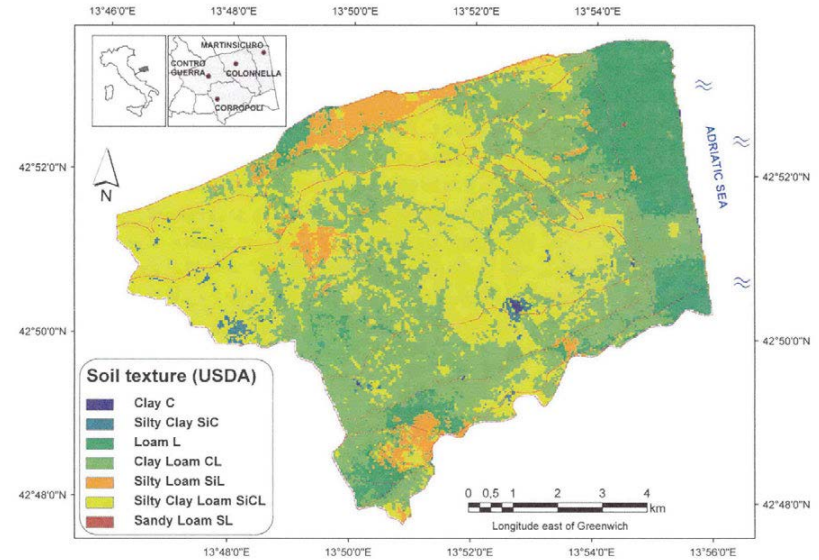
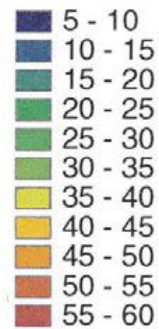
Sebastian Schmidlein

<https://vimeo.com/57052659>

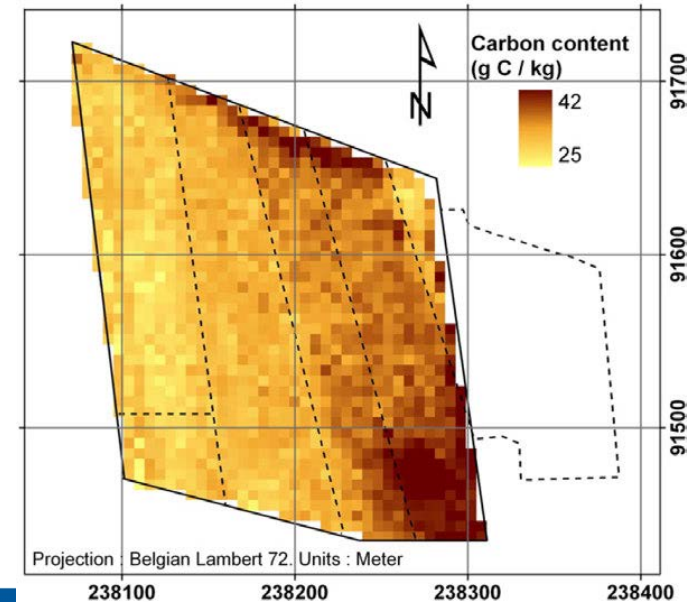
Clay content



Clay content %

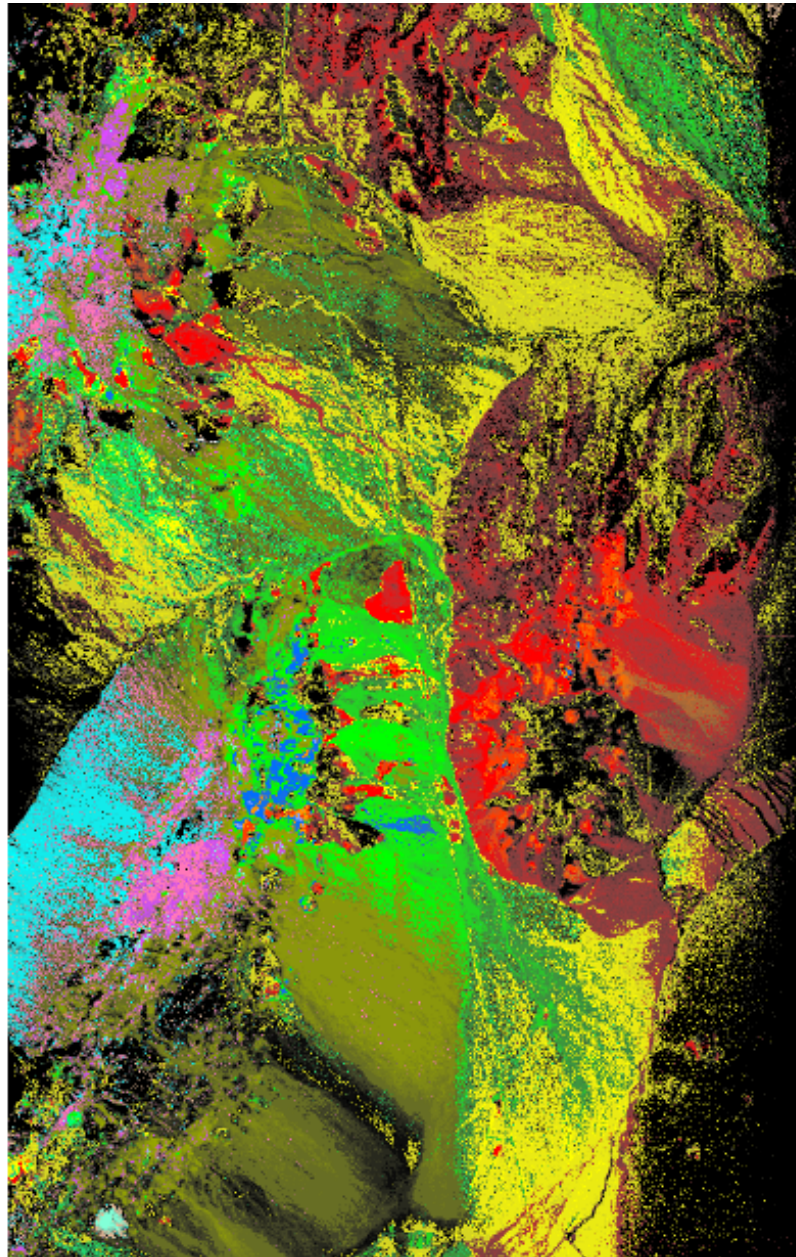


Carbon content






Wulf, H., Mulder, T., Schaepman, M. E., Keller, A., & Jörg, P. (2014). Remote Sensing of Soils. Zurich, Switzerland, 71.

RS - Abiotische traits – Boden, Gestein





Cuprite, Nevada
AVIRIS 1995 Data
USGS
Clark & Swayze
Tetracorder 3.3 product


Iron Oxides

-  nanocrystalline Hematite
-  Fine-grained to medium-grained Hematite
-  Large-grained hematite

Iron Hydroxide

-  Goethite
-  amorphous and other iron oxides, hydroxides

Iron Sulfate

-  Jarosite

Fe²⁺-minerals

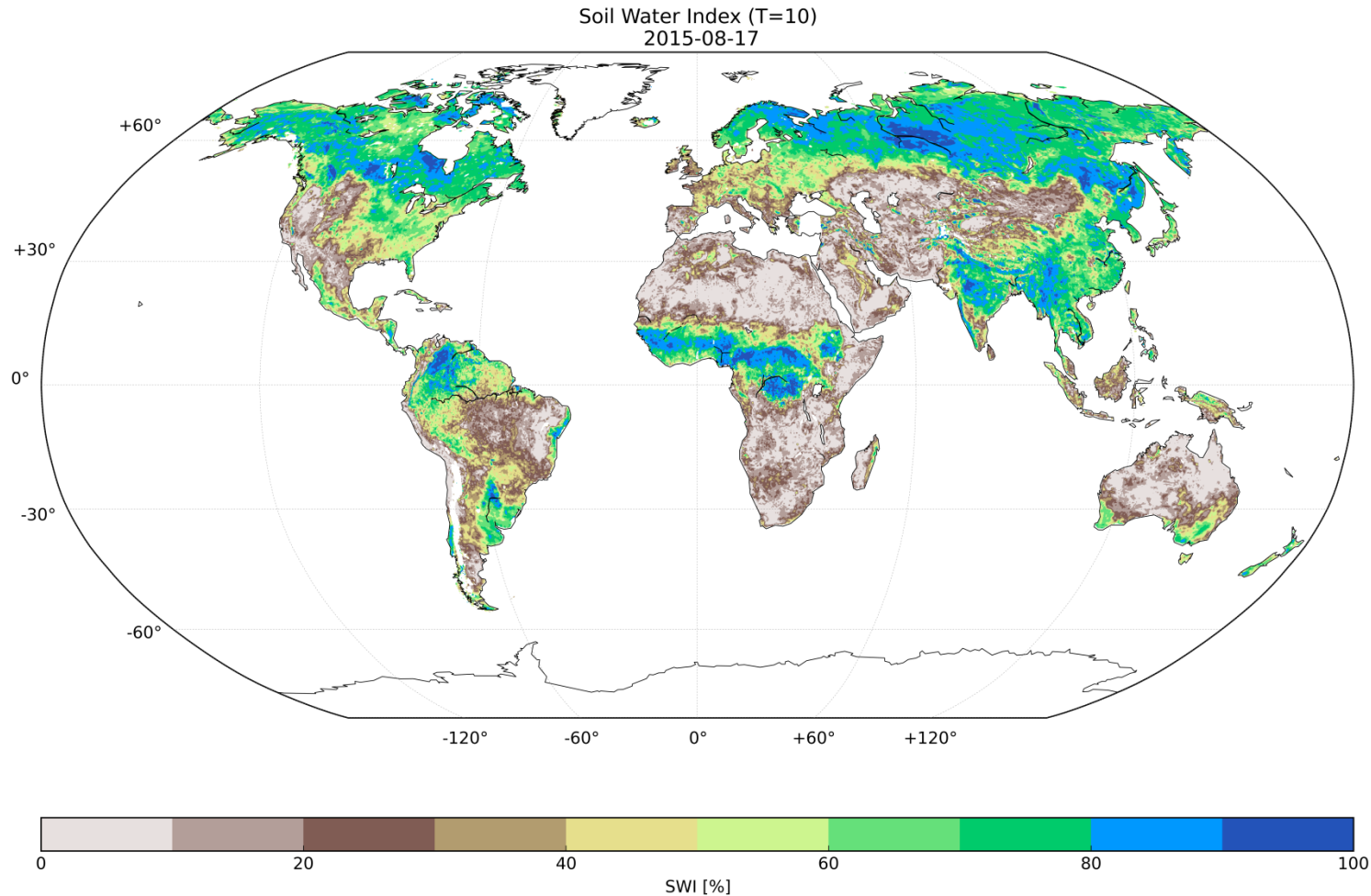
-  Fe²⁺-bearing minerals + Hematite
-  Fe²⁺-bearing minerals
-  Fe²⁺-bearing minerals: broad absorptions

Note Fe²⁺-bearing minerals are mainly muscovites and chlorites

2 km



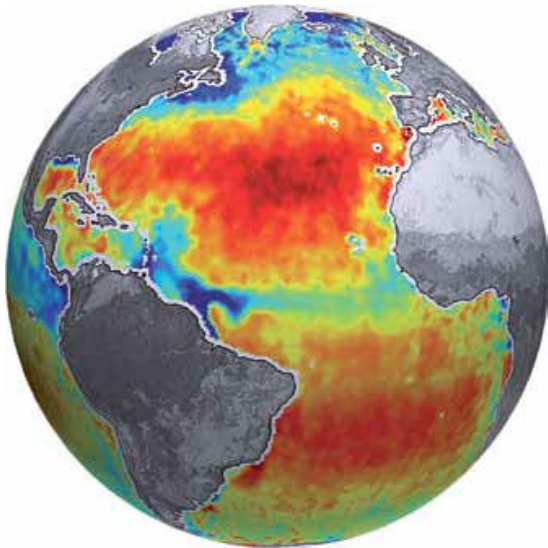
Landdienst (global) - Bodenfeuchteindex



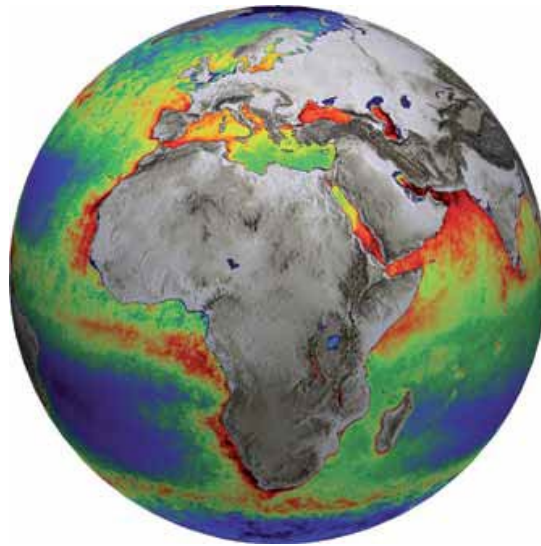
Quelle: Christian Schweizer, UBA
Umweltforschungs-
ANSTALT
UFZ

RS - Abiotische traits – Boden, Relief, Hydrologie

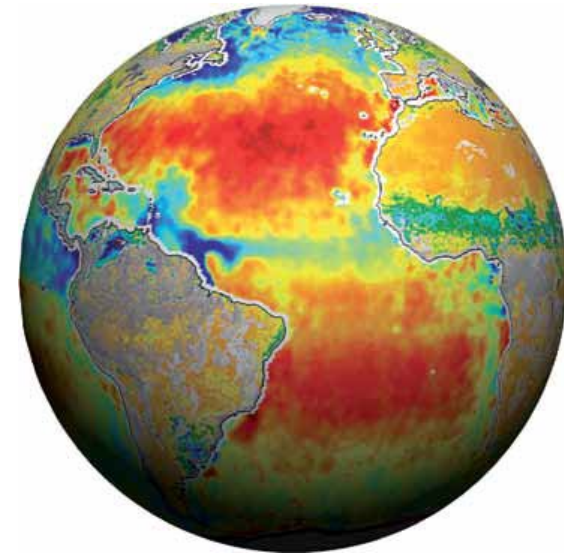
Global content of
salt - of oceans

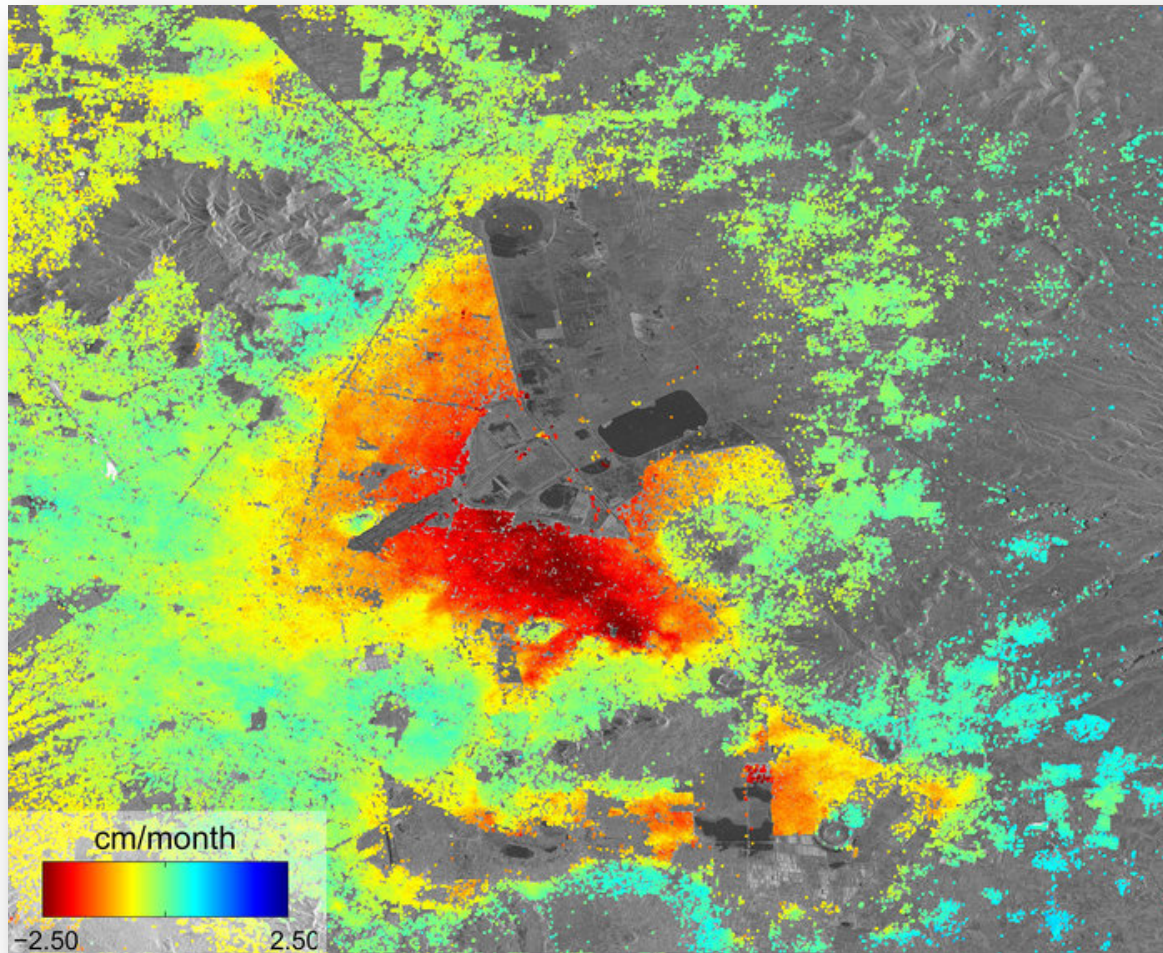


Global content of
chlorophyll of
oceans



Global content of soil
moisture and salt of
oceans



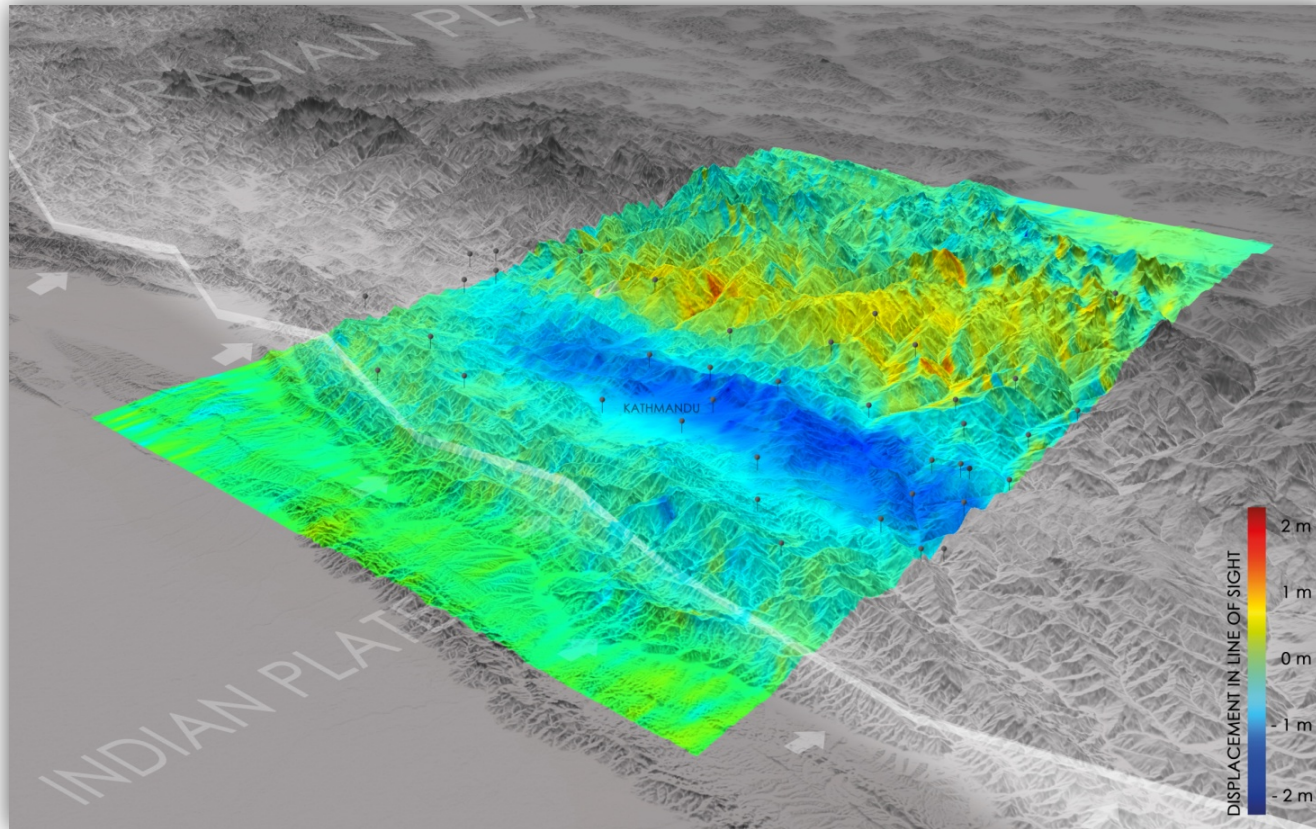


**Oberflächen-
deformationen** in
Mexiko Stadt, verursacht
durch
Grundwasserentnahmen.

Analyse basiert auf fünf
Radarszenen (Sentinel-1 A),
aufgenommen zwischen
dem 03.10. und 02.12.2014.

Quelle: Copernicus data (2014)/ESA/DLR Microwave and Radar
Institute–SEOM InSARap study

RS - Abiotische traits – Boden, Relief

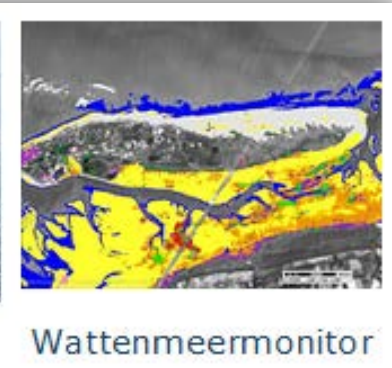
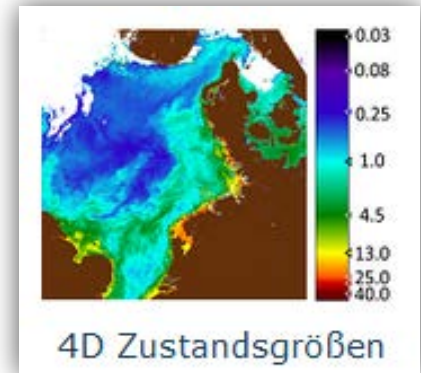


Hebe- und Senkungseffekte in Nepal hervorgerufen durch ein Erdbeben der Stärke 7,8 am 25.04.2015.

Höhenveränderung abgeleitet aus Sentinel-1A Daten.

Überwachung Gewässer, Meeresumwelt

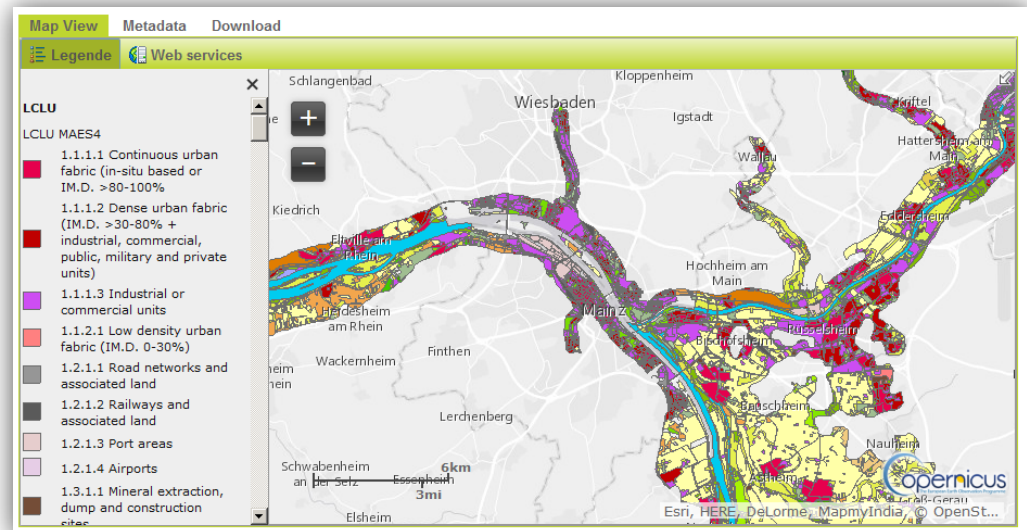
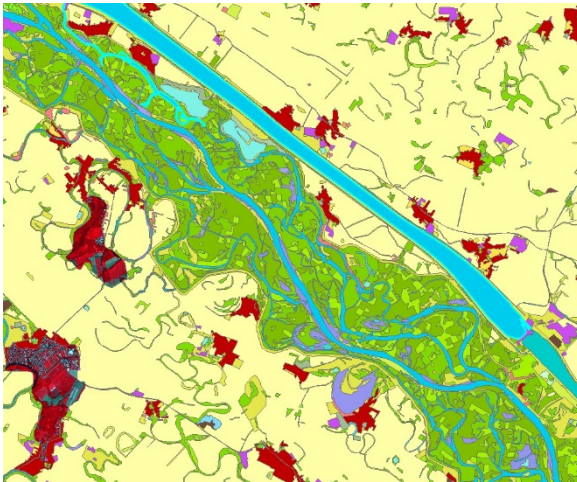
- Wasserfärbung (Chlorophyll, Algen)
- Sichttiefe
- Strömung, Seegang, Wind
- Oberflächentemperatur
- Salzgehalt
- Eisgang und Eisbergdrift
- Meeresspiegelschwankungen
- Ölverschmutzungen
- Schwebstofffracht
- ...



Landdienst (lokal) – Riparian Zones



- EU - Monitoring der Flussauen / Uferzonen
- Landbedeckung; Uferzonen; linearen Landschaftselementen
- Berichterstattung Biodiversitätsstrategie 2020, Natura2000, WRRL



Chlorophyll - Chla

Phytoplankton - Konzentration

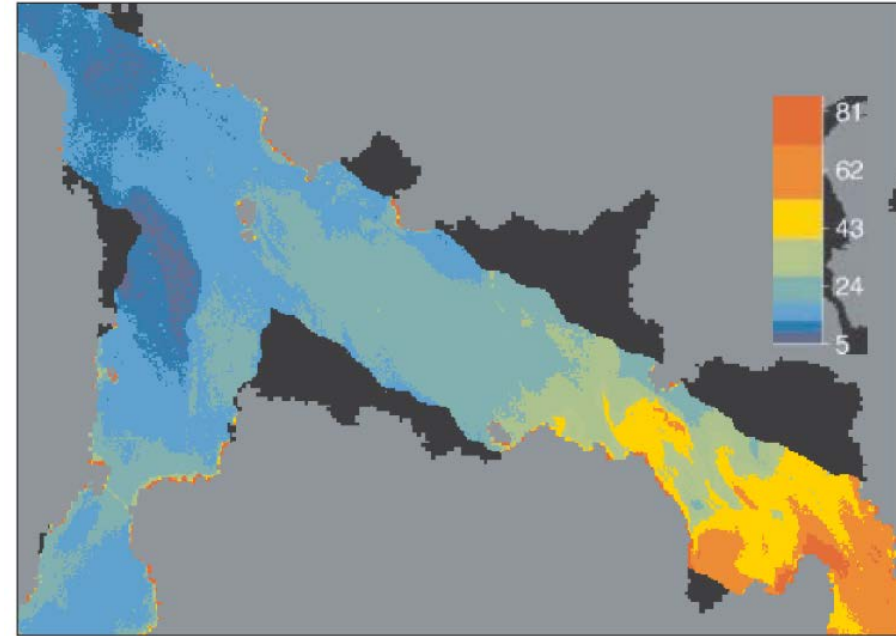
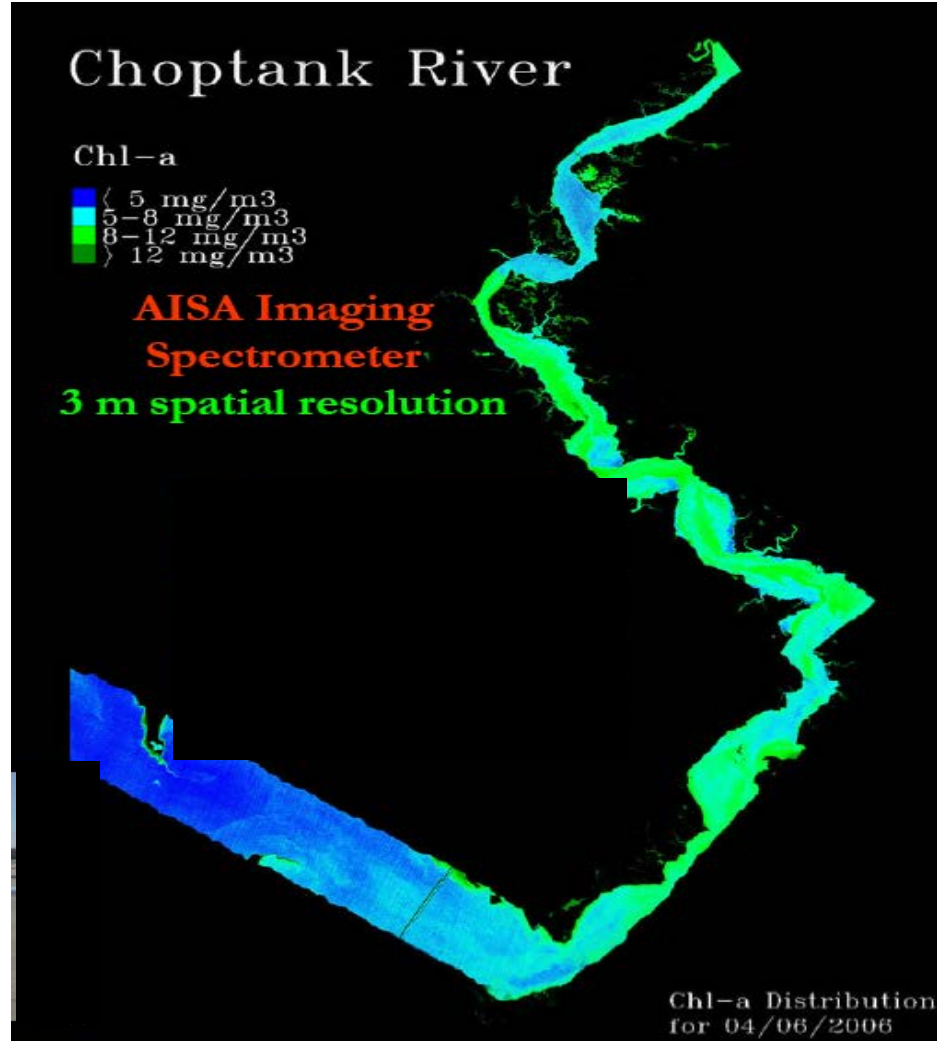
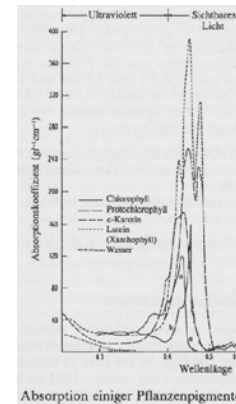
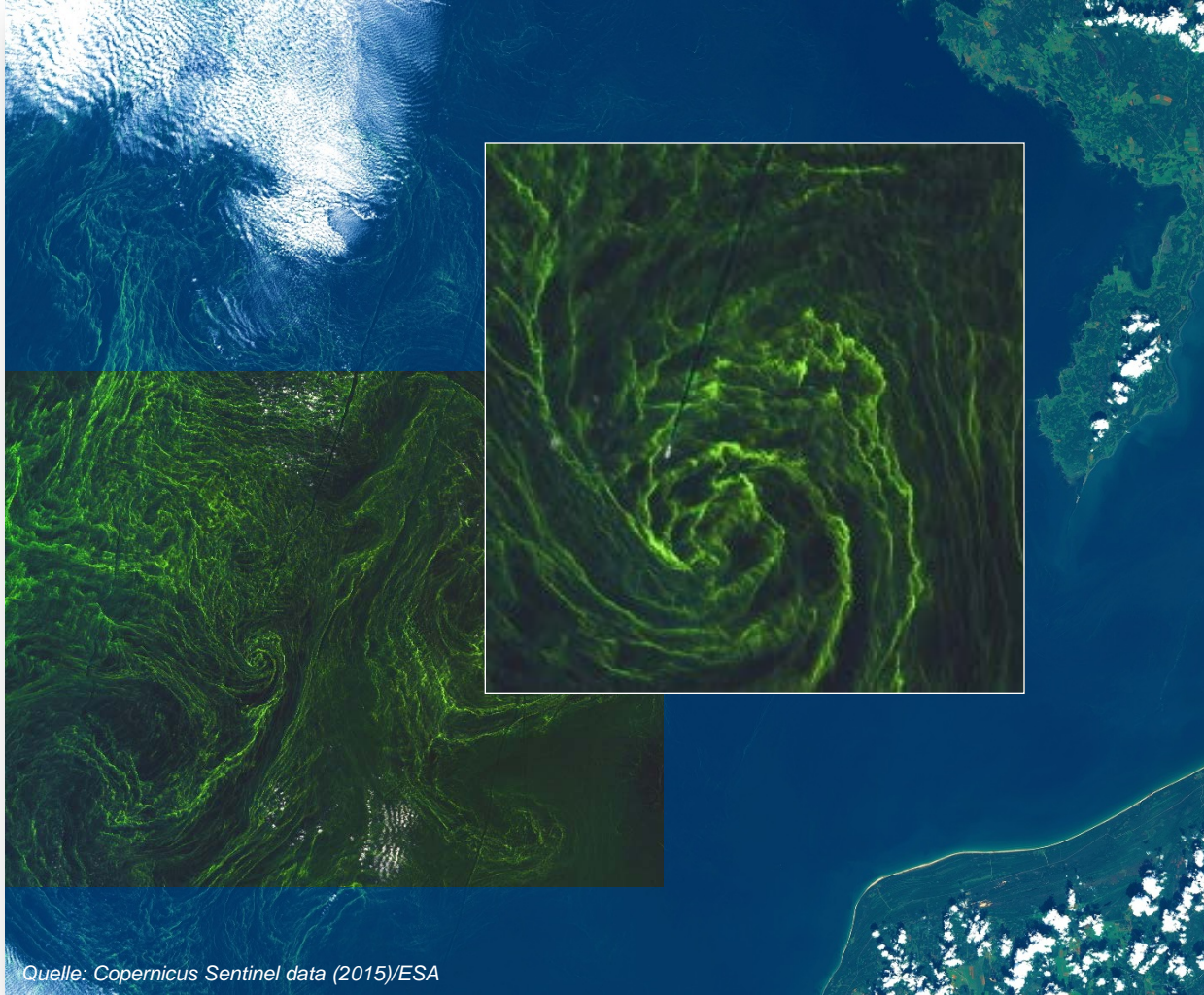


Figure 1. Phytoplankton concentration.



Überwachung der Meeresumwelt

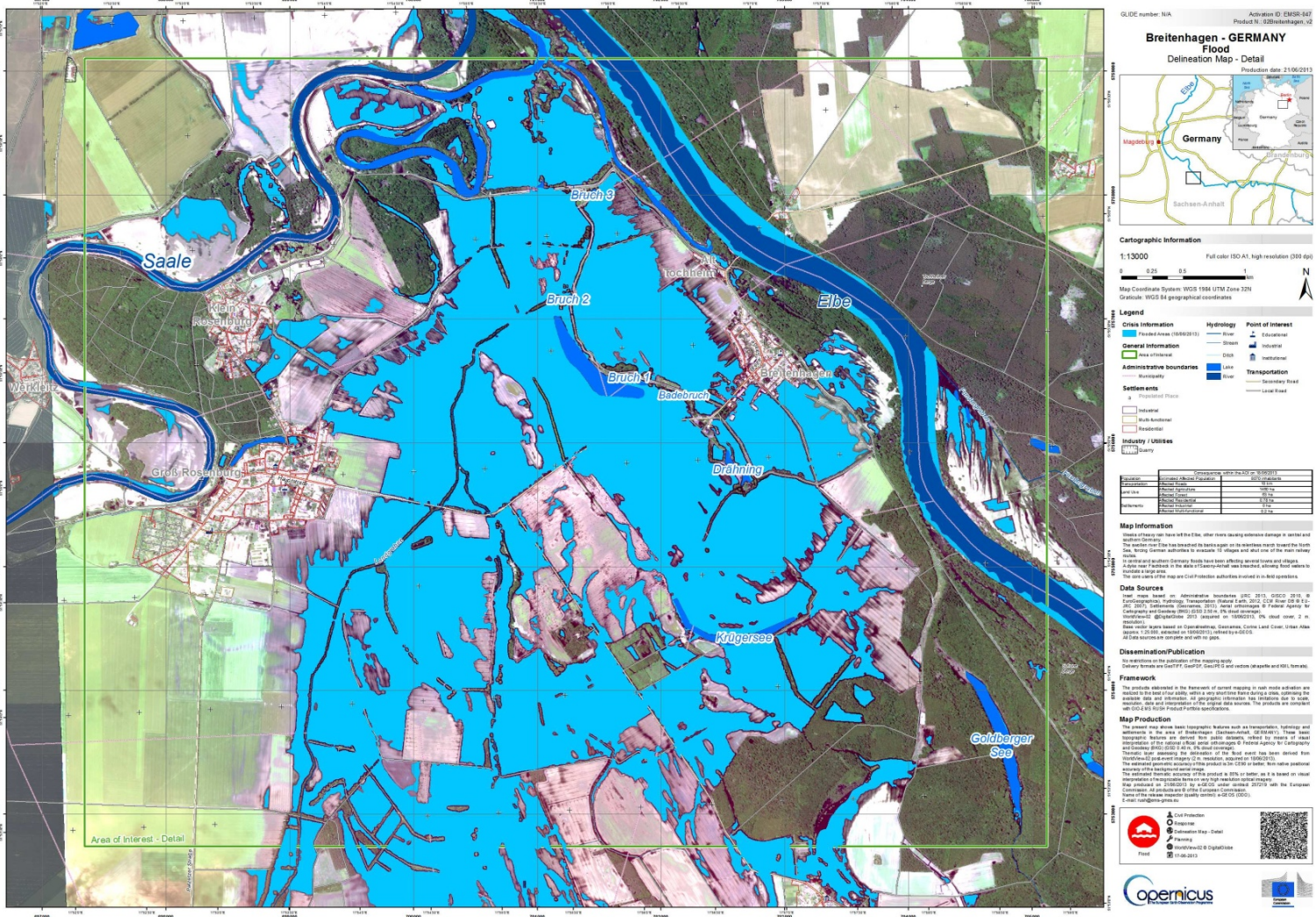


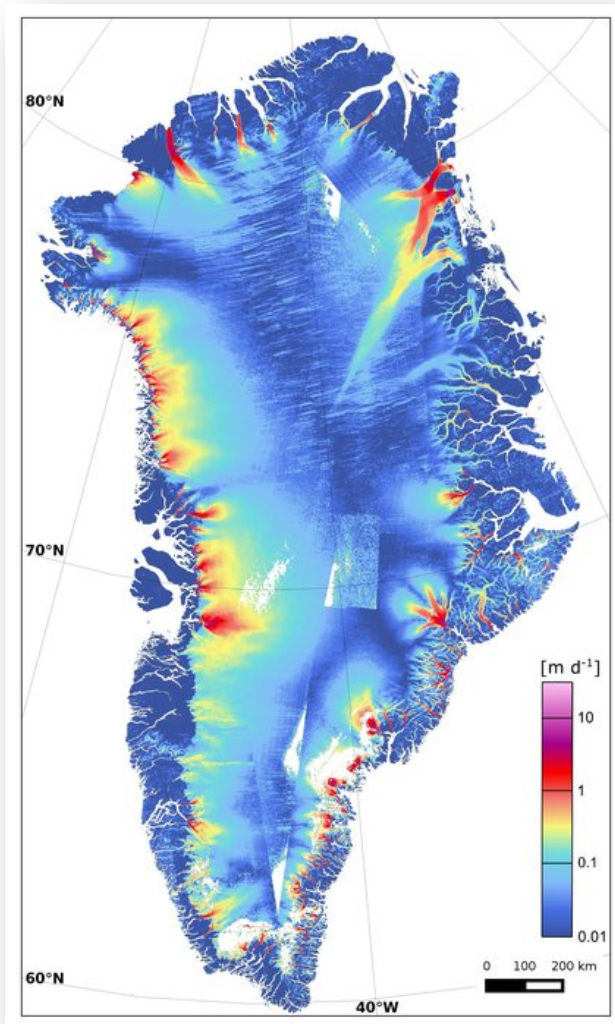
Quelle: Copernicus Sentinel data (2015)/ESA

Algenblüte in der Ostsee

Sentinel-2A,
aufgenommen am
07.08.2015.

Hochwasser 2013





Bewegungen von Eisschollen & Gletschereis auf Grönland

Abgeleitet aus 1200 Sentinel-1 Szenen, aufgenommen zwischen Januar und März 2015.

Quelle: Nagler, T.; Rott, H.; Hetzenecker, M.; Wuite, J.; Potin, P. (2015): The Sentinel-1 Mission: New Opportunities for Ice Sheet Observations. *Remote Sens.* 2015, 7, 9371-9389.

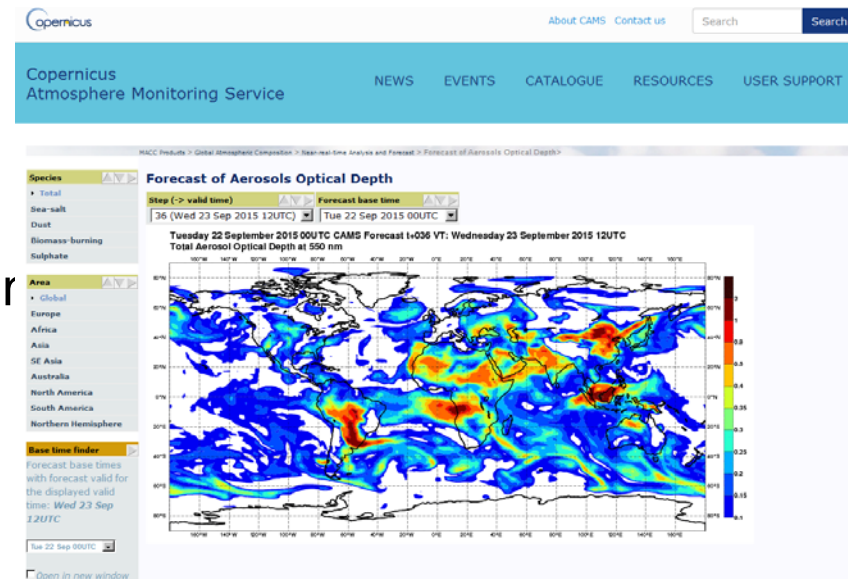
AUFGABEN

Erfassung und Bewertung des Klimawandels und seiner Folgen.

Entwicklung von Strategien und politischen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

DATEN

- Mindestens 30 relevante Klimavariablen (ECVs) und 10 Klimaindikatoren
- Globale und regionale Reanalysen (Atmosphäre; Ozeane; Land)
- Nahe-Echtzeit Klimamonitoring
- Globale und regionale Klimaprojektionen

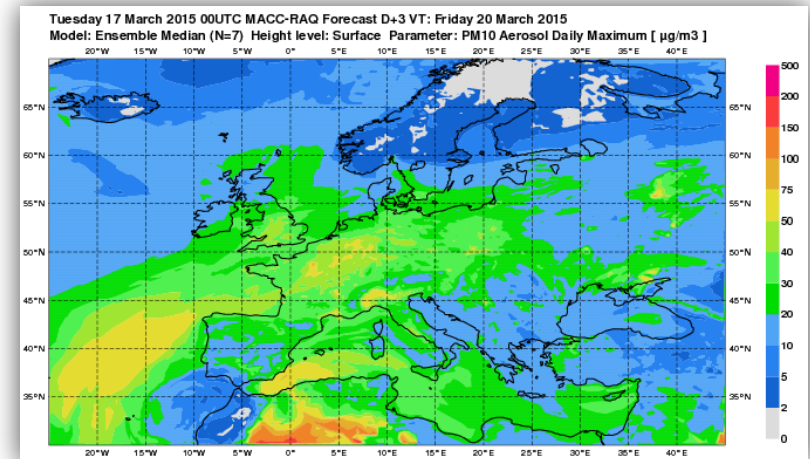


AUFGABEN

Bereitstellung von Daten zur globalen Verteilung und zeitlichen Veränderung atmosphärischer Spurenstoffe (Gase, Aerosole, Feinstaub).

DATEN

- Zusammensetzung der Atmosphäre auf globaler Ebene
- Luftqualität in Europa (O_3 , NO_2 , CO , SO_2 , PM_{10})
- Globale Verteilung und Verbreitung der Treibhausgase CO_2 und CH_4
- UV-Strahlung, Solarenergie



Feinstaubbelastung in Europa, 20.03.2015

Quelle: <http://www.gmes-atmosphere.eu/>

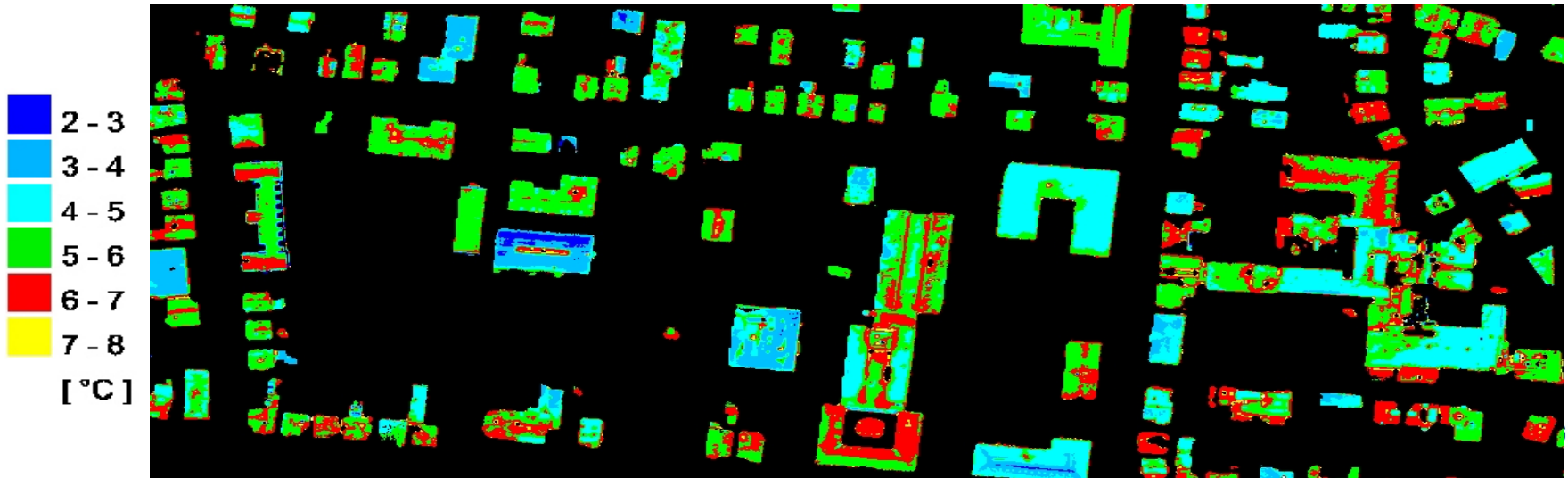
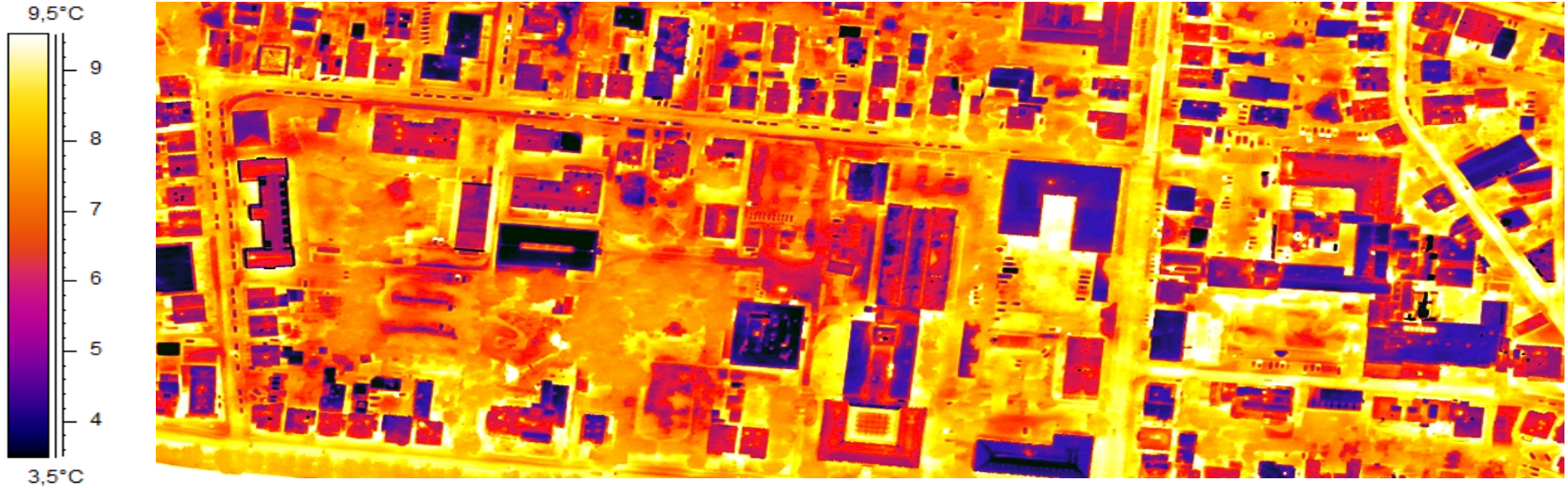
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

Hyperspektralaufnahme + DEM (Airborne Laser Scanning)

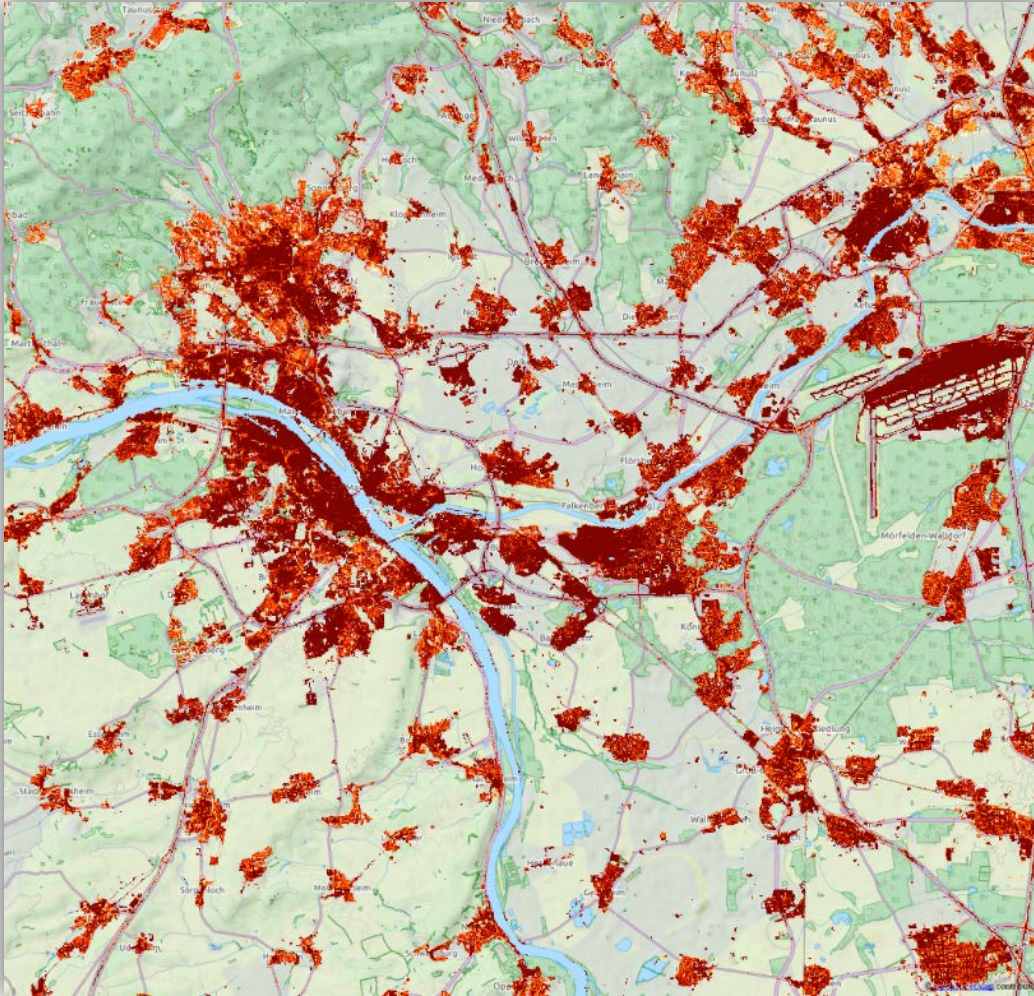


Oldenburg,
Deutschland
2012

Temperatur Differenzen – Gebäude (Oldenburg)



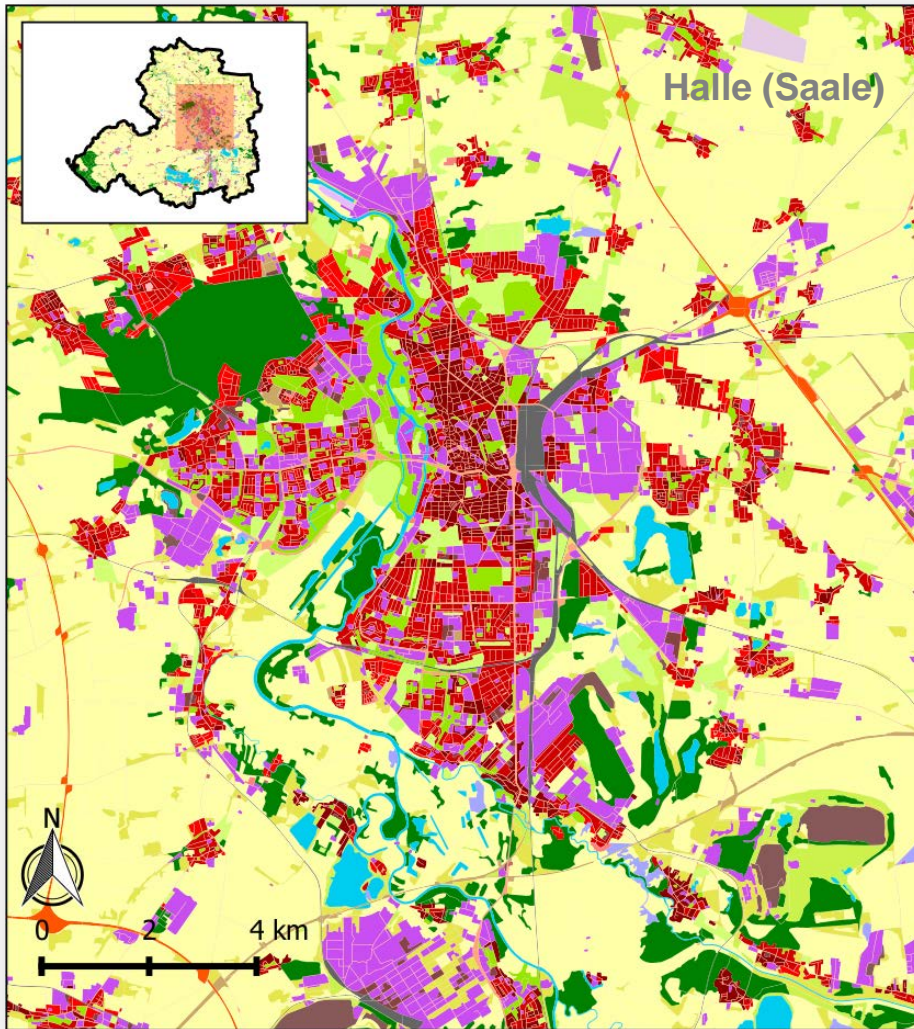
Landdienst (EU) - High Resolution Layer (HRL)



In Ergänzung zu CLC; Rasterdaten mit 20m Pixelauflösung

- Versiegelte Flächen
- Waldflächen
- Grünland
- Feuchtgebiete / Auen
- Permanente Wasserflächen

Landdienst (lokal) - Urban Atlas



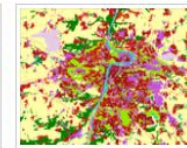
Quelle: Christian Schweitzer / UBA

Kartierung der Landbedeckung

- europäischer Städte und Stadtregionen
- 27 Klassen (17 urban, 10 rural),
- abgeleitet mittels Fernerkundung,
- Katasterinformationen und Luftbildern
- 2012: 695 EU Städte > 50.000 Einwohner



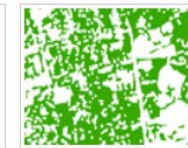
Urban Atlas 2006



Urban Atlas 2012

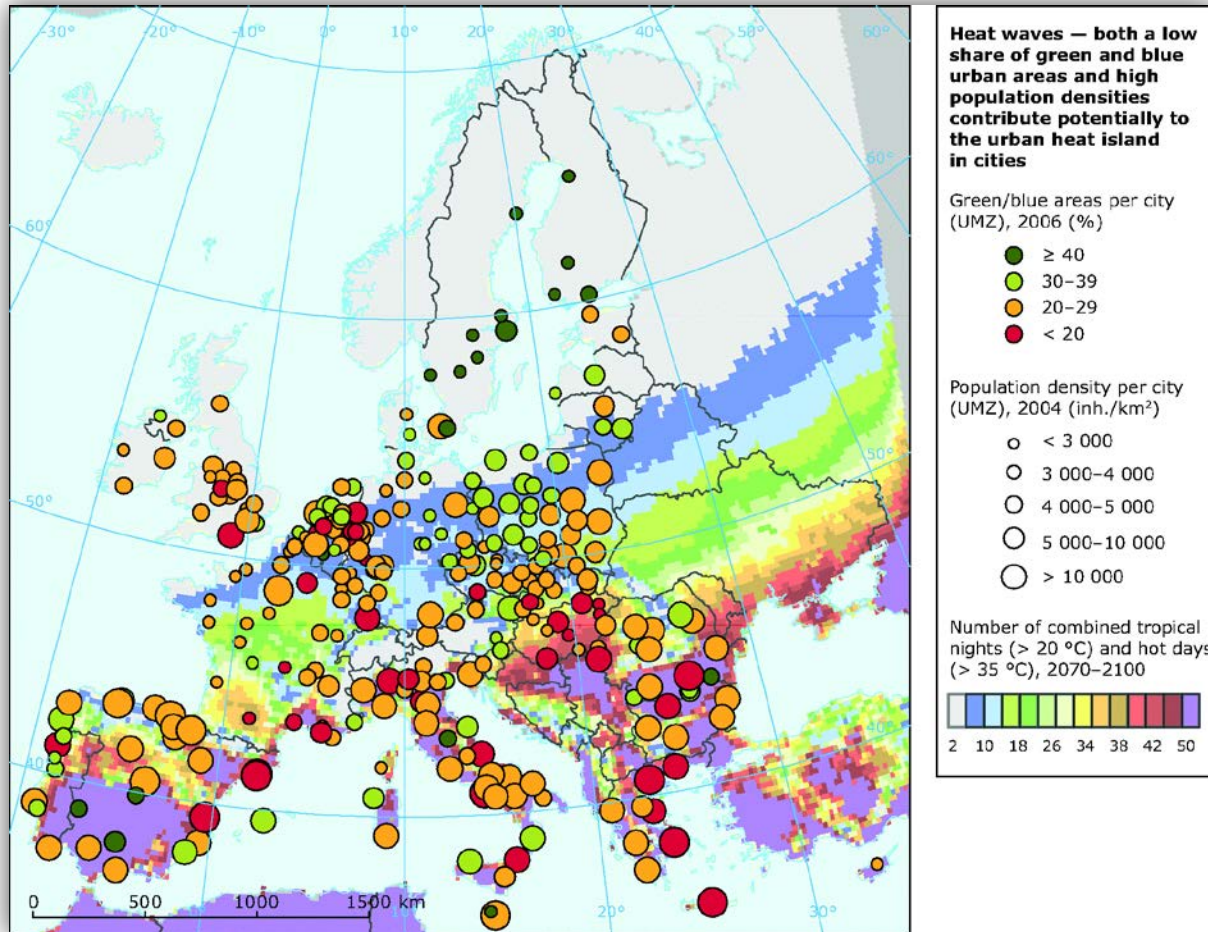


Change 2006-2012



Street Tree Layer (STL)

Landdienst (lokal) - Urban Atlas



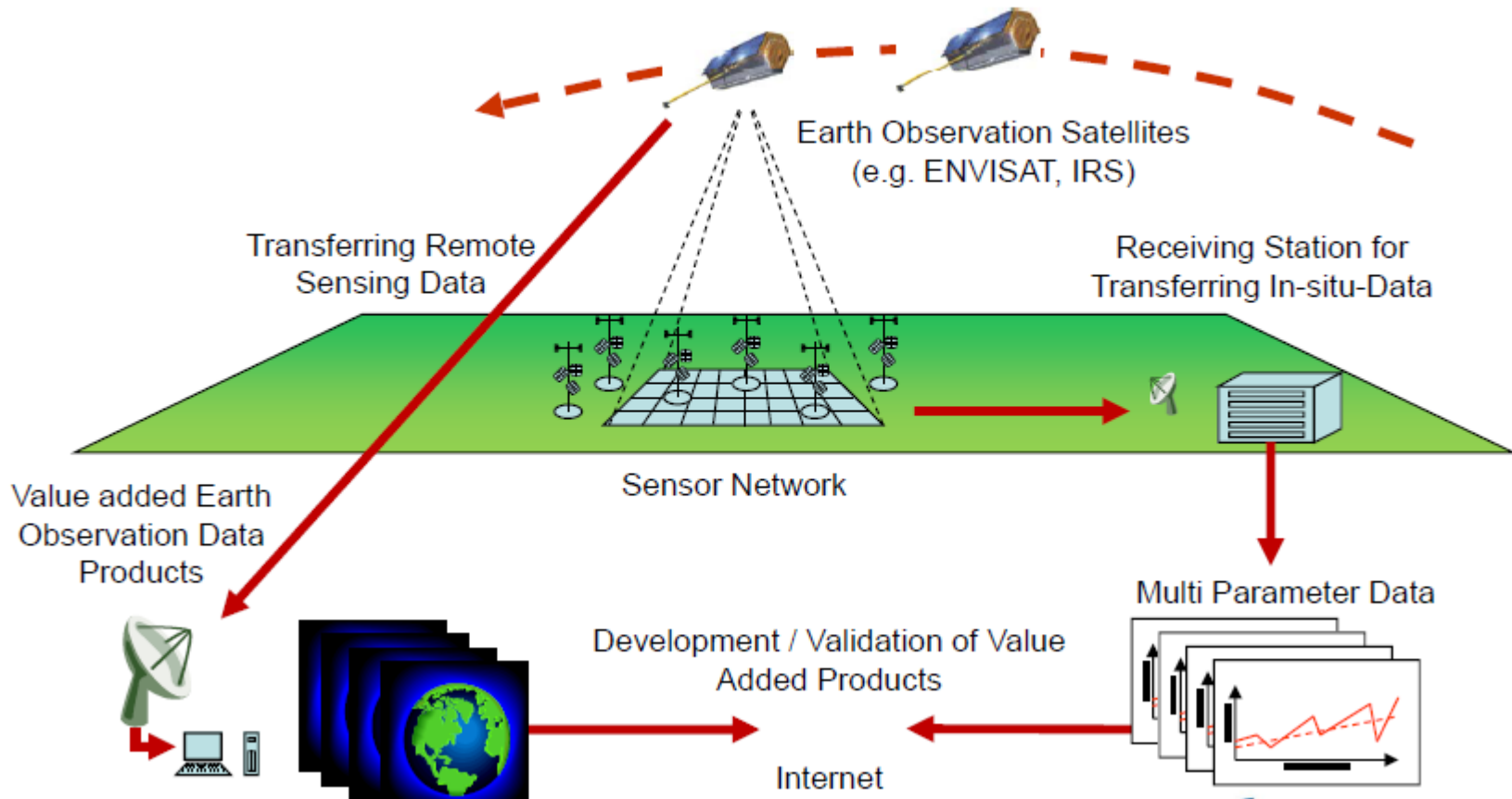
Quelle: European Environment Agency (EEA)
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/heatwaves-2014-both-a-low>

Hitzestress / Hitzeinseln in EU Städten 2070-2100

- Anteile an Grün- und Wasserflächen mittels Urban Atlas 2006
- Einwohnerdichte
- Anzahl trop. Nächte ($T > 20\text{ °C}$) und heißen Tage ($T > 35\text{ °C}$) aus Klimaszenarien

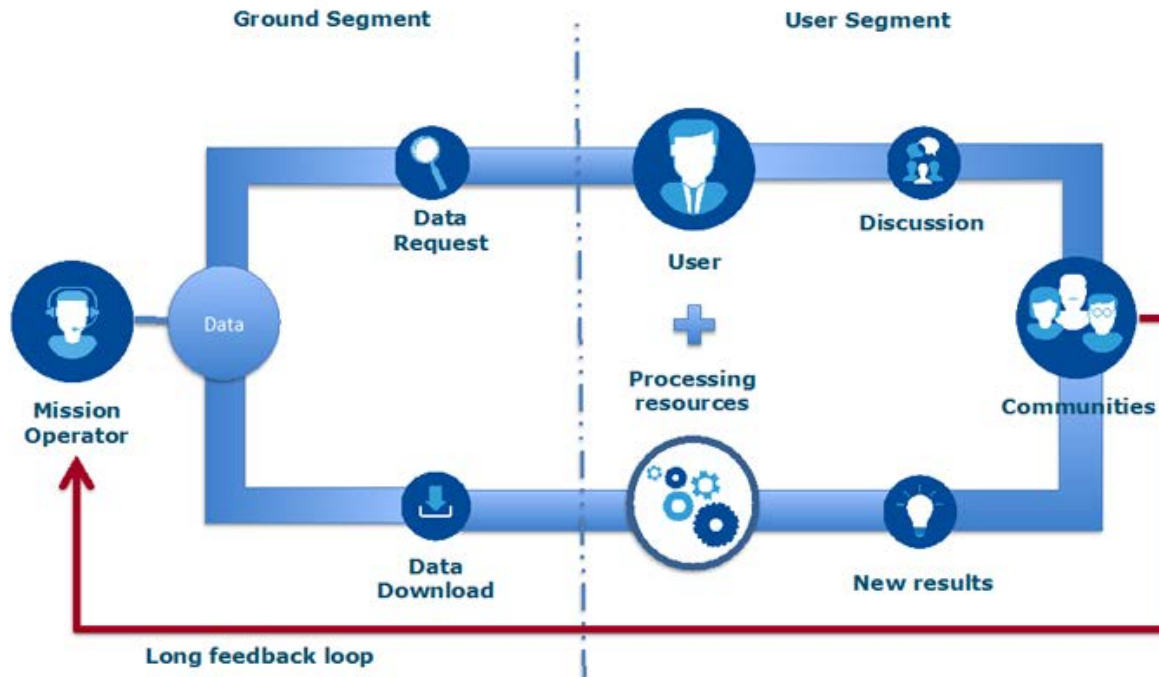
Anforderungen and die Zukunft – Landschaftswandel - Global

- Kopplung von Ansätzen
- Aufbau von Terrestrischen Sensornetzwerken
- Umgang mit Big- & Komplex Data



Anforderungen and die Zukunft – Landschaftswandel - Global

- Aufbau von Thematischen Auswertepattformen - TEP
- Kopplung von Daten, Methoden, Modellen, Plattformen
- Einfache Nutzung und themenbezogene Analysen „ohne erforderliches Fachwissen“

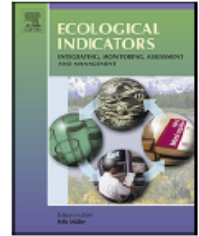




Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Review

Linking Earth Observation and taxonomic, structural and functional biodiversity: Local to ecosystem perspectives



A. Lausch^{a,*}, L. Bannehr^b, M. Beckmann^a, C. Boehm^c, H. Feilhauer^d, J.M. Hacker^e,
M. Heurich^f, A. Jung^{g,h}, R. Klenkeⁱ, C. Neumann^j, M. Pause^k, D. Rocchini^l,
M.E. Schaepman^m, S. Schmidtleinⁿ, K. Schulz^o, P. Selsam^c, J. Settele^{p,q}, A.K. Skidmore^r,
A.F. Cord^a

^a Department of Computational Landscape Ecology, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Germany

^b Department of Architecture, Facility Management and Geoinformation, Institute for Geoinformation and Surveying, Bauhausstraße 8, D-06846 Dessau, Germany

^c Department of Geography, Friedrich Schiller University, Friedrich Schiller University Jena, Loebdergraben 32, D-07743 Jena, Germany

^d Institute of Geography, FAU Erlangen-Nürnberg, Wetterkreuz 15, D- 91058 Erlangen, Germany

^e Flinders University, School of the Environment, Airborne Research Australia Salisbury South, SA 5106 Australia, Australia

^f Bavarian Forest National Park, D-94481 Grafenau, Germany

^g MTA-SZIE Plant Ecological Research Group, Szent István University, 2100, Gödöllő, Péter Károly u.1., Hungary

^h Technical Department, Szent István University, 1118, Budapest, Villányi út 29-43., Hungary

ⁱ Department of Conservation Biology, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Germany

^j Department of Geodesy and Remote Sensing, Helmholtz Centre Potsdam, German Research Centre for Geosciences – GFZ, Telegrafenberg, D-14473 Potsdam, Germany



1 *Review*

2

3 **Understanding forest health with remote sensing**
4 **-Part I - A review of spectral traits, processes and**
5 **remote sensing characteristics**

6 **Angela Lausch ^{1*}, Stefan Erasmi ², Douglas J, King ³, Paul Magdon ⁴, Marco Heurich ⁵**

7

8 ^{1*} Department Computational Landscape Ecology, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ,
9 Permoserstr.15 / D-04318 Leipzig, Germany; E-Mail: angela.lausch@ufz.de (AL)

10

11 ² Institute of Geography, Cartography GIS & Remote Sensing Sect, Georg-August-University Göttingen,
12 Goldschmidtstr. 5, / D-37077, Göttingen, Germany, E-Mail: serasmi@gwdg.de (SE)

13



Vielen Dank !

Angela.Lausch@ufz.de
<http://www.ufz.de/index.php?de=4213>
Scholar profile:
<http://scholar.google.de/citations?user=gWU0UO0AAAAJ&hl=de>
Research gate:
https://www.researchgate.net/profile/Angela_Lausch/

PD. Dr. Angela Lausch.
 HELMHOLTZ
 Zentrum für Umweltforschung – UFZ
 Angela.Lausch@ufz.de

