

ASSIMEO

BERECHNUNG DES GESAMTWASSERDARGEBOTS FÜR DIE PFLANZENPRODUKTION DURCH ASSIMILATION VON ERDBEOBACHTUNGSDATEN

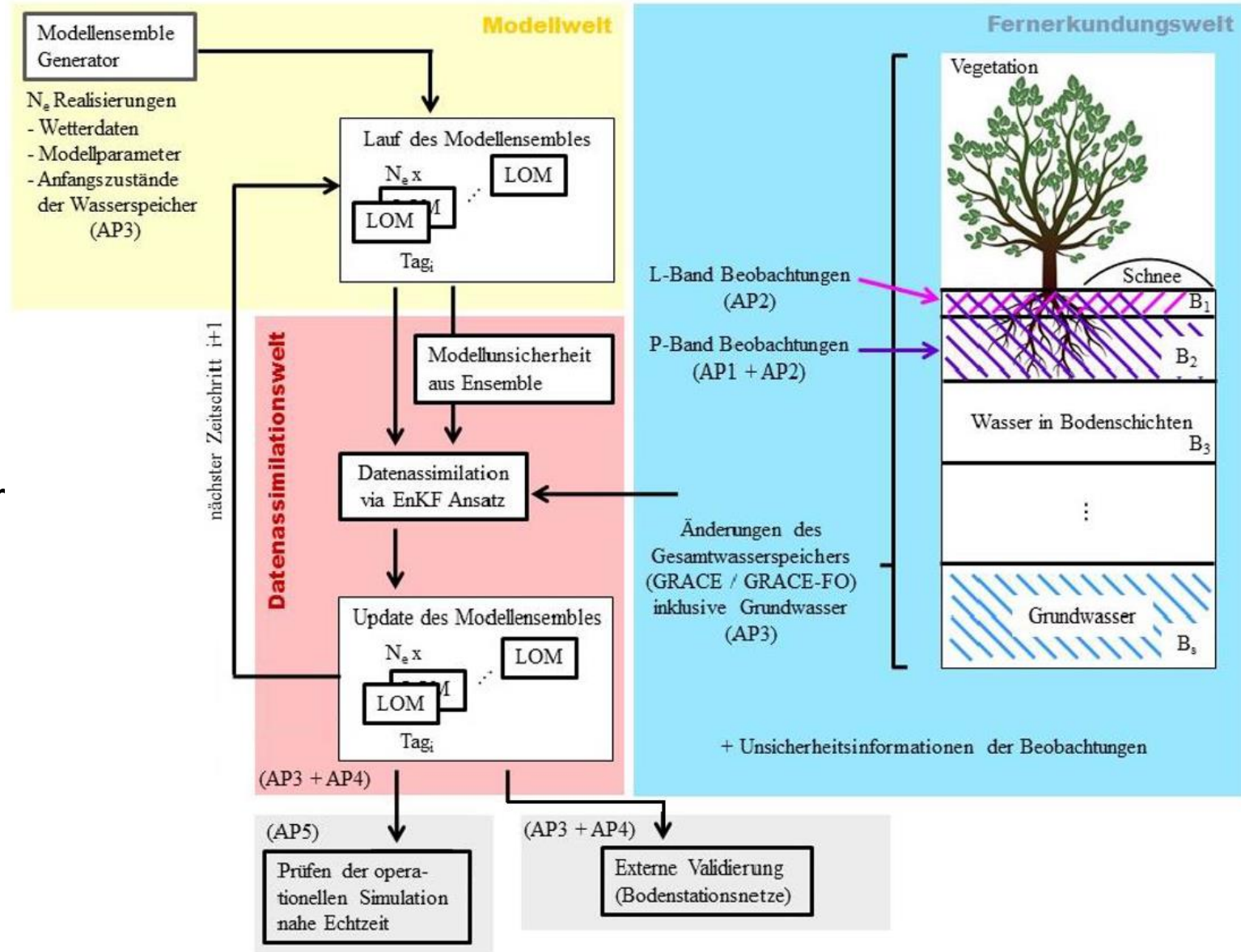
CARSTEN MONTZKA, ANKE FLUHRER, THOMAS JAGDHUBER, SHIRIN MORADI, HAOJIN ZHAO, DAVID MENGEN, MAIKE SCHUMACHER, EHSAN FOROOTAN, NOOSHIN MEHRNAGAR

ZIELE

- Effiziente und nachhaltige Bewässerung ermöglichen
- Neue Technologien für echtzeitnahes Wasserressourcenmanagement
- Vorhersage des Wassergehalts in der Wurzelzone und im Grundwasser
- Korrektur von Modellfehlern mit EO



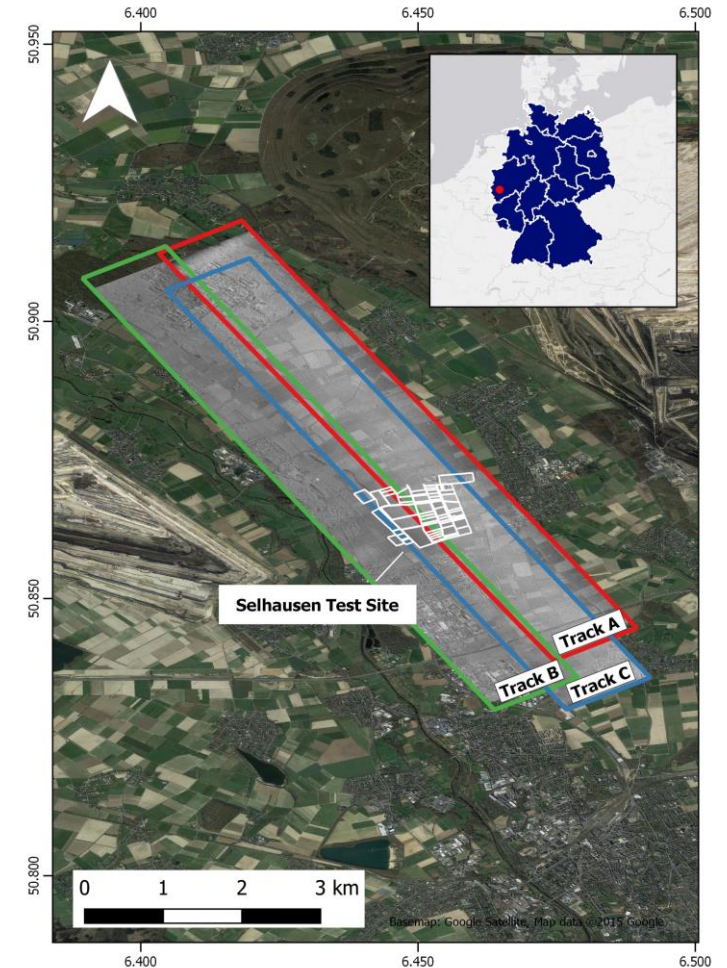
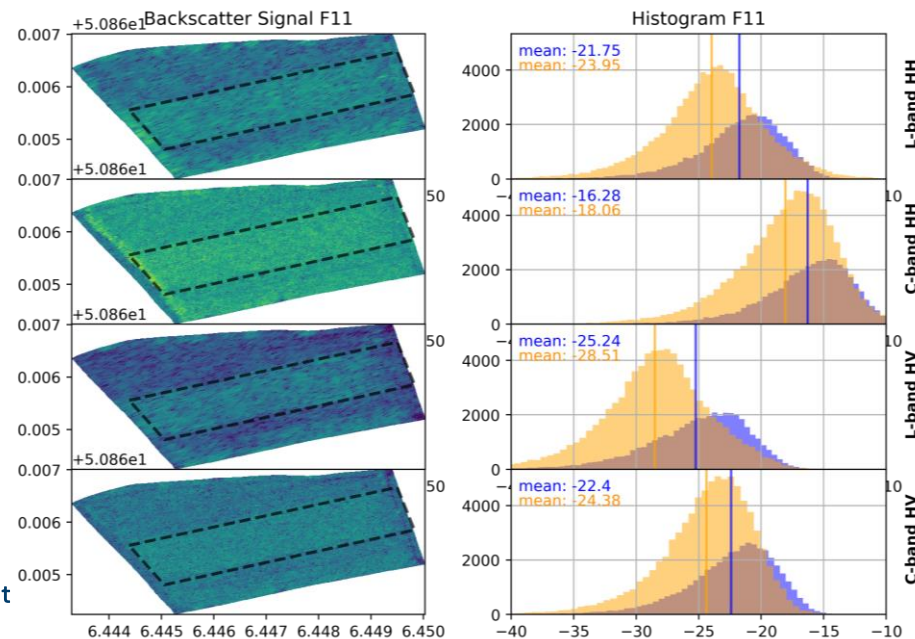
Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft



SARSENSE FLUGMESSKAMPAGNE

C- und L-Band SAR Flugzeugmessungen zur Vorbereitung auf ROSE-L (ESA)

- Drei luftgestützte SAR-Aufnahmen für das L- und C-Band für jeden Tag im Juni (19./21./25./27.) und August (08./09.) 2019 in voller Polarisation
- 58 Sentinel-1- und 6 Alos-2-Aufnahmen in dualer Polarisation für den gesamten Kampagnenzeitraum
- Gleichzeitige In-situ-Messungen von Boden- und Pflanzenparametern



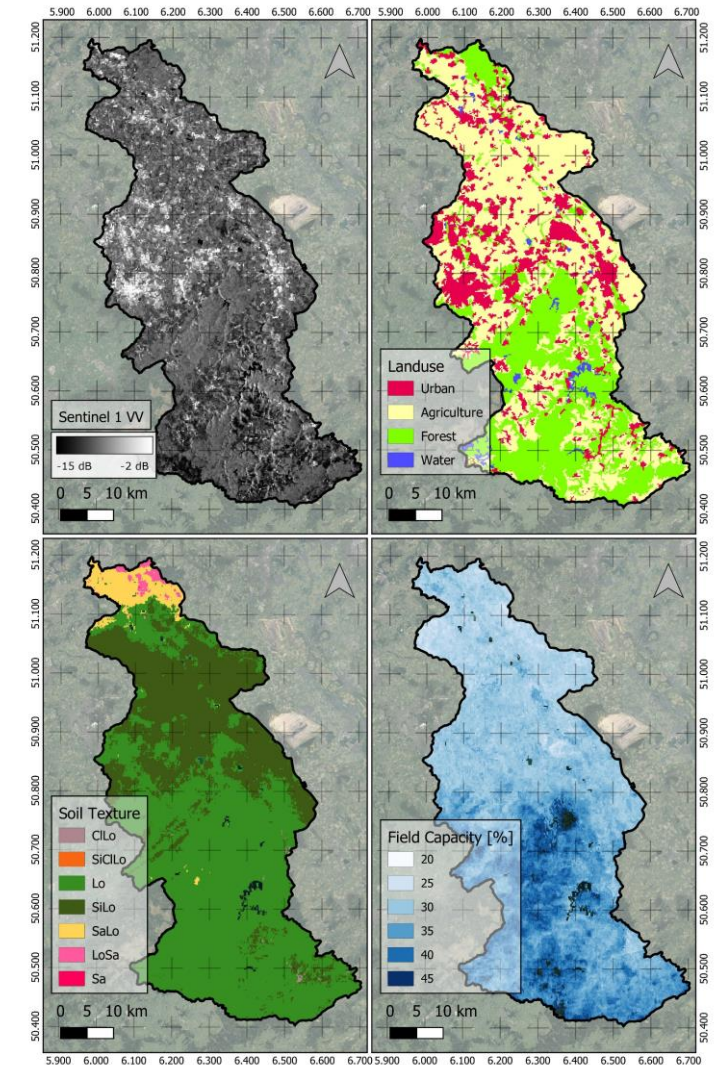
BODENFEUCHTE AUS SENTINEL-1 SAR

C-Band SAR in GEE

- Änderungsdetektion mit Sentinel-1-Zeitreihen in Google Earth Engine
- Einfallswinkelkorrektur mittels Fourier-Transformation
- Vegetationskorrektur mittels pixelbasierter linearer Regression
- Validiert über dem Rur-Einzugsgebiet (Deutschland) und dem apulischen Tavoliere-Gebiet (Italien)

Daten

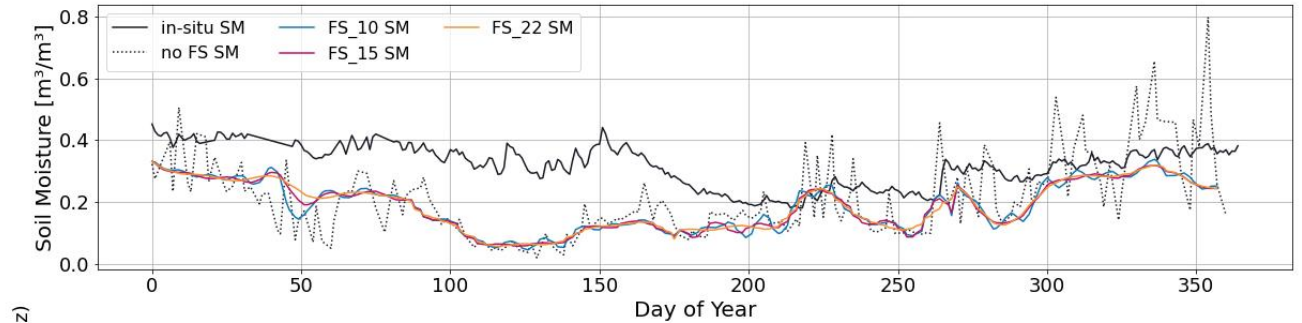
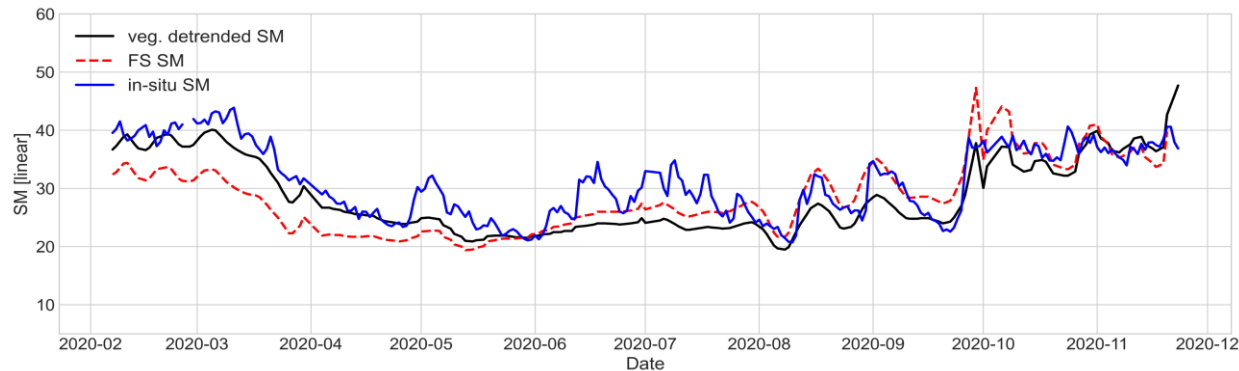
- Zweifach polarisierte (VV + VH) C-Band (5.400 MHz) Sentinel-1 A/B Szenen aus 4 verschiedenen Orbits mit wechselnden Einfallswinkeln
- CORINE (Coordination of Information on the Environment) Bodenbedeckungsdaten mit 100 m x 100 m Auflösung
- OpenLandMap Soil Texture and Field Capacity Class Dataset, Bodentexturklassen mit 250 m x 250 m Auflösung
- Global Land Data Assimilation System (GLDAS) Bodenfeuchte mit 0,25 Grad (~ 17 km) Auflösung



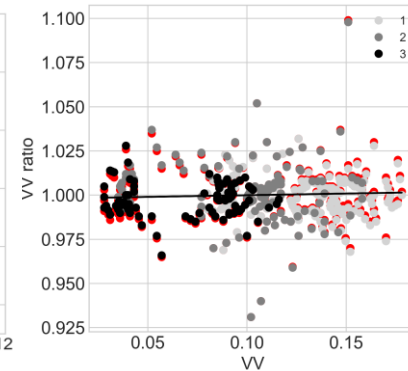
BODENFEUCHE AUS SENTINEL-1 SAR

Einfallswinkel- und Vegetationskorrektur

- Fourier-Transformation, bei der Frequenzen höher als die Wiederholungszeit (12 Tage) ausgeschlossen werden zur Verringerung des Effekts wechselnder Einfallswinkel



z)

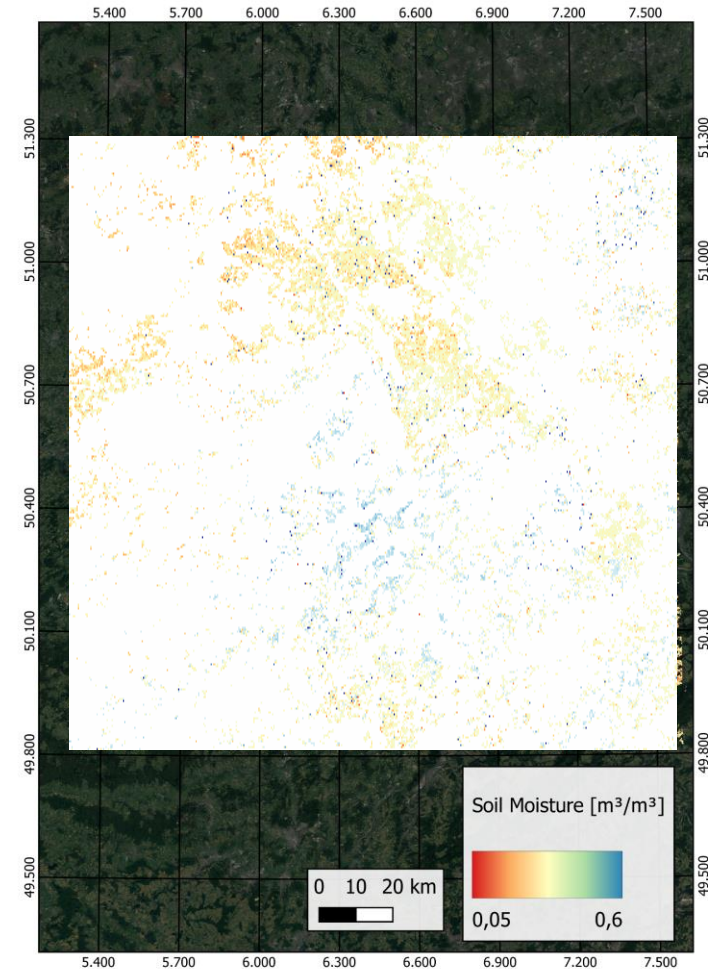
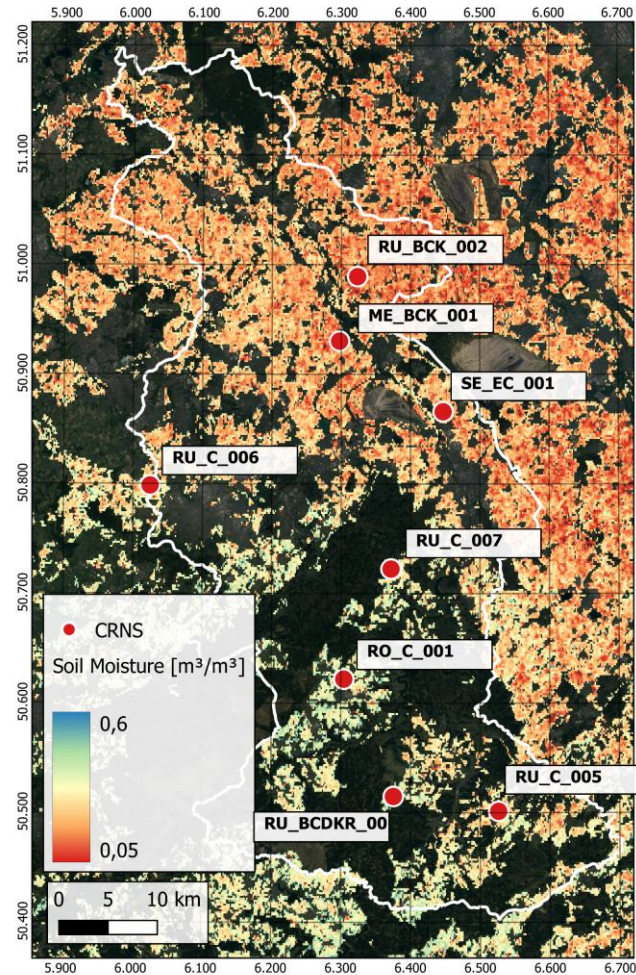
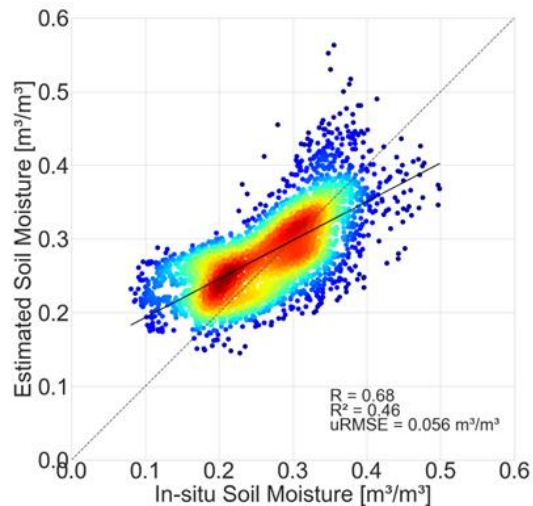


- Landwirtschaftliche Flächen haben ausgeprägten Wechsel zwischen kahlen Böden und Bewuchs
- Unterschiedliche Sensitivität von konsekutiven Backscatter-Ratios auf Veränderungen der Bodenfeuchte
- Lineare Regression zwischen co-polarisierten Backscatter Signal und konsekutiven Backscatter-Ratios zur Trendreduzierung

BODENFEUCHTE AUS SENTINEL-1 SAR

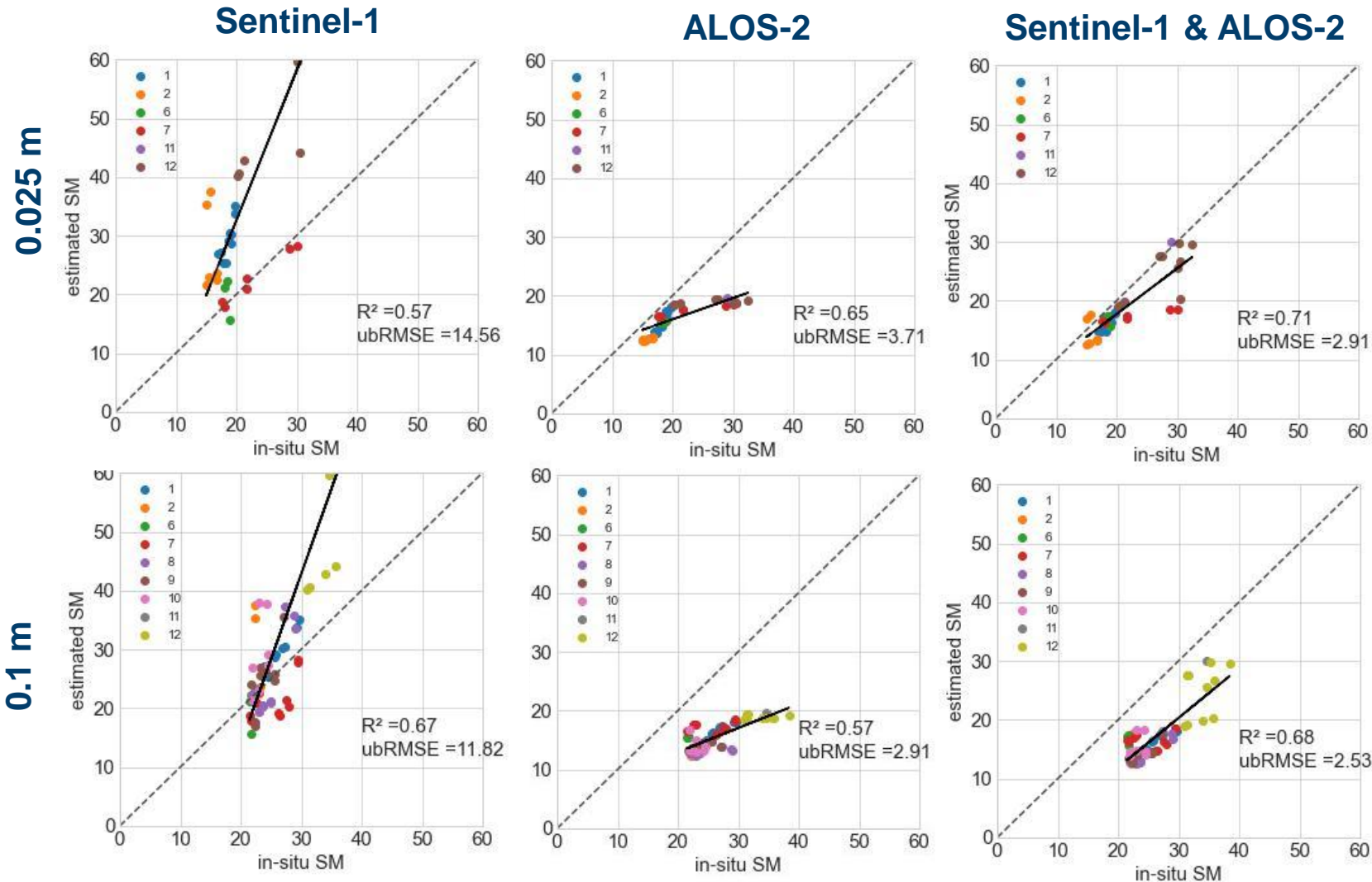
Winkel- und Vegetationskorrektur

- Bodenfeuchteabschätzung mit einer räumlichen Auflösung von 200 m x 200 m und einer zeitlichen Auflösung von bis zu 2 Tagen
- Für die Jahre 2018 bis 2020 wird ein Gesamt-R von 0,63 mit einem unbiased RMSE von 0,063 m³/m³ erreicht
- Die geschätzte Bodenfeuchte liefert konsistente Ergebnisse für beide Validierungsstandorte (Rureinzugsgebiet, Deutschland und Apulia Tavoliere, Italien)



BODENFEUCHTE AUS C- UND L-BAND SAR

Einfluss der Wellenlänge (ESA-JAXA-Kooperation, Apulien, Italien)



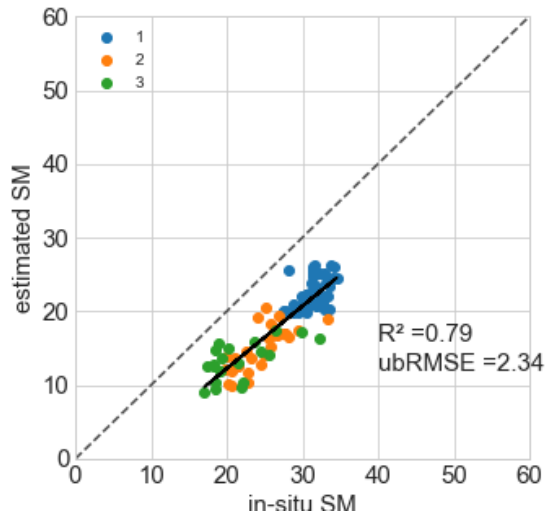
- Veränderungen im L-Band sind weniger von der Vegetation beeinflusst und dienen als "Referenzpunkte"
- Zwischen den Erfassungen im L-Band werden die Zeitreihen im C-Band skaliert, um den beobachteten Szenen im L-Band zu entsprechen

BODENFEUCHE AUS C- UND L-BAND SAR

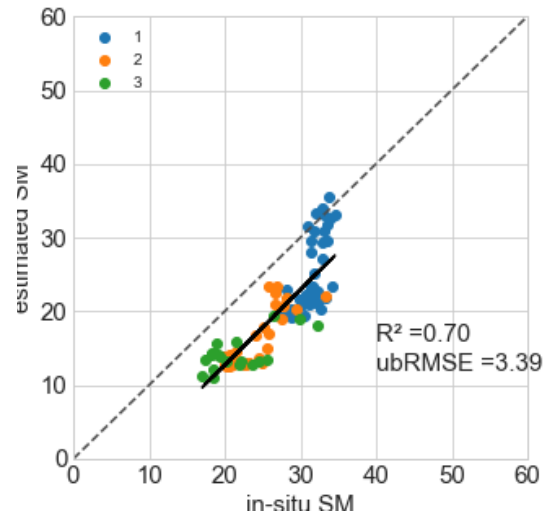
Einfluss der Pflanzenstruktur (ESA-JAXA-Kooperation, Selhausen)

- Signifikante Verbesserung bei linearen, aufrechten Pflanzen (Weizen, Gerste)
- Bei Pfahlwurzel- oder Knollenpflanzen wie Kartoffeln und Zuckerrüben wird die Veränderung der Oberflächenrauheit durch Reife und Ernte zu einer Herausforderung für kombinierte C- und L-Band-Veränderungsdetektionsmethoden.

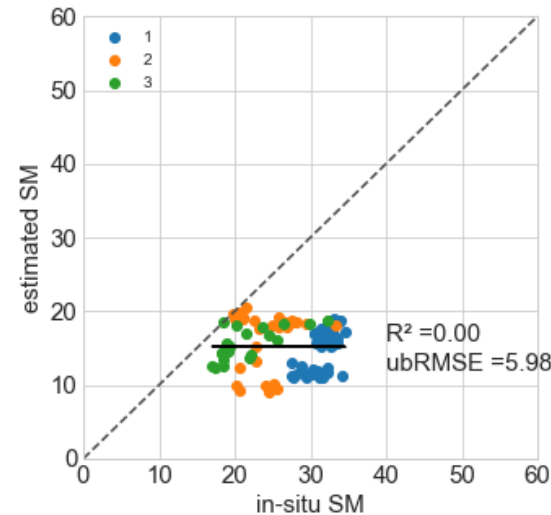
Gerste



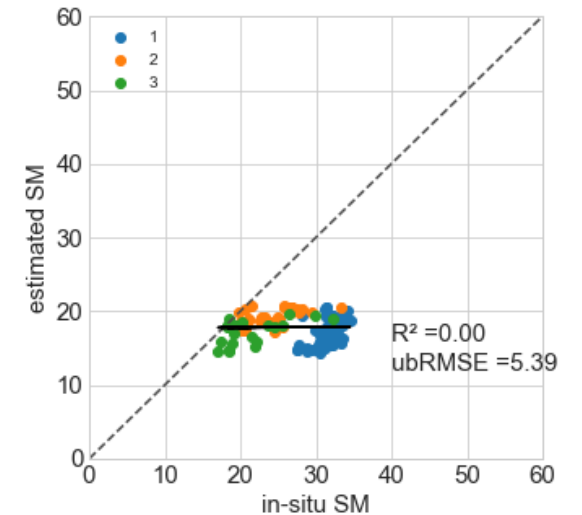
Weizen



Zuckerrübe



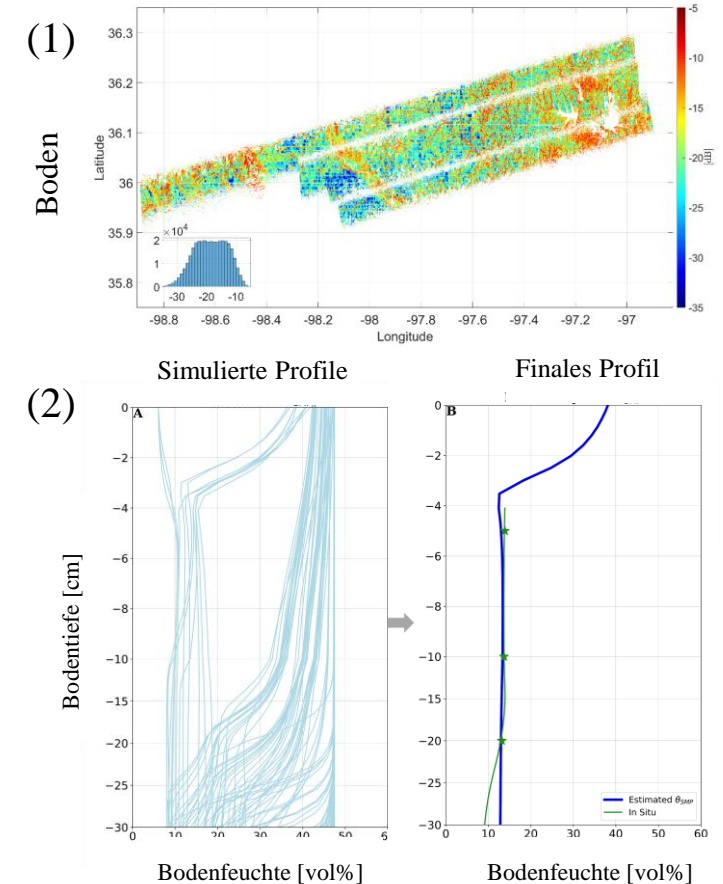
Kartoffel



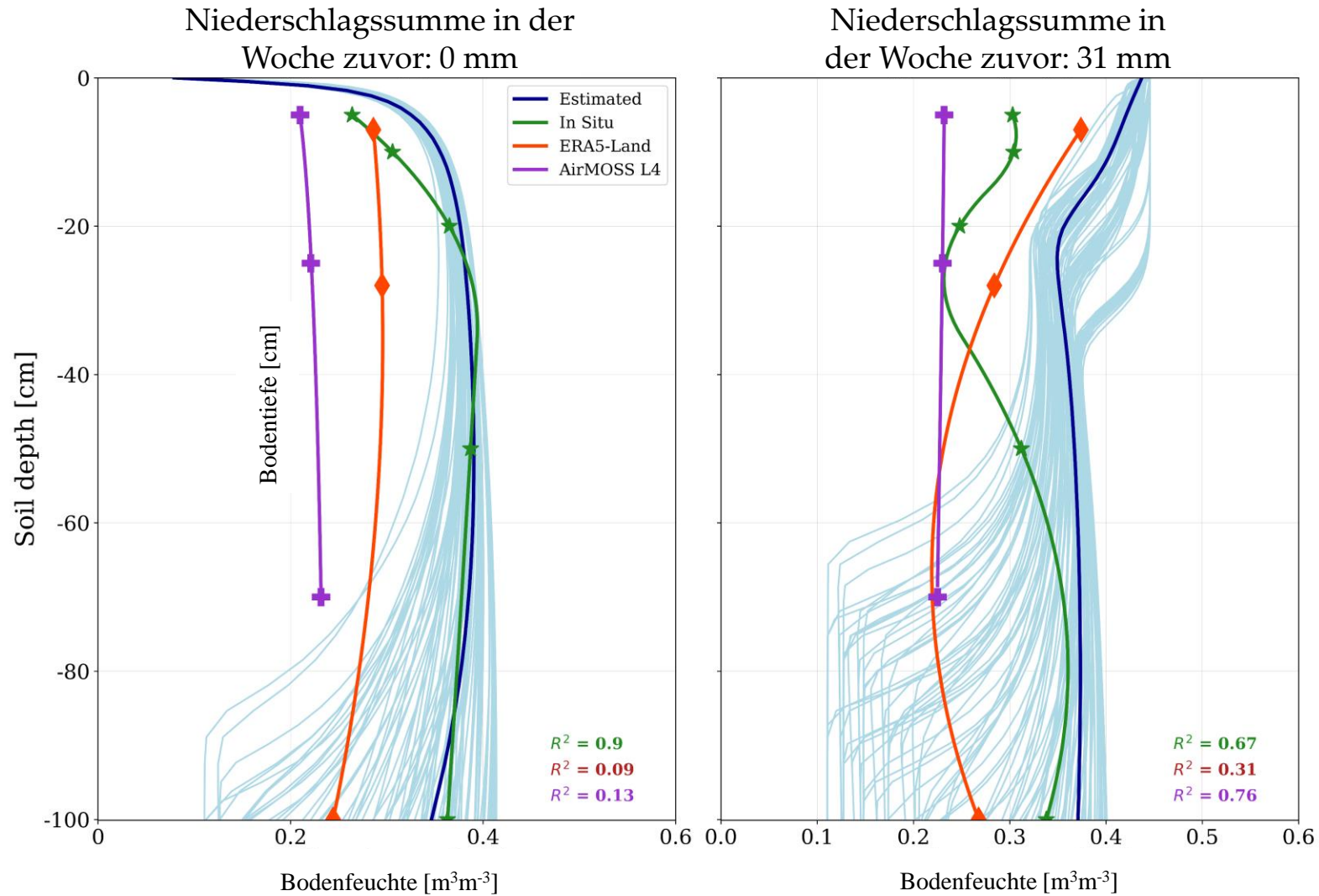
KONTINUIERLICHE BODENFEUCHTEPROFILE

aus P-Band SAR

- **Dekomposition** der **P-Band SAR** Daten (**AirMOSS** Kampagne) in die einzelnen **Streukomponenten** (Boden, Vegetation, Double-bounce)
- **Modellierung** von **realistischen Bodenfeuchte-Profilen** mit **Hydrus-1D** (Erstellung eines Ensembles an unterschiedlichen Profilen basierend auf variablen (da unbekannt) Ausgangsbedingungen)
- **Vergleich** der **SAR-Bodenkomponente** (1) und einem Mehrlagenstreuungsmodell mit **Bodenfeuchteprofilen** basierend auf **hydrologischen Modellierungen** (2)
- Die **Fernerkundung** bestimmt, welches **simulierte Bodenfeuchte-Profil** der **Wahrheit** am Nächsten kommt (**finaleles Profil**)



MOISST BODENFEUCHE AUS P-BAND



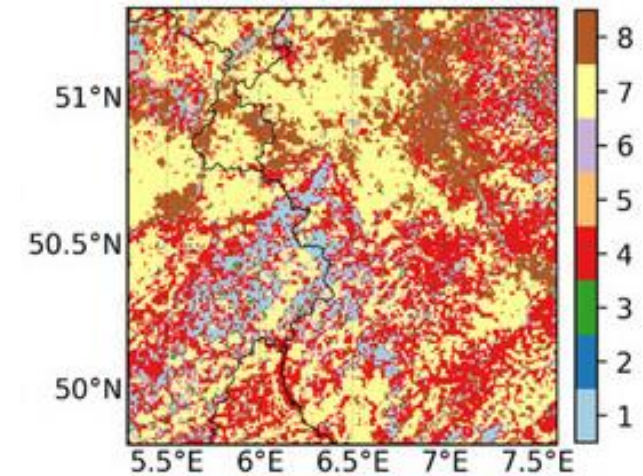
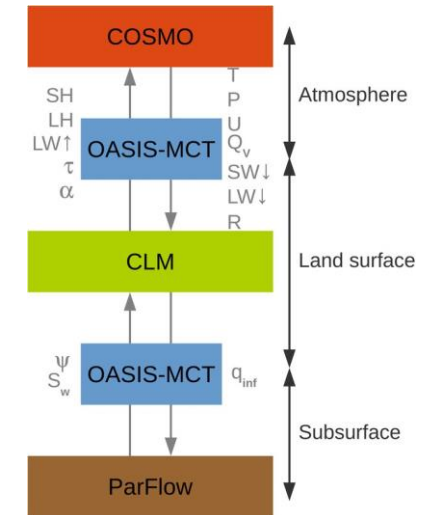
HYDROLOGISCHE SIMULATIONEN

Terrestrial Systems Modeling Platform (TSMP)

- Gekoppelte Oberflächen-Untergrund-Simulationen (**CLM-ParFlow**)
- Räumliche Auflösung: 500m×500m, 250m×250m getestet
- Meteorologischer Antrieb: COSMO-REA6
- Initialbedingungen (spin-up) von vorherigen Studien (Sulis et al. 2018 & Shrestha et al. 2014)
- Bodenhydraulische Eigenschaften: Test von FAO und SoilGrids
- Wasserretention nach van Genuchten
- Datenassimilierung mit Ensemble Kalman Filter

Bodenhydraulische Eigenschaften in CLM-ParFlow Simulationen

Soil type	θ_s [-]	θ_r [-]	α [m ⁻¹]	n [-]	K [m s ⁻¹]
Clay	0.470	0.21	2.1	2.0	1.7E-06
Clay-Loam	0.445	0.17	2.1	2.0	9.4E-07
Loam	0.439	0.15	2.0	2.0	1.4E-06
Sandy-Loam	0.407	0.10	2.7	2.0	4.4E-06

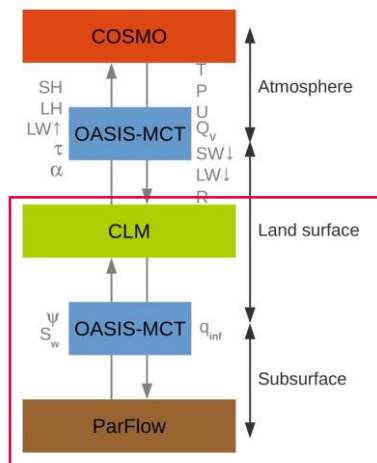


MODIS-basierte Plant Functional Types (PFTs)
(Zaho et al. 2021)

HYDROLOGISCHE SIMULATIONEN

Notwendigkeit der Kopplung von Oberflächen- und Grundwassersimulation

TSMF –
Terrestrial Systems Modeling Platform



AssimEO

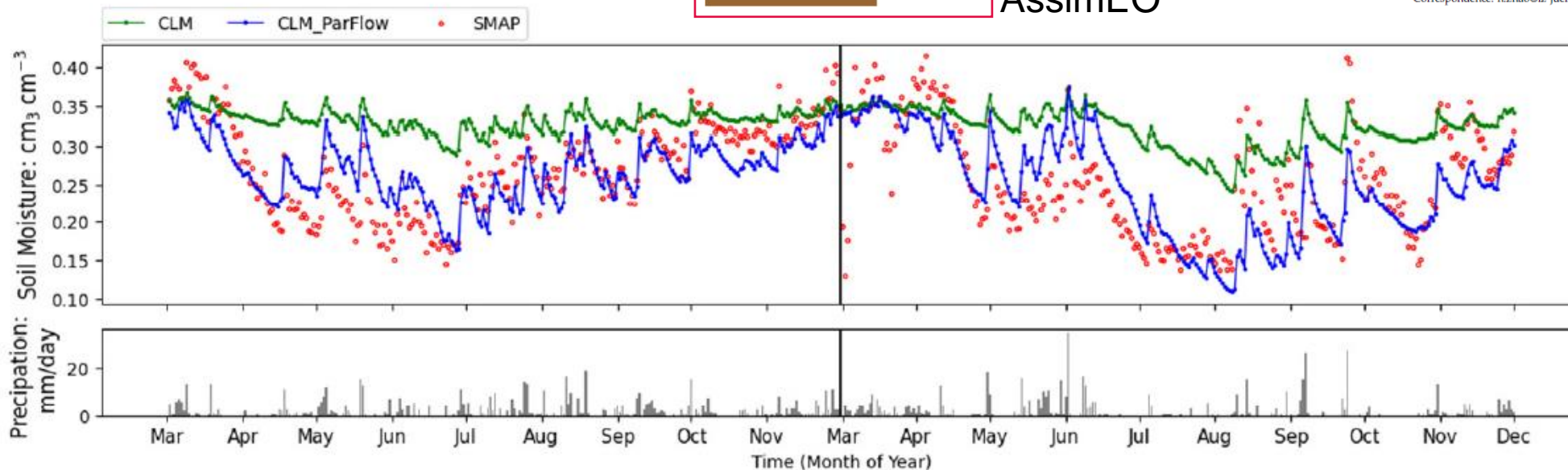


Article

The Importance of Subsurface Processes in Land Surface Modeling over a Temperate Region: An Analysis with SMAP, Cosmic Ray Neutron Sensing and Triple Collocation Analysis

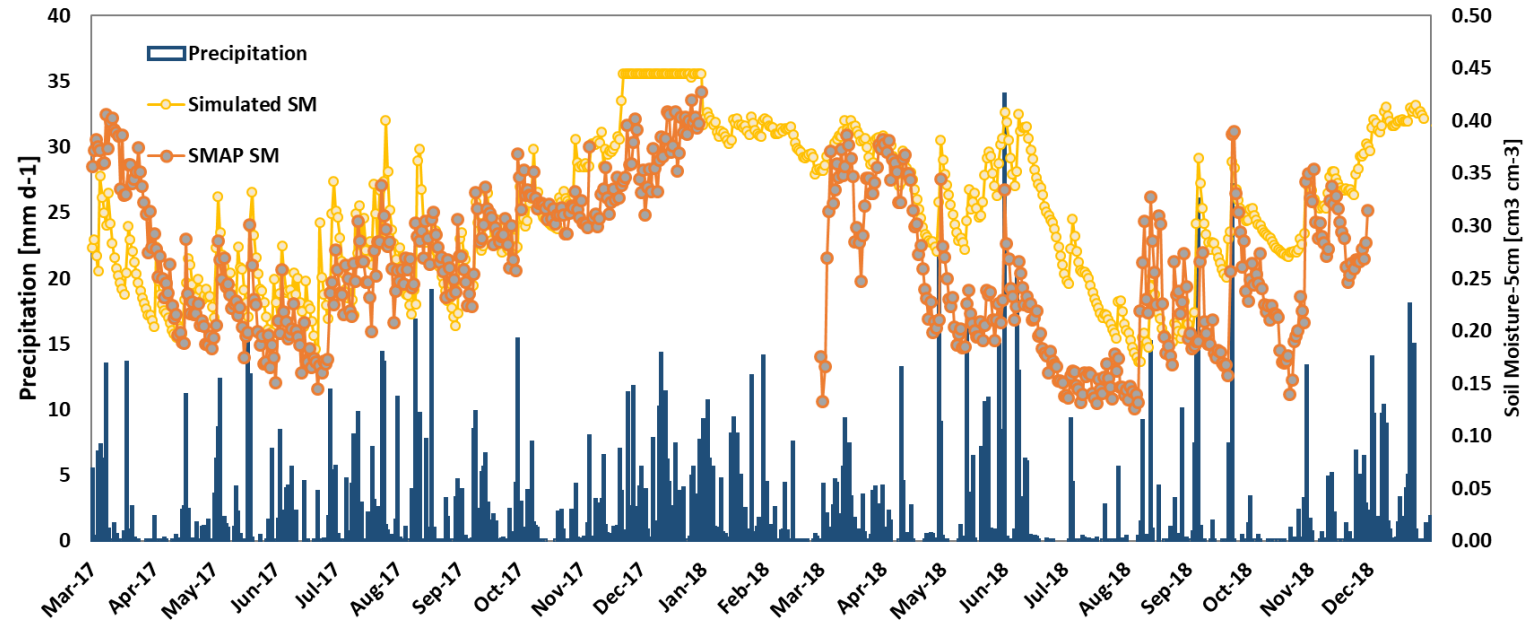
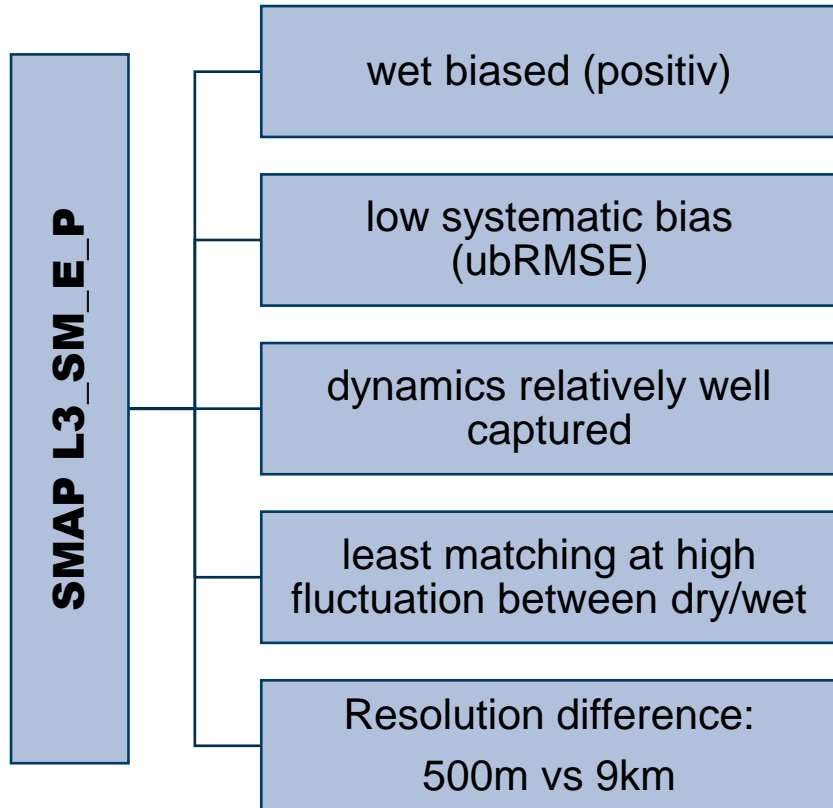
Haojin Zhao ^{1,2,*}, Carsten Montzka ¹, Roland Baatz ^{1,3}, Harry Vereecken ^{1,2,3} and Harrie-Jan Hendricks Franssen ^{1,2}

- ¹ Agrosphere (IBG-3), Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich, Germany; c.montzka@fz-juelich.de (C.M.); r.baatz@fz-juelich.de (R.B.); h.vereecken@fz-juelich.de (H.V.); h.hendricks-franssen@fz-juelich.de (H.-J.H.F.)
- ² Centre for High-Performance Scientific Computing in Terrestrial Systems, HPSC TerrSys, 52425 Jülich, Germany
- ³ Scientific Coordination Office, International Soil Modelling Consortium ISMC, 52425 Jülich, Germany
- * Correspondence: h.zhao@fz-juelich.de



CROSS-VALIDIERUNG

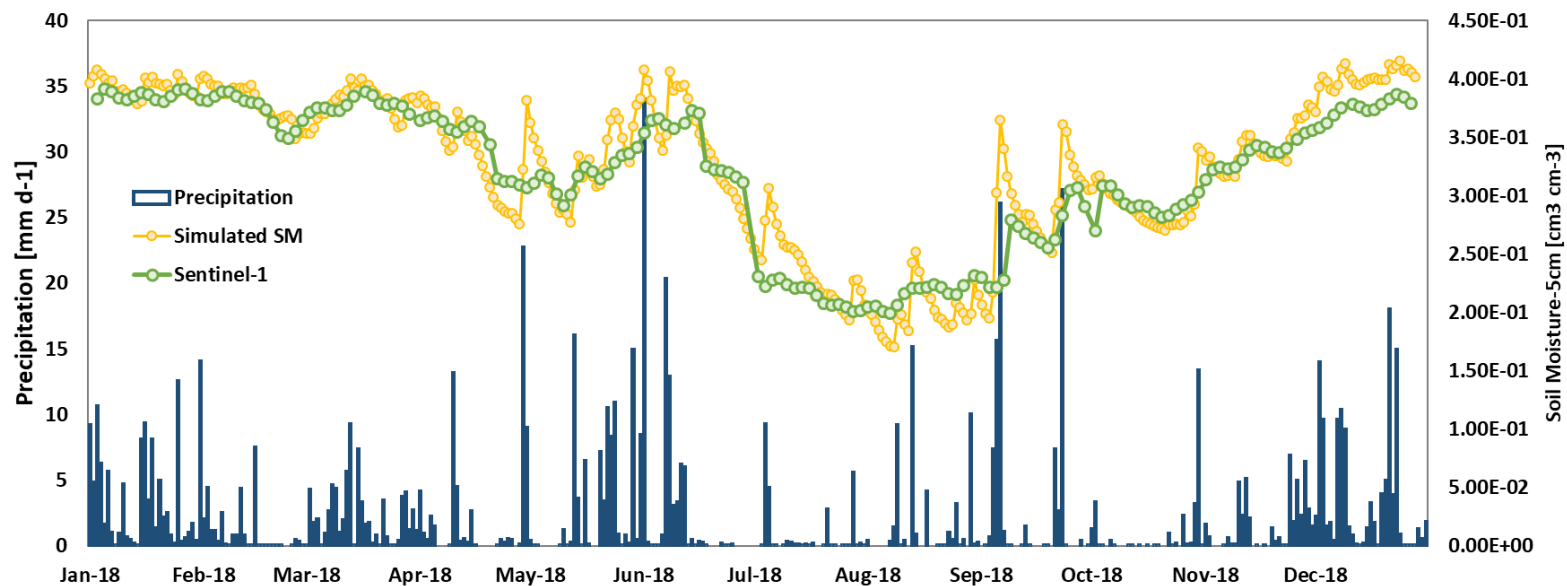
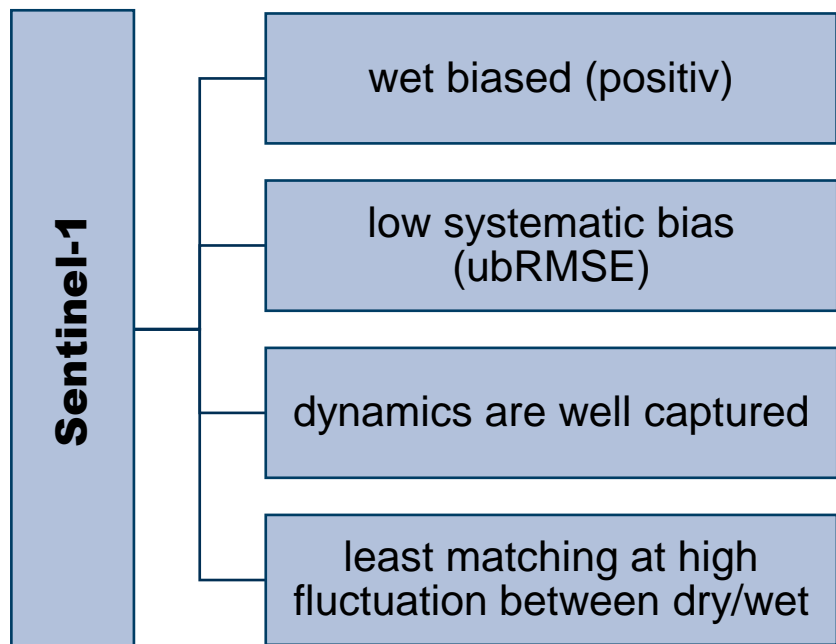
Simulierte vs. SMAP Bodenfeuchte



SM	Bias	RMSE	ubRMSE	r [-]
Simulated vs SMAP	0.04	0.01	0.05	0.48

CROSS-VALIDIERUNG

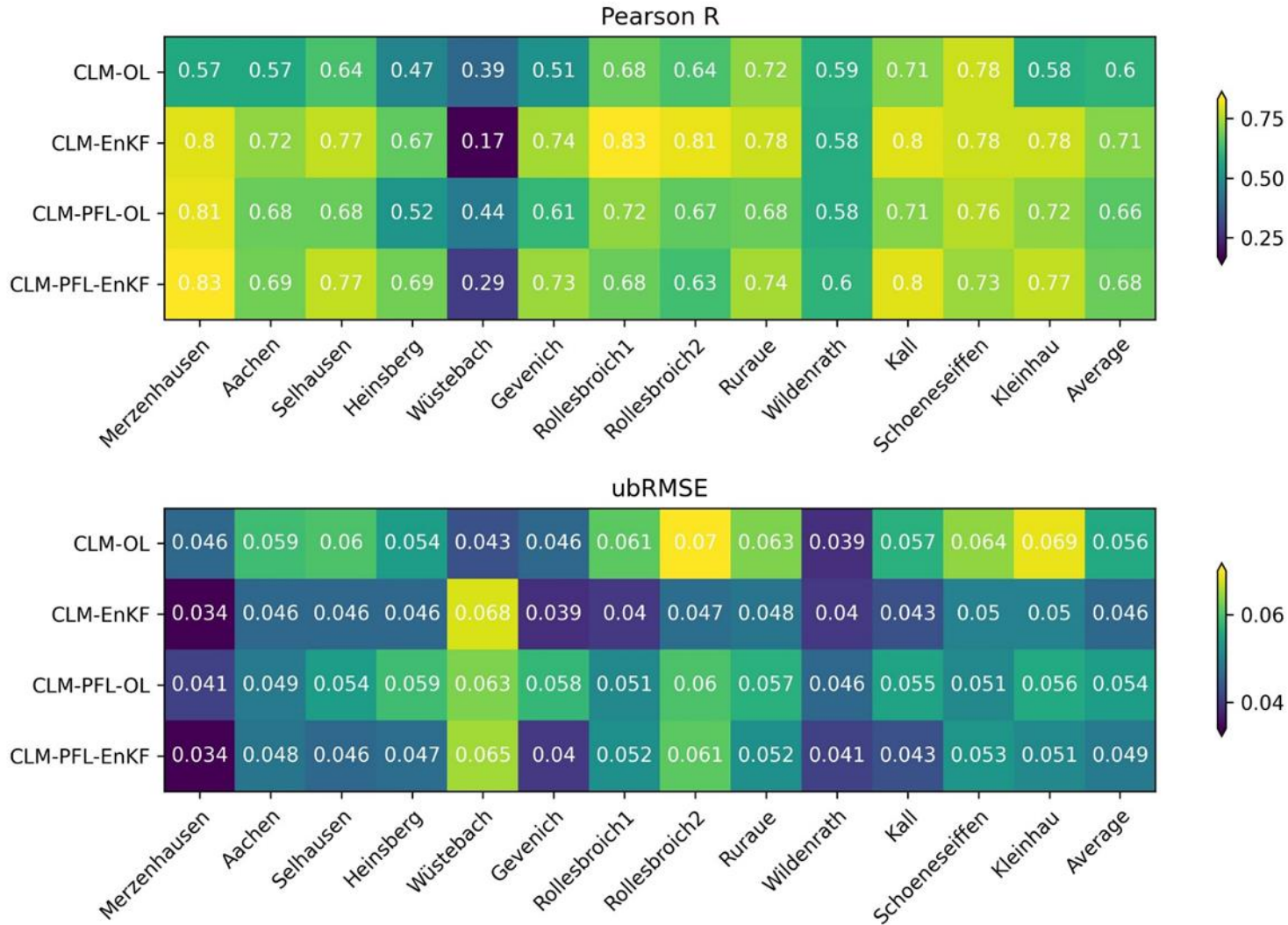
Simulierte vs. SMAP Bodenfeuchte



Mean Monthly	bias	RMSE	ubRMSE	r
Sentinel-1	0.007	0.001	0.007	0.7

ERGEBNISSE DER DATENASSIMILATION

Assimilation von SMAP 9km Bodenfeuchte



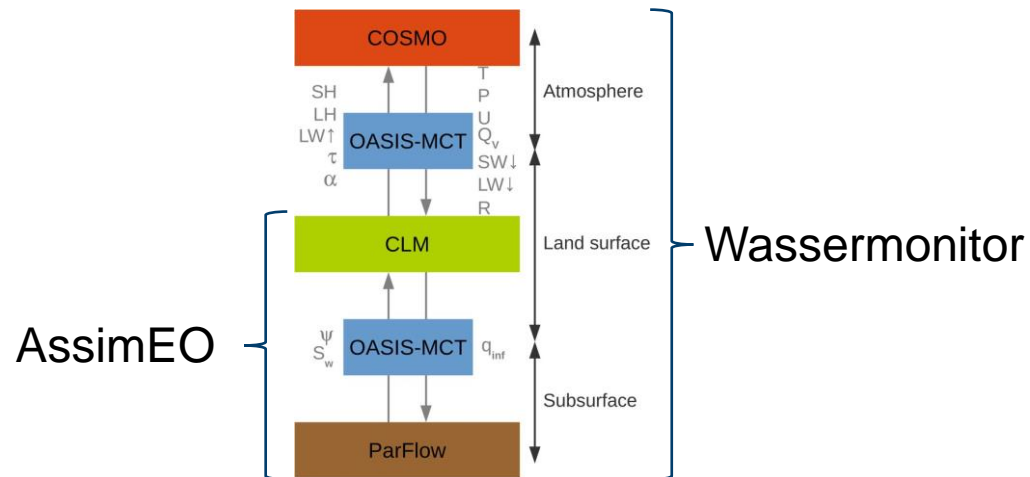
Evaluation mit unabhängigen Cosmic Ray Stationsdaten

- DA verbessert Korrelation
- DA reduziert RMSD und ubRMSD
- DA hat geringeren Einfluss bei komplexerem System (Oberfläche + Untergrund)

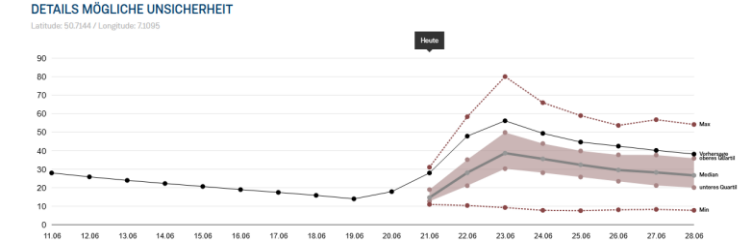
AUSBLICK

<https://wasser-monitor.de>

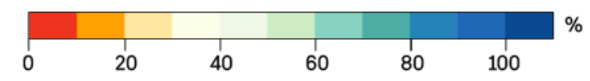
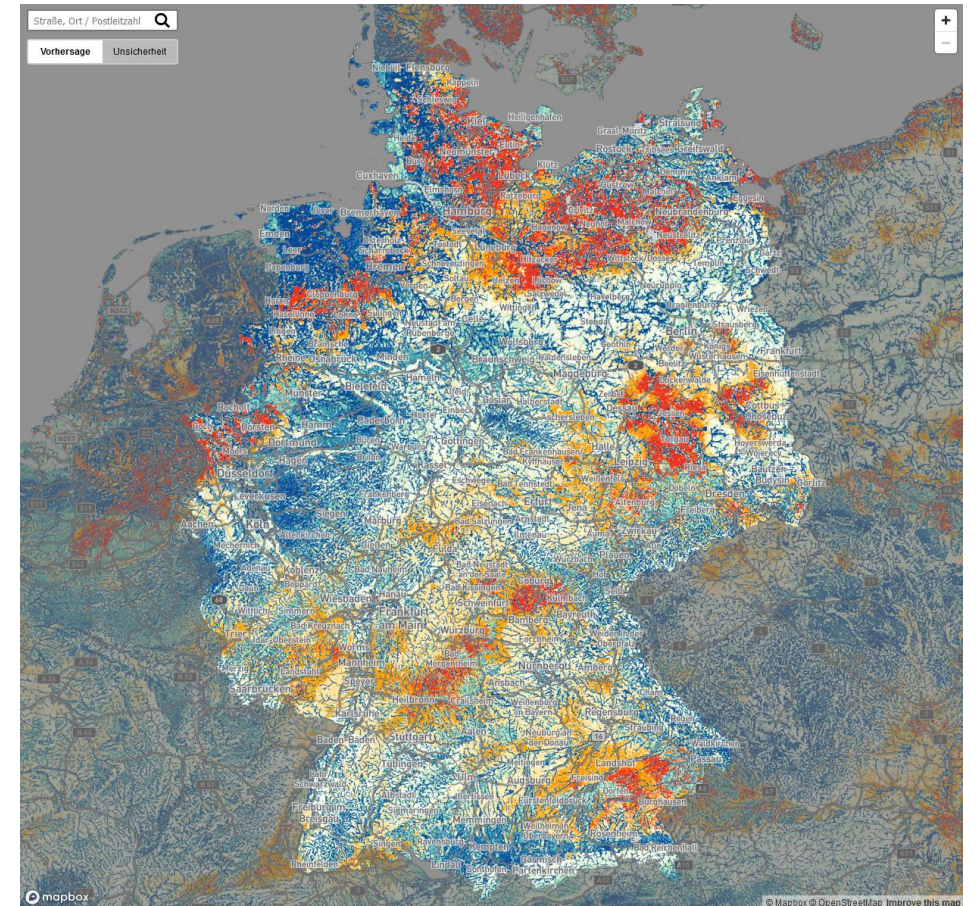
- Implementierung der Sentinel-1 Bodenfeuchte in Wassermonitor prüfen
- Operationelle Vorhersage für pflanzenverfügbares Wasser bis 9 Tage in Zukunft, 50 Ensemble Members, 600m Auflösung



Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft



vorheriger Tag 26. Juni 2023 nächster Tag



ASSIMEO-PUBLIKATIONEN

Journal Paper:

- Fluhner, A., T. Jagdhuber, C. Montzka, M. Schumacher, H. Alemohammad, A. Tabatabaeenejad, H. Kunstmann, and D. Entekhabi (eingereicht): Soil Moisture Profile Estimation by Combining P-band SAR Polarimetry with Hydrological and Multi-Layer Scattering Models
- Mengen, D., T. Jagdhuber, A. Balenzano, F. Mattia, H. Vereecken, and C. Montzka (2023): High Spatial And Temporal Soil Moisture Retrieval In Agricultural Areas Using Multi-Orbit And Vegetation Adapted Sentinel-1 SAR Timeseries. *Remote Sensing* 15(9), 2282. DOI:10.3390/rs15092282
- Fluhner, A., T. Jagdhuber, A. Tabatabaeenejad, H. Alemohammad, C. Montzka, P. Friedl, E. Forootan, and H. Kunstmann (2022): Remote sensing of complex permittivity and penetration depth of soils using P-band SAR polarimetry. *Remote Sensing* 14(12), 2755. DOI:10.3390/rs14122755
- Montzka, C., B. Bayat, A. Tewes, D. Mengen and H. Vereecken (2021): Sentinel-2 Analysis of Spruce Crown Transparency Levels and their Environmental Drivers after Summer Drought in the Northern Eifel (Germany). *Special Section on Forests Under Pressure: The Need for Interdisciplinary Approaches to Address Forest Vulnerability to Tree Mortality in Response to Drought. Frontiers in Forests and Global Change* 4, 667151. DOI:10.3389/ffgc.2021.667151
- Zhao, H., C. Montzka, R. Baatz, H. Vereecken, and H.-J. Hendricks Franssen (2021): The Importance of Subsurface Processes in Land Surface Modelling over a Temperate Region: An Analysis with SMAP, Cosmic Ray Neutron Sensing and Triple Collocation Analysis. *Remote Sensing* 13(16), 3068. DOI:10.3390/rs13163068
- Mengen, D., C. Montzka, T. Jagdhuber, A. Fluhner, C. Brogi, S. Baum, D. Schüttemeyer, B. Bayat, H. Bogena, A. Coccia, G. Masalias, V. Trinkel, J. Jakobi, F. Jonard, Y. Ma, F. Mattia, D. Palmisano, U. Rascher, G. Satalino, M. Schumacher, C. Koyama, M. Schmidt, and H. Vereecken (2021): The Sarsense campaign: Air- and space-borne C- and L-band SAR for the analysis of soil and plant parameters in agriculture. *Remote Sensing* 13(4), 825. DOI:10.3390/rs13040825

Datenpublikation:

- Montzka, C., C. Brogi, M. Matveeva, D. Mengen, S. Baum, B. Bayat, H. Bogena, A. Coccia, V. Graf, J. Jakobi, Y. Ma, F. Mattia, D. Palmisano, P. Rademske, U. Rascher, G. Satalino, M. Schmidt, and B. Siegmann (2020): Sarsense: Technical Assistance for Airborne Measurements during the SAR Sentinel Experiment. Final Report, ESA Contract No. 4000125444/18/NL/LF. DOI:10.5270/ESA-6229b69