

**3. gemeinsamer Workshop der AKs  
Auswertung von Fernerkundungsdaten der DGPF e.V.  
Fernerkundung der DGfG e.V.**

**Vom Potential zur Lösung**

**Keynote 1:  
TERENO – Eine Forschungsplattform für die operative Anwendung**

TU Berlin - Deutschland, Berlin, 09.-10. Oktober 2014

Erik Borg; Bernd Fichtelmann

Vorname.Name@dlr.de

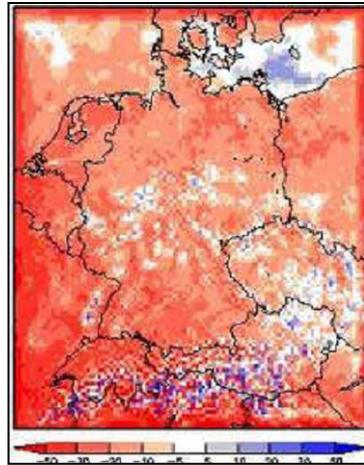
A large, curved image of the Earth from space occupies the bottom right portion of the slide. It shows the blue oceans, green and brown landmasses, and white clouds. The text 'Knowledge for Tomorrow' is overlaid on this image in a white, sans-serif font.

Knowledge for Tomorrow

# TERrestrial ENvironmental Observatories (TERENO)

Klimamodelle prognostizieren einen signifikanten Klimawandel für Deutschland in den nächsten 100 Jahren:

- Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur um 2.5 bis 3.5°C,
- Rückgang des durchschnittlichen Jahresniederschlags bis zu 30 %



● Regionen hohen Stress

Räumliche Verteilung des Klimawandels auf regionaler Skala

Klimageschichte Mitteleuropas - 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen (Glaser, 2008): Umweltbundesamt: Künftige Klimaänderungen in Deutschland Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert Hintergrundpapier April 2006, aktualisiert im September 2006



# Motivation für TERENO

Aufgrund komplexer Rückkopplungs-Mechanismen wirkt sich der Globale Wandel unter anderem aus auf:

- a) Hydrosphäre (z.B. Wasserhaushalt)
- b) Pedosphäre
- c) Biosphäre
- d) Atmosphäre
- e) Anthroposphäre

Derzeit sind bestehende Umweltobservatorien typischerweise auf Teil-Systeme hin entwickelt

Langzeit-Beobachtungen von Zustandsgrößen ganzer Ökosysteme sind erforderlich:

- a) Prozess- Verständnis
- b) Modellentwicklung und -validierung
- c) Prognosen & Maßnahmen

Zusammenführen verschiedener Forschungsgebiete:

Natur-Wissenschaften:

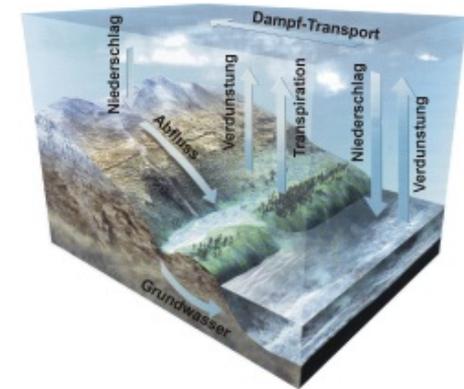
Boden, Atmosphäre, Hydrologie,...

Technische-Wissenschaften:

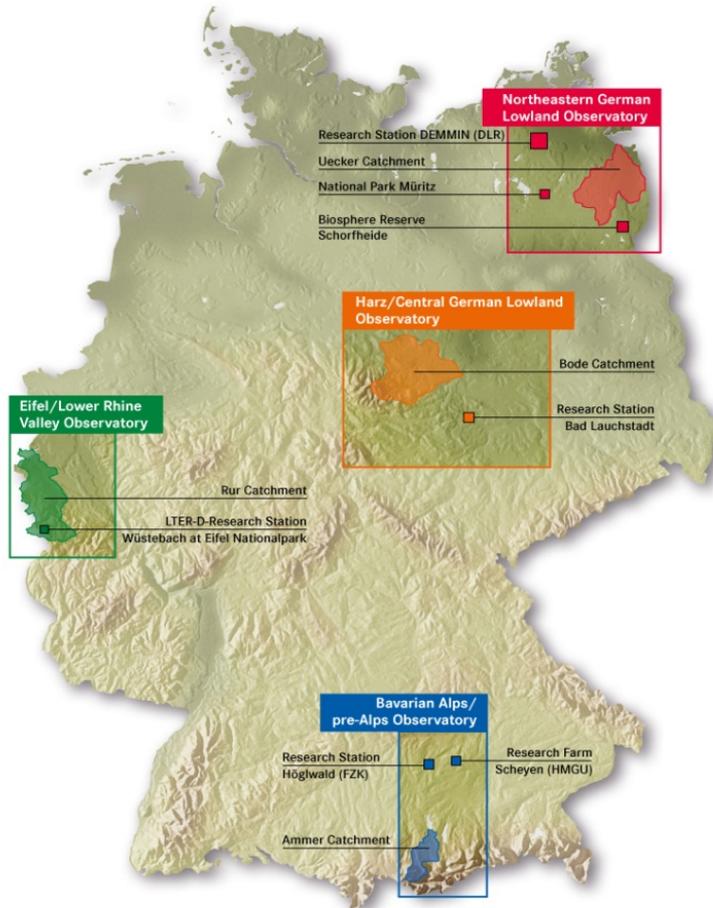
Physik & Mathematik, Ingenieur-Wissenschaften,...

Gesellschaftswissenschaften:

Wirtschaftswissenschaften, Soziologie, Philosophie,....



# TERrestrial ENvironmental Observatories (TERENO)



Was ist TERENO?

eine langfristig angelegte interdisziplinäre Forschungsinitiative der Helmholtz-Zentren

- [Forschungszentrum Jülich GmbH](#),
- [Karlsruher Institut für Technologie \(KIT\)](#),
- [Helmholtz-Zentrum München für Gesundheit und Umwelt \(HMGU\)](#),
- [Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig \(UFZ\)](#),
- [Helmholtz-Zentrum Potsdam - GeoForschungsZentrum \(GFZ\)](#),
- [Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt \(DLR\)](#).

Die geplante Laufzeit > 15 Jahre.



# TERrestrial ENVIRONMENTAL Observatories (TERENO)

Aufbau eines Netzwerks von Umwelt-Observatorien in Deutschland zur Erforschung der Einflüsse des globalen Wandels auf lokale Ökosysteme

Treibende Kräfte & Feedback-Mechanismen?

- ⇒ Geschwindigkeit von Änderungen
- ⇒ Konsequenzen für die Gesellschaft

4 Observatorien sind eine Catena durch Deutschland

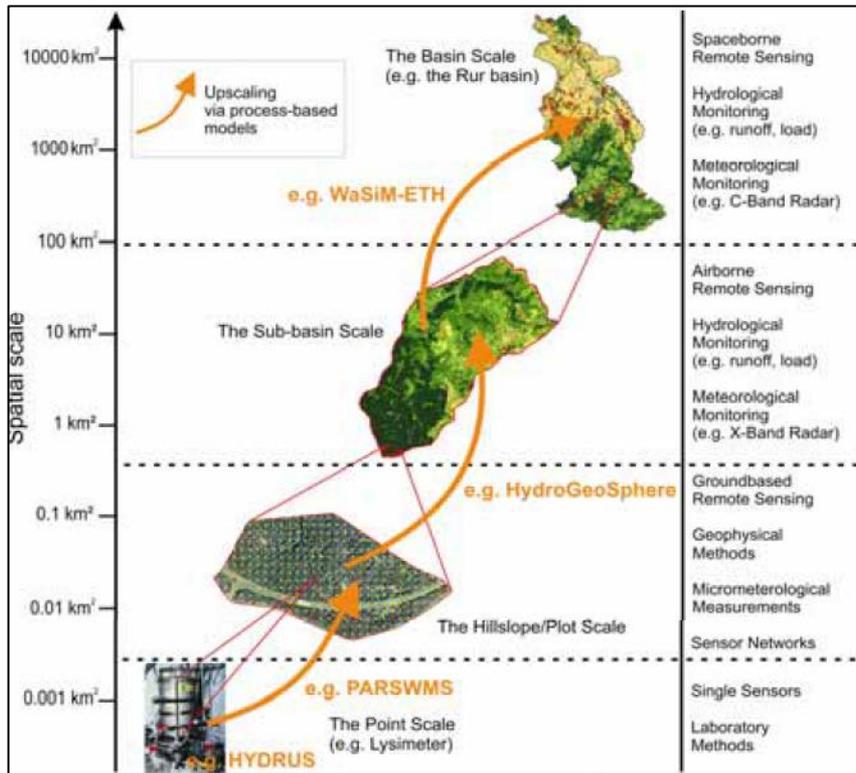
- ⇒ Klimagradient zwischen Observatorien
- ⇒ Auswahl sensibler Gebiete



**TERENO**  
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES



# TERENO – Untersuchungsgegenstände



Untersuchung der Interaktionen und Rückkopplungen zwischen unterschiedlichen Kompartimente:

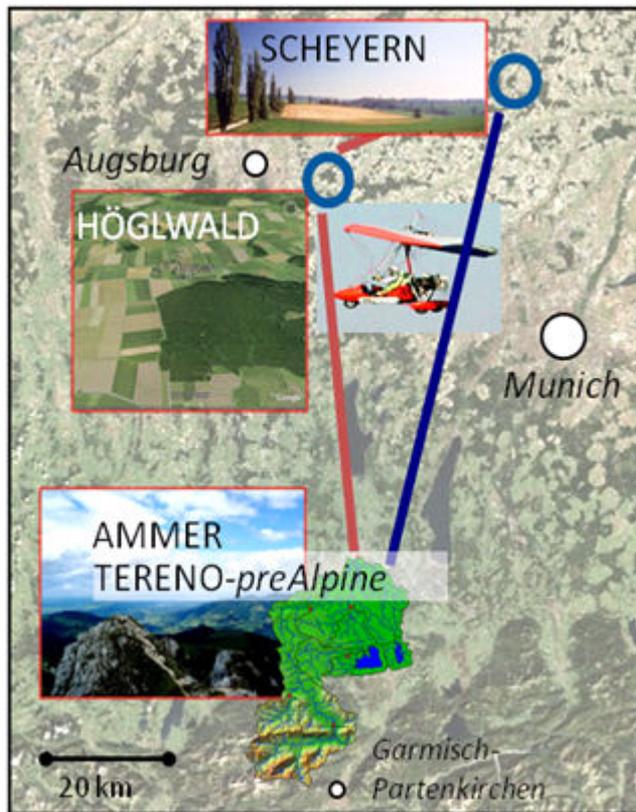
- Atmosphäre,
- Hydrosphäre,
- Pedosphäre,
- Biosphäre

Überbrückung der wissenschaftlichen Lücken zwischen Messung, Modell und Management

Bogena et al., 2010, TERENO –A new Network of Terrestrial - Observatories for Global Change Research.-



# Bayrisches Alpen- Voralpen-Observatorium



## Ziele

(nach <http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/observatories-de/bayrisches-alpen-voralpen-observatorium/bavarian-alps-pre-alps-observatory-de>)

Charakterisierung und Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels auf

- Gekoppelte C-/N-Kreisläufe und C-/N-Speicherung,
- Biosphäre-Atmosphäre-Austausch (Spurengase / Energiefluss / Albedo)
- Vegetation und mikrobielle Artenvielfalt und die zeitliche Dynamik des Materieumsatzes und -austausches im Zusammenhang mit Veränderungen der Artenvielfalt
- Terrestrische Hydrologie (alpiner Wasserhaushalt, Niederschlagsschwankungen, extreme hydrometeorologische Ereignisse (Hochwasser / Dürren), Sickerwasserqualität / -quantität, Wasserrückhaltevermögen) in voralpinen Ökosystemen, die besonders empfindlich auf Klimawandel, Veränderungen der Nährstoffablagerung, der Landnutzung / Landmanagement (Feuchtwiesen/Moore, Wälder und landwirtschaftliche Systeme) reagieren.



# Bayrisches Alpen- Voralpen-Observatorium



Installation von 18 Lysimetern im Fendt Gebiet innerhalb des Einzugsgebietes der "Ammer".



Installation der Eddy-Kovarianz-Station im Fendt-Gebiet innerhalb des "Ammer Einzugsgebietes"



X-Band Regenradar in Geigersau (Kirnberg) im "Ammer Einzugsgebiet"



# Bayrisches Alpen- Voralpen-Observatorium



50 m Messturm im "Höglwald"-Gebiet seit 2004  
zur Bestimmung des Wasserdampf und Netto-CO<sub>2</sub>-Austausches

Messungen seit 1993 an drei Testarealen mit vollautomatischen Messeinrichtungen (Kammern) ausgerüstet, um kontinuierliche ganzjährige Flussmessungen von N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO/NO<sub>2</sub> zwischen Boden und Atmosphäre durchführen zu können

Spurengasflüsse/-austausch an Agrar-Wald-Schnittstelle

"Scheyern" ist ein 150 ha Kloostergut, seit 5 Jahrhunderten in landwirtschaftlicher Nutzung

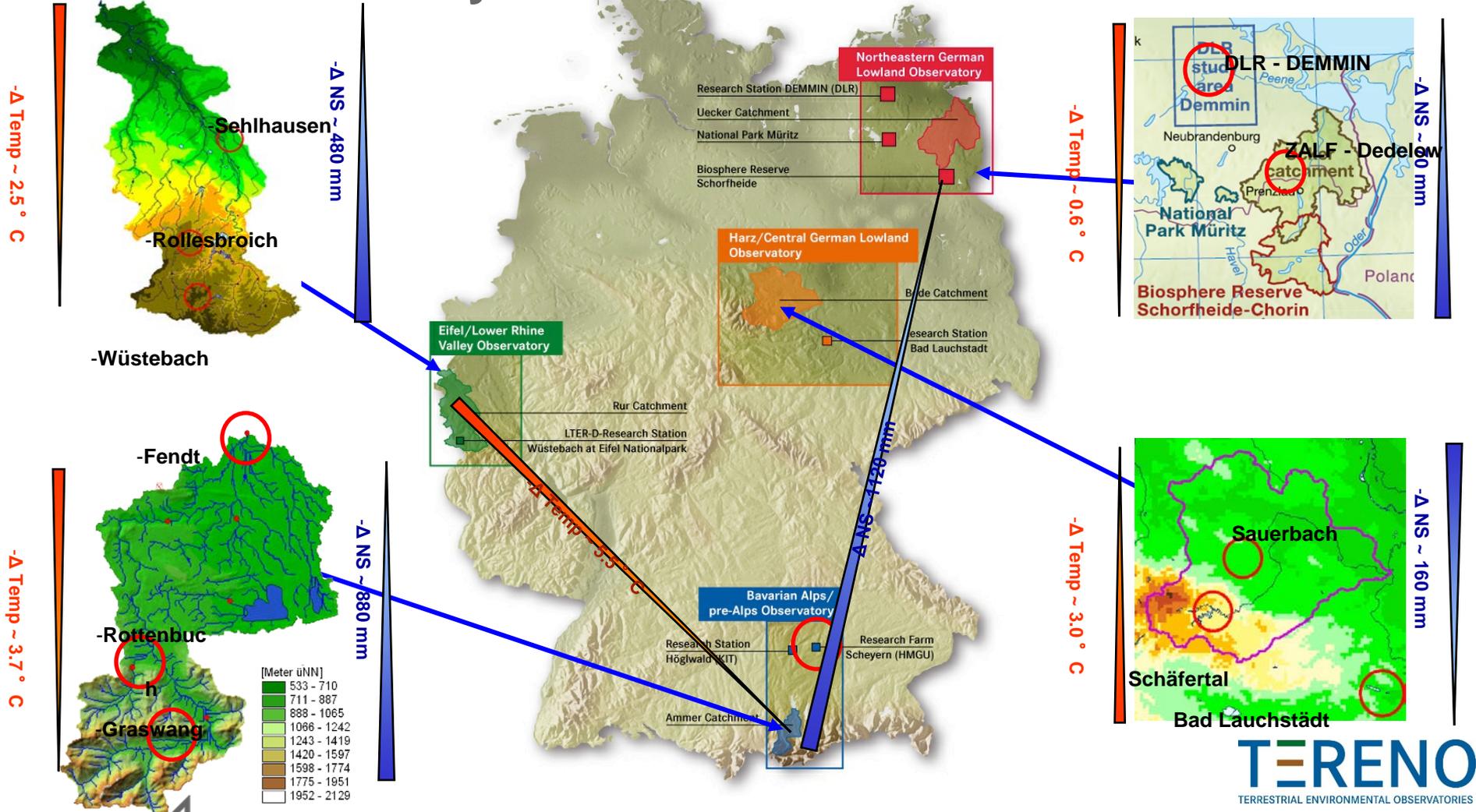
seit 1992 wurden zwei Anbausysteme, integrierter Ackerbau und ein Bio-Bauernhof-System installiert und permanent überwacht

Untersuchung typischer Probleme, die mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung verbunden sind, wie z.B. Erosion, Bodenverdichtung, Grundwasserbelastung, Verarmung der Flora und Fauna

[http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/downloads-de/about-tereno/2012/Tri\\_12\\_07\\_Terenobroschuere\\_dt\\_1.2.pdf](http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/downloads-de/about-tereno/2012/Tri_12_07_Terenobroschuere_dt_1.2.pdf)



# TERENO – Lysimeter-Netzwerk SoilCan





# TERENO – Ziele

- Überwachung/Dokumentation der Folgen des prognostizierten globalen Klimawandels, von Landnutzungsänderungen, sozio-ökonomischen Entwicklungen, menschlichen Eingriffen auf terrestrische Ökosysteme mittels Langfristmonitoring,
- Langfristige Dokumentation multitemporaler Umweltdaten auf verschiedenen räumlichen Skalen zur Modellierung verfügbarer Wasserressourcen, Stoffflüssen, ökologischer Systemveränderungen,
- Bereitstellung naturwissenschaftlicher Grundlagen zur Entwicklung regionaler sozio-ökonomischer Strategien,
- Untersuchung der Interaktionen der Kompartimente Boden, Vegetation und Atmosphäre und Überbrückung räumlichen Diskrepanzen punktueller, Flächenmessung und Modellierung

ZACHARIAS, S.; BOGENA, H., SAMANIEGO, L. MAUDER, M., FUß, R., PÜTZ, T., FRENZEL, M., SCHWANK, M., BAESSLER, C., BUTTERBACH-BAHL, K., BENS, O., BORG, E., BRAUER, A., DIETRICH, P., HAJNSEK, I., HELLE, G., KIESE, R., KUNSTMANN, H., KLOTZ, S., MUNCH, J. C., PAPAN, H., PRIESACK, E., SCHMID, H. P., STEINBRECHER, R., ROSENBAUM, U., TEUTSCH, G., VEREECKEN, H. (2011): A Network of Terrestrial Environmental Observatories in Germany.- In: Vadose Zone Journal (Soil Science Society of America).- Vol. 10, S. 955–973.



# TERENO – Grundlage

- Konzeption, Entwicklung und Betrieb einer ganzheitlichen Untersuchungsplattform, die verschiedene terrestrische Observatorien in unterschiedlichen Regionen in sich einschließt und die gemeinsame Nutzung von Fernerkundungssystemen und In-situ Messsystemen zur Bereitstellung von Daten für die Umwelt- und Prozessmodellierung ermöglicht.

ZACHARIAS, S.; BOGENA, H., SAMANIEGO, L. MAUDER, M., FUß, R., PÜTZ, T., FRENZEL, M., SCHWANK, M., BAESSLER, C., BUTTERBACH-BAHL, K., BENS, O., BORG, E., BRAUER, A., DIETRICH, P., HAJNSEK, I., HELLE, G., KIESE, R., KUNSTMANN, H., KLOTZ, S., MUNCH, J. C., PAPEN, H., PRIESACK, E., SCHMID, H. P., STEINBRECHER, R., ROSENBAUM, U., TEUTSCH, G., VEREECKEN, H. (2011): A Network of Terrestrial Environmental Observatories in Germany.- In: Vadose Zone Journal (Soil Science Society of America).- Vol. 10, S. 955–973.

**TERENO**  
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES



# COPERNICUS Initiative (ehem. GMES-Initiative)

Global Monitoring for Environment and Security (GMES) Initiative von EU & ESA

## Ziele:

Etablierung eines europäischen Geoinformationsmarktes sowie innovativer Informationsprodukte und Dienstleistungen unter umwelt-, sicherheitsrelevanten sowie wirtschaftlichen Aspekten.

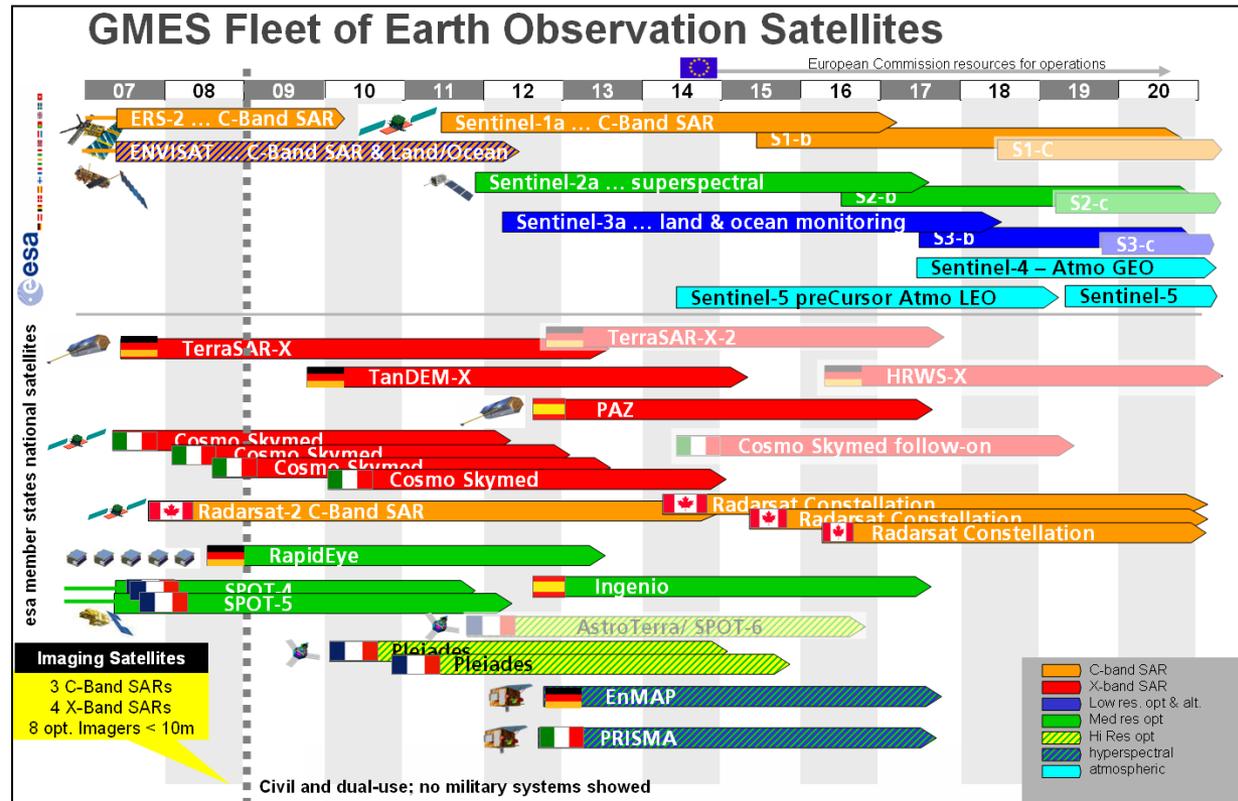
## Mittel:

Nutzung satellitengestützter Fernerkundungsdaten zur Bereitstellung stabiler und kontinuierlicher Dienstleistungen in Verbindung mit terrestrischen In-situ-Messungen (Observatorien)

- Raumsegment (*Satelliten*) und Bodensegment (*Empfangsstationen*),
- Nah- und Echtzeitdatenverarbeitung (*automatische Vor- und Datenverarbeitung*),
- Einbeziehung von Zusatzinformationen (*z.B. In-situ-Monitoringnetze*),
- Datenassimilationsmodelle (*z.B. Biomasse- und Erosionsmodelle*)



# Aktuelle Entwicklung der Fernerkundung (ESA)



Entwicklung des Raumsegmentes im Rahmen der europäischen Erdbeobachtung im Zeitraum von 2006 bis etwa 2020 (Schreier et al., 2009).



# DEMMIN – Beitrag für COPERNICUS

## **Ableitung hydrologischer Parameter:**

- Bodenfeuchte, Evapotranspiration
- Kalibration/Validation zukünftiger, operativen Satelliten Missionen

## **Beispiele operativer Missionen:**

- TerraSAR-X
- Tandem-X,
- SMOS – (Soil Moisture and Ocean Salinity)

## **Beispiele geplanter Missionen:**

- Sentinel-1 European Radar Observatory (Mission Performance Center)
- Tandem-L,
- LANDSAT 8,
- SMAP – (Soil Moisture Active and Passive Mission)



# -Anfragen an DEMMIN

## Wissenschaftlicher Validations- und Kalibrationsstandort:

USGS	<a href="http://calval.cr.usgs.gov/sites_catalog_template.php?site=demm">http://calval.cr.usgs.gov/sites_catalog_template.php?site=demm</a> ,
TERENO	<a href="http://www.tereno.net">http://www.tereno.net</a> ,
ESA	<a href="ftp://pcf:Ciqcsp01@uranus.esrin.esa.int/PH/Deliverables/">ftp://pcf:Ciqcsp01@uranus.esrin.esa.int/PH/Deliverables/</a> ,
NEREUS	<a href="http://www.nereus-regions.eu/home">http://www.nereus-regions.eu/home</a> ,
SMOS	Soil Moisture and Ocean Salinity

## Testplattform für Entwickler von Messtechnik:

Inter- / Kreuzkalibration von Messtechnik (High-End-Technik vs. Technik für die Welt),  
Entwicklung von Kameramesstechnik sowie Kalibrationseinrichtungen

## Entwicklungsstandort für Industrie / Wirtschaft :

Produktentwicklung (z.B. GAF/EUROMAP, RapidEye),  
Messstrategien (z.B. RapidEye),  
Zertifizierung von Prozessoren und Produkten (z.B. RapidEye)



# TERENO – Datenzugriff

## EINFACHER ZUGRIFF: DATENPORTAL TEODOOR

Daten, die im Laufe des TERENO-Projekts erhoben werden, werden über ein Internet-Portal in aufbereiteter Form über das zentrale Internet-Portal TEODOOR veröffentlicht. Sowohl TERENO-Wissenschaftler als auch externe Anwender können mit Hilfe von TEODOOR Daten themen- und regionenspezifisch suchen, darstellen und herunterladen, beispielsweise von Abfluss-, Klima- und Bodenfeuchtestationen. Darüber hinaus finden sich dort Informationen zu Dissertationen und Publikationen, die im Zusammenhang mit TERENO entstehen.

### TEODOOR

<http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/tereno-online-portal-folder/Tereno%20Online%20Data%20Portal>

### TERENO Data Policy

<http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/overview/downloads/TERENO%20Data%20policy.pdf>

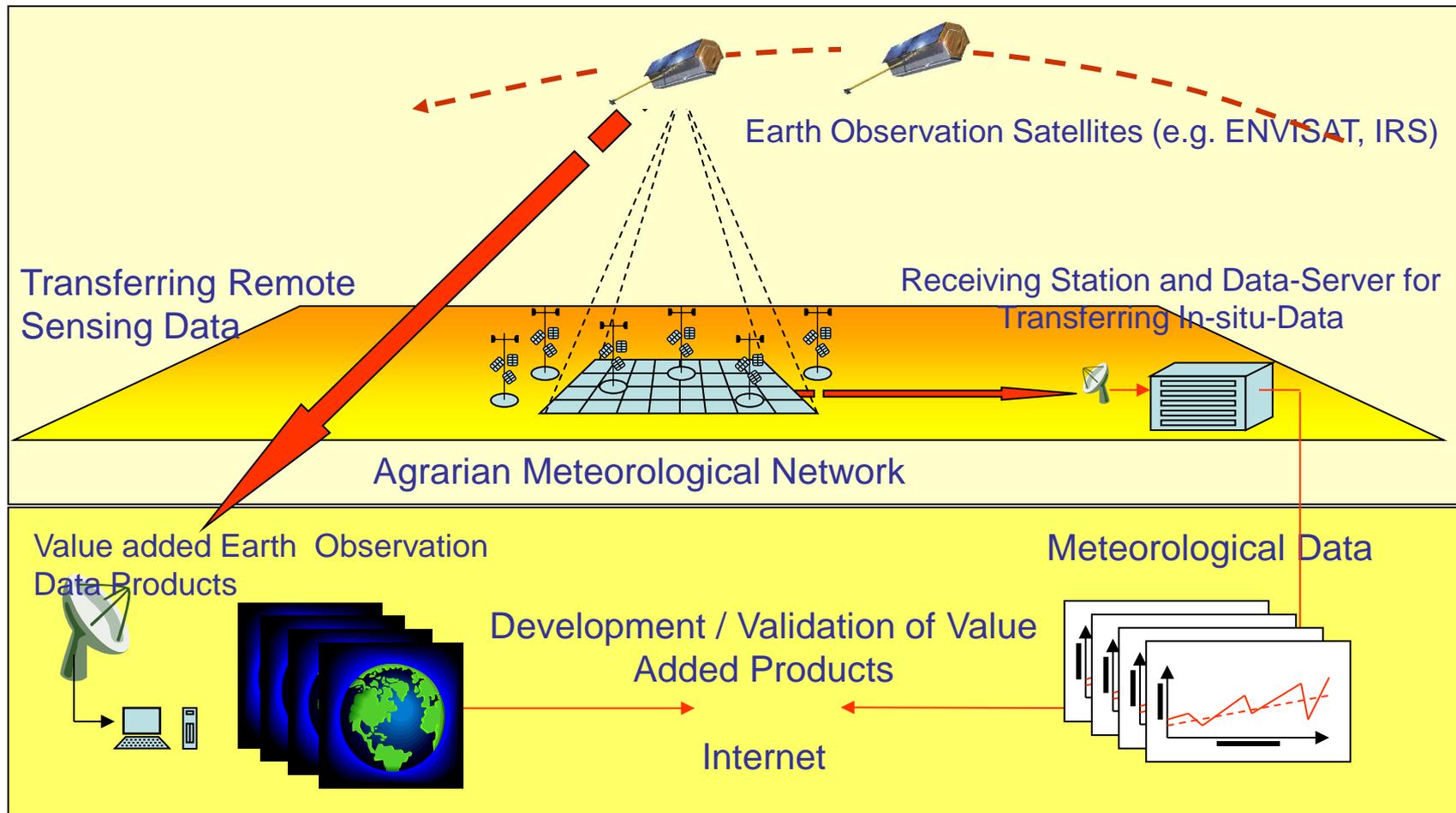


# Was bedeutet das für die Fernerkundung?

- Wir benötigen auch weiterhin einzelne flugzeug- und/oder satellitengestützte Befliegungskampagnen zum Verständnis der Zusammenhänge zwischen Sensorsignal und dem Fernerkundungsgegenstand.
- Wir werden uns aber zunehmend einem semi- / automatischen, operationellen Monitoring von Umweltparametern und –prozessen für die Umwelt- und/oder Prozessmodellierung stellen müssen. Die Lieferung von Fehlerinformationen zu den Produkten ist dabei nur eine der Herausforderungen.

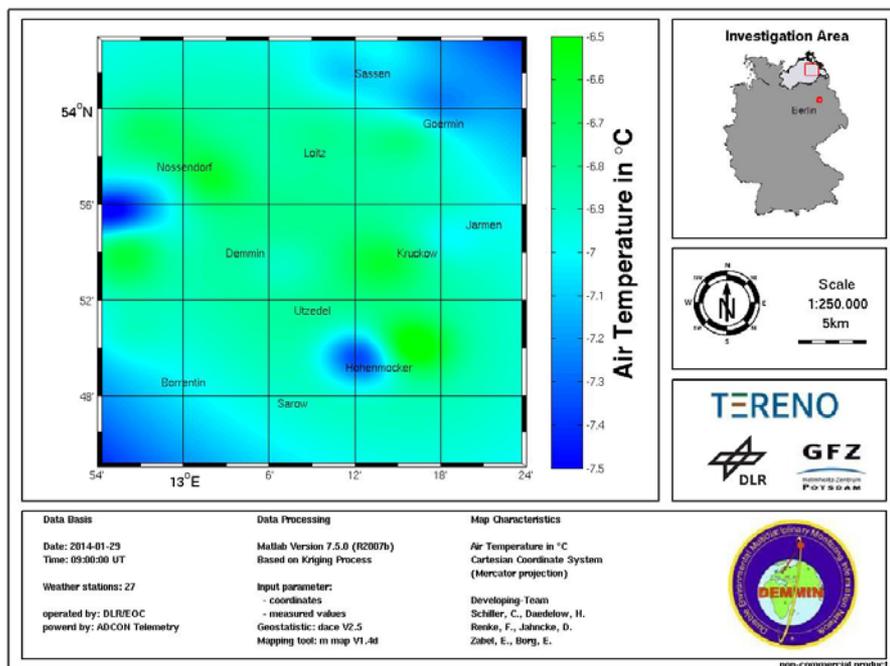


# Messstrategie für die Fernerkundung





# Operative In-situ-Datenprodukte aller 15 Minuten



- Automated derivation of in-situ-data
- 19 Basic products
- xx Additional products

<http://demminweb.dlr.de>



# TERENO – Nutzen für die Fernerkundung

- langfristige Bereitstellung von Ground-Truth-Daten, so dass auch rückwirkende Auswertungen von Fernerkundungsdaten (FED) mittels neuer Algorithmen und Verfahren (unter neuartigen Aspekten) ermöglicht wird bzw. zum Methodenvergleich,
- Entwicklung von Messstrategien zur Validierung von FED
- Verständnis zu Umweltparametern und -prozessen, usw.
  
- Strategisch bedeutsam! TERENO liefert unter Gesichtspunkten der COPERNICUS-Initiative (ehem. GMES) den wissenschaftlichen Rahmen für operationelle FE, d.h. Integration von FED in Umweltmodelle.



# Fernerkundung – Nutzen für TERENO

- Integration von aktuellen flächendeckenden FE Daten in die Umweltmodellierung,
- Entwicklung neuer kombinierter Messstrategien basierend auf Ground-Truth- und FED sowie auf Basis neuer Interpretationsansätze
- Verständnis zu Umweltparametern und -prozessen, usw.
  
- Strategisch bedeutsam! TERENO ist eine Investitionsinitiative der HGF. Die Daten sollen kostenfrei zur Verfügung stehen. Daraus folgt aber eine einseitige Lastverteilung. Solidarität, d.h. Einbeziehung der Standorte in Drittmittelprojekte stellt somit eine wesentliche Sicherung der Initiative dar!



# Literatur

- Bogena, H.; Bens, O.; Haschberger, P.; Hajnsek, I.; Dietrich, P.; Priesack, E.; Pütz, T.; Munch, J.C.; Papen, H.; Schmid, H.P.; Vereecken, H.; Zacharias, S. (2009): Aktueller Stand zur Implementierung der TERENO Observatorien.- TERENO Workshop.- S. 28. <http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/overview/downloads/TERENO%20LTER-D%202010.pdf> (letzter Zugriff: 24.02.2011)
- Borg, E., Lippert, K., Zabel, E., Löpmeier, F.J., Fichtelmann, B., Jahncke, D., Maass, H. (2009): DEMMIN – Teststandort zur Kalibrierung und Validierung von Fernerkundungsmissionen.- In: 15 Jahre Studiengang Vermessungswesen – Geodätisches Fachforum und Festakt, Neubrandenburg, Eigenverlag (Hrsg.: Rebenstorf, R.W.).- 16.-17.01.2009.- S. 401-419.
- Dietrich, E. (2008): The DLR Multi Mission EO Ground Segment – Payload Ground Segment.- In: Remote Sensing Workshop, Mexico.- S. 22. - [http://www.conabio.gob.mx/antena\\_chetumal/dia%2023/sesion%20paralela%20II/Erhard\\_DLR-EO-Ground-Segment\\_Mexico-Workshop\\_v1.pdf](http://www.conabio.gob.mx/antena_chetumal/dia%2023/sesion%20paralela%20II/Erhard_DLR-EO-Ground-Segment_Mexico-Workshop_v1.pdf)
- Schreier, G., Diedrich, E., Mikusch, E., Maass, H. (2009).- The Earth Observation Ground Segment of DLR in GMES.- In: 33rd ISRSE - International Symposium on Remote Sensing of Environment.- Sustaining the Millenium Development Goals, Stresa, Lago Maggiore, Italy.- TS-15-6 (ref 252).- <http://isrse-33.jrc.ec.europa.eu>.
- Umweltbundesamt (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland –Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert Hintergrundpapier April 2006, aktualisiert im September 2006.- Max-Planck-Institut für Meteorologie.- S. 8.
- <http://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/>
- [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_start&T3200039671164966383319gsbDocumentPath=Naviga tion%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadatenzentren%2FNKDZ%2Fkldaten\\_\\_akt%2Fausgabe\\_\\_mittelwerte\\_\\_node.html\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_start&T3200039671164966383319gsbDocumentPath=Naviga tion%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadatenzentren%2FNKDZ%2Fkldaten__akt%2Fausgabe__mittelwerte__node.html__nnn%3Dtrue)



# Kontakt

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V.

Mitglied der Helmholtz-Gesellschaft

Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD)

Nationales Bodensegment (BN)

Kalkhorstweg 53  
17235 Neustrelitz

## Dr. Erik Borg

Telefon: 03981/480-183  
Telefax: 03981/480-299  
E-mail: Vorname.[Name@dlr.de](mailto:Name@dlr.de)

## Dr. Bernd Fichtelmann

Telefon: 03981/480-108  
Telefax: 03981/480-299  
E-mail: Vorname.[Name@dlr.de](mailto:Name@dlr.de)



**Viele Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Knowledge for Tomorrow

