



Seasonal Water Resources Management for Semi-Arid Areas: Transferring Regionalized Global Information into Practice

Prof. Dr. Harald Kunstmann & the SaWaM Team



Shushtar Historical Hydraulic System, 500 BC, Karun River, Iran

Our National Team and International Partners



Our National Team and International Partners



Water Management: Challenge for Thousands of Years



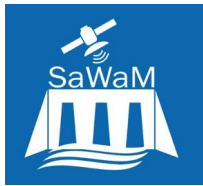
Khartoum/Sudan

**Knowledge of River Nile's seasonality
crucial since ancient world**



Confluence
White & Blue Nile

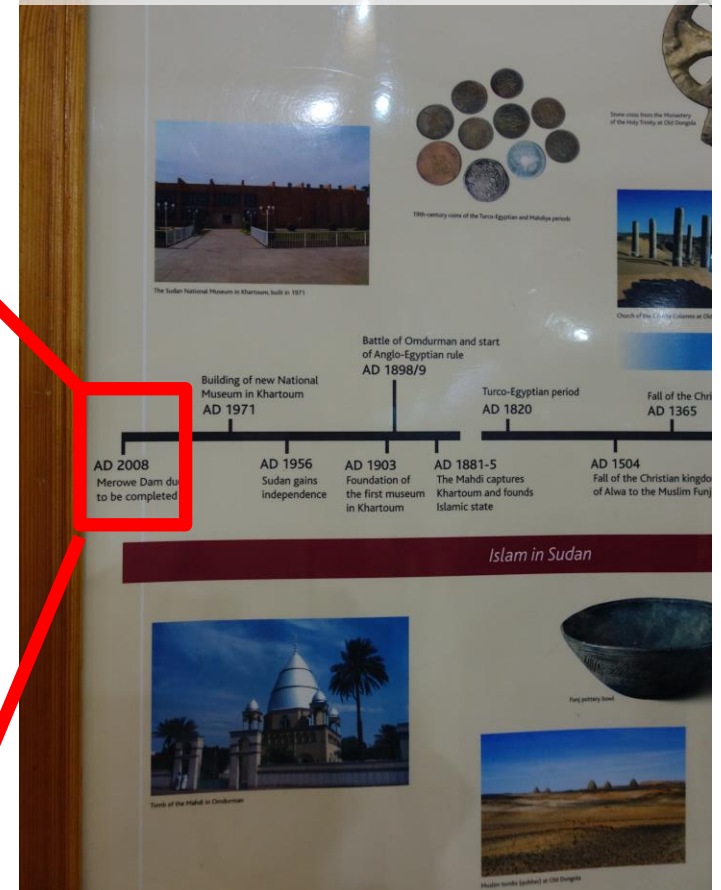
Dams as Milestones in National History



AD 2008

Merowe Dam due
to be completed

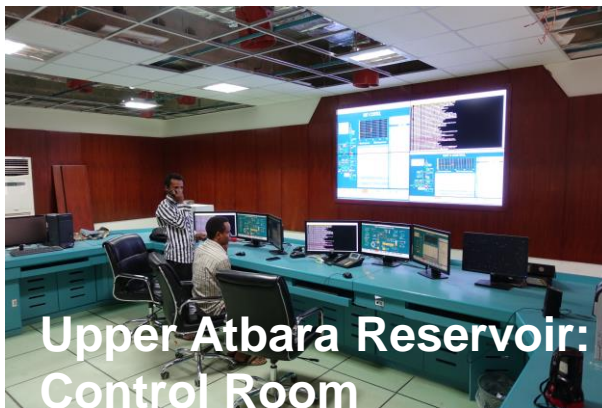
Sudan National Museum: 300,000 years of history



Water Management

Even Today ...

- Decisions in poorly- or ungauged basins
- i.e. with few, sometimes **no meteorological or hydrological data**
- **Even when costs of reservoirs > 1 billion US \$ (example *Upper Atbara Dam Complex, Sudan*)**



Upper Atbara Reservoir:
Control Room



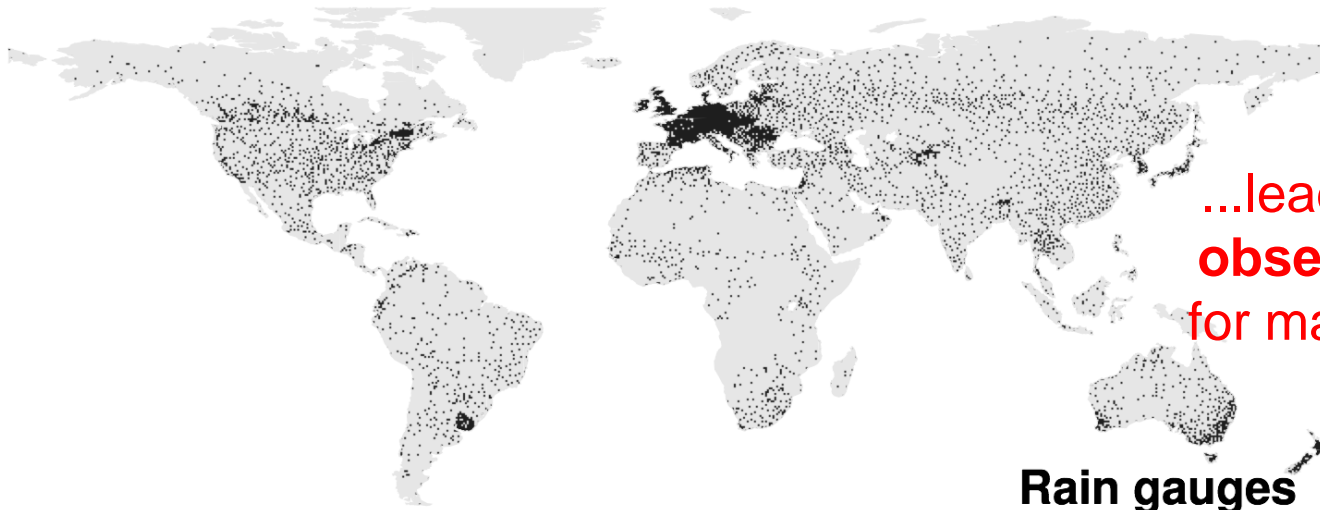
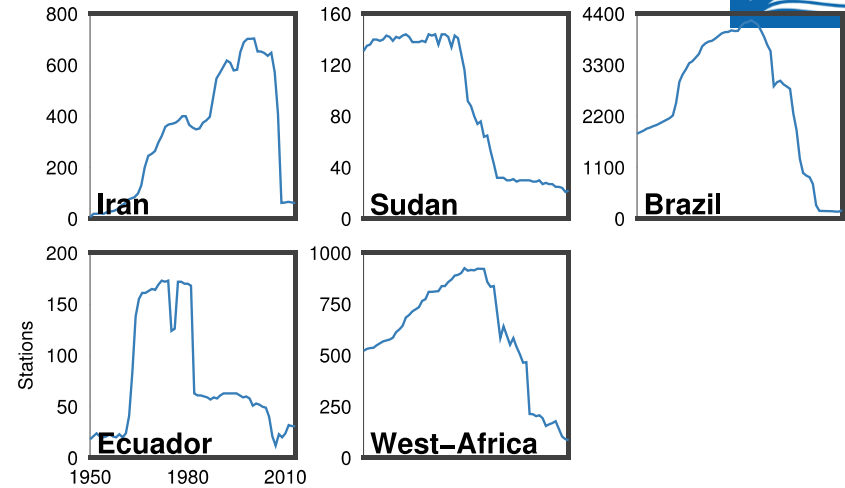
Hydropower Generation



Gauge at outlet ...

Water Management: The Data Challenge

- Number of meteorological and hydrological **observation stations decrease worldwide**
- **Uneven spatial distribution**



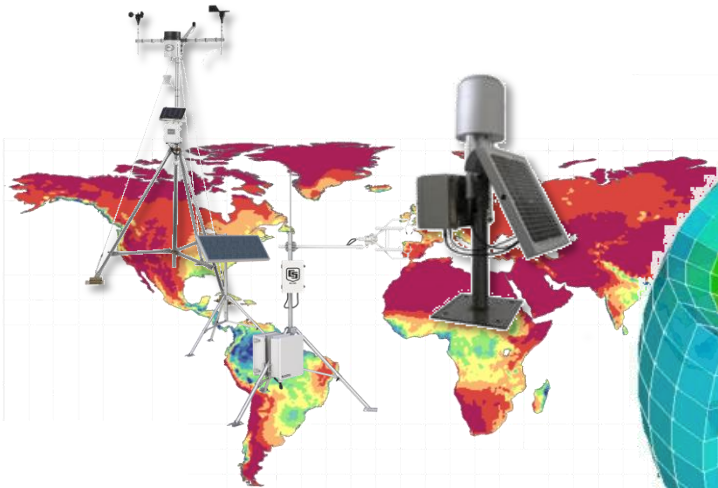
...leads to an **insufficient observational data** basis for many parts of the Earth

Rain gauges

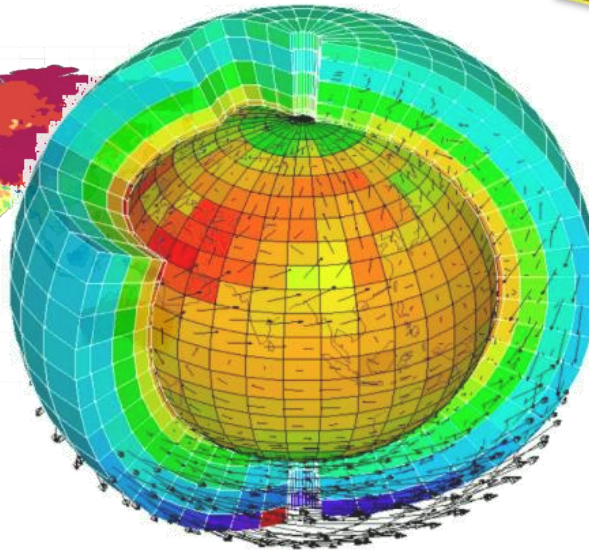
Lorenz et al. (2014): Large-Scale Runoff from Landmasses: A Global Assessment of the Closure of the Hydrological and Atmospheric Water Balances

Alternative: Global, Freely Available Data

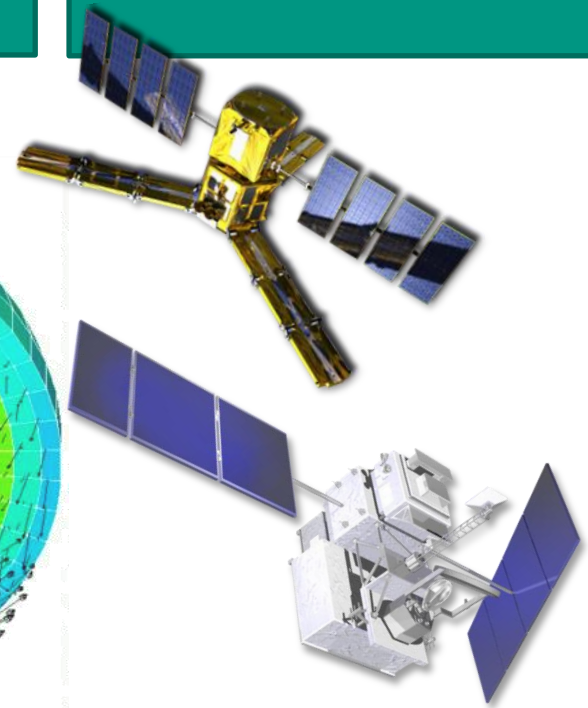
**Interpolated
terrestrial
observations**



**Global model
systems**



**Space-borne
observations**

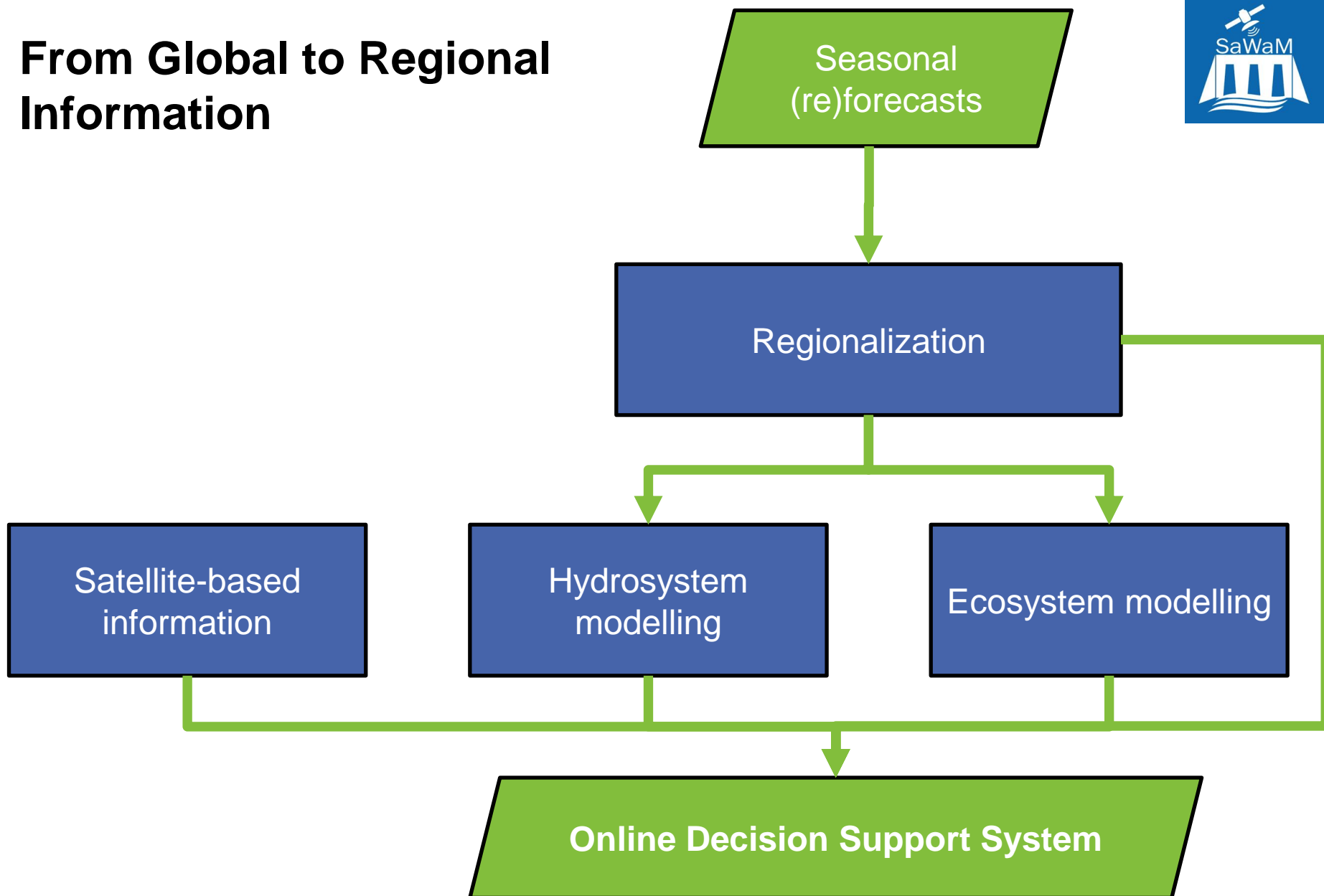
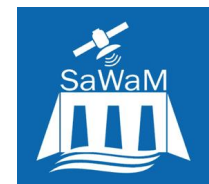


SaWaM: Investigated Solutions & Objectives

- Performance & regionalization of **seasonal predictions**:
6-12 months lead time for reservoir management
- **Satellite based methods**:
for precipitation, river discharge and reservoir storage in real-time
- Dynamic **water resources** & **sediment transport** simulation
- Evaluation and prediction of **ecosystem states**
- **Application oriented transfer of information for climate proofing**

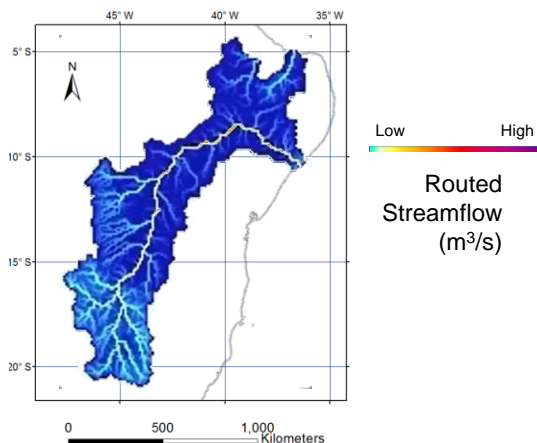
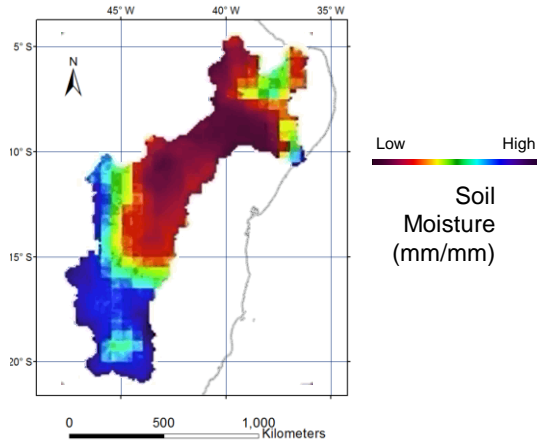


From Global to Regional Information

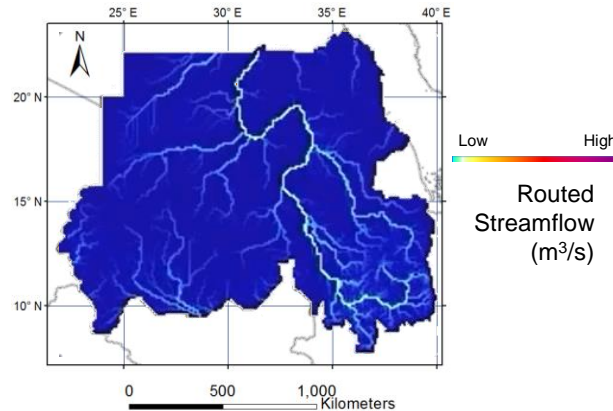
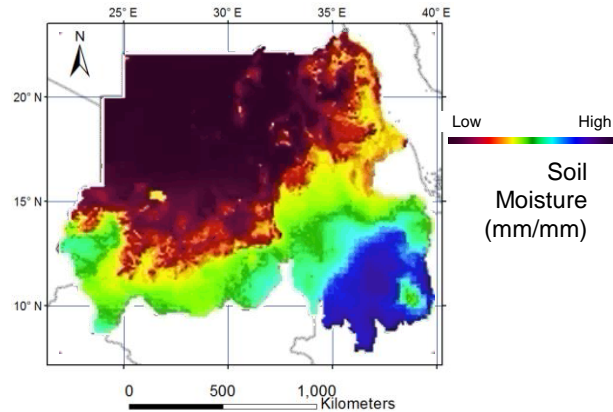


Status Hydro-Modelling with Open Data Sources

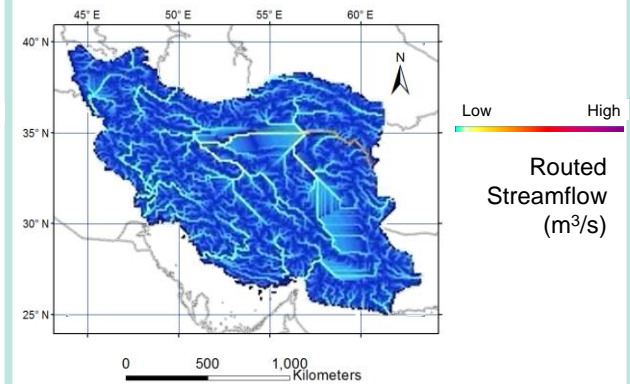
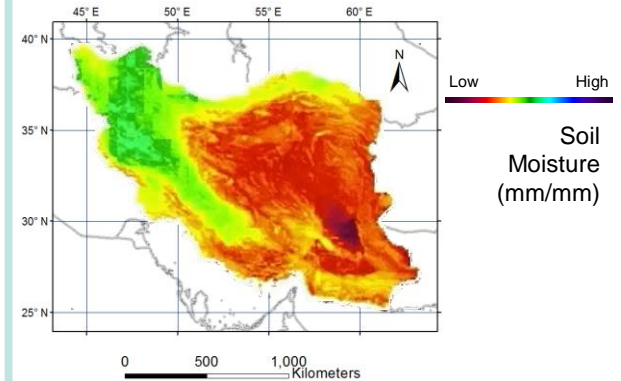
São Francisco basin & northern extension
 Area: 740,645 km²; Forcings: WATCH; model at 0.1°
Flood of 2006-2007
 Dec 2006 – June 2007



Sudan & Atbara, Blue Nile basins
 Area: 2,216,680 km²; Forcings: WATCH; model at 0.1°
Arrival of rainy season (1992)
 Jan 1992 – Dec 1992

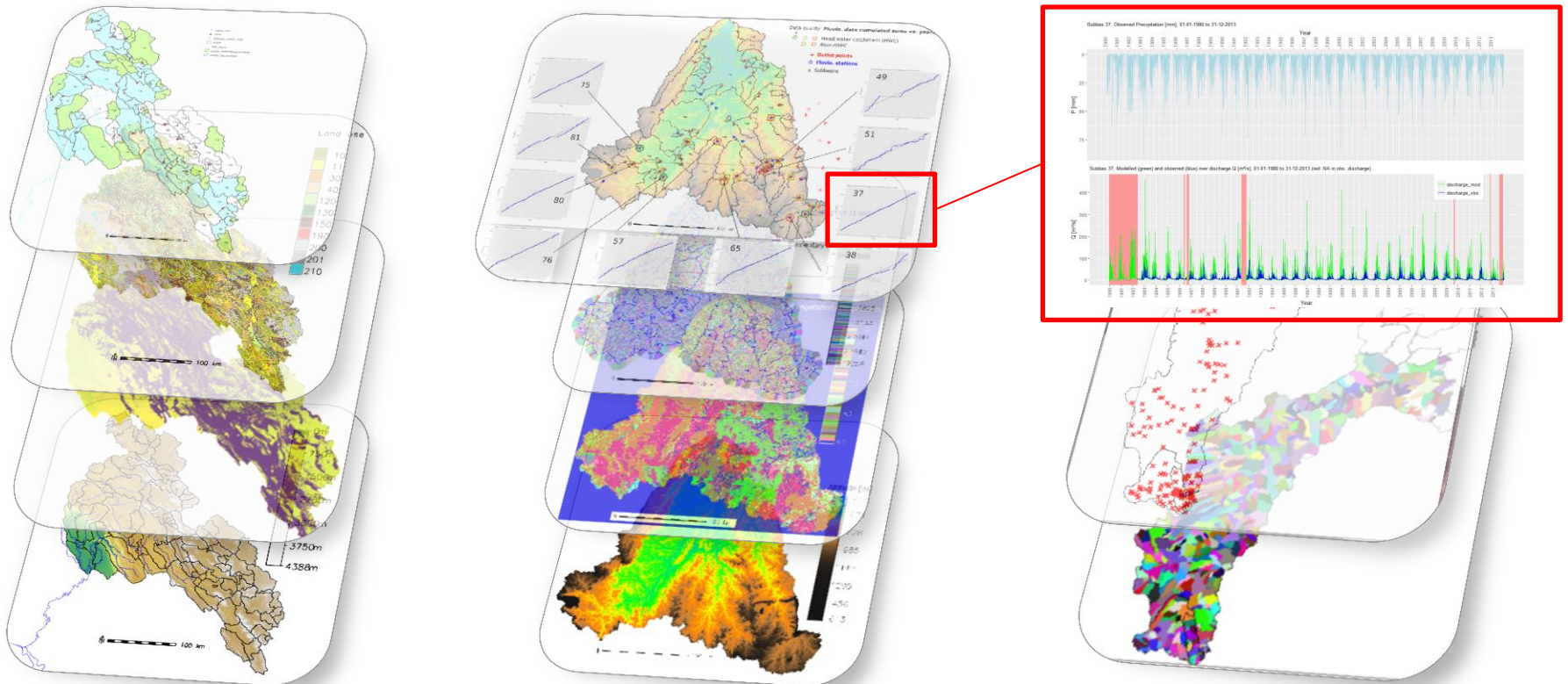


Iran & Karun basin
 Area: 1,648,195 km²; Forcings: WATCH; model at 0.1°
1963 – 1964 drought
 Jan 1963 – Dec 1964



Status Sedimentological Modeling

WASA-SED Setup for Basins Karun/Dez (Iran) & Upper São Francisco (Brazil)

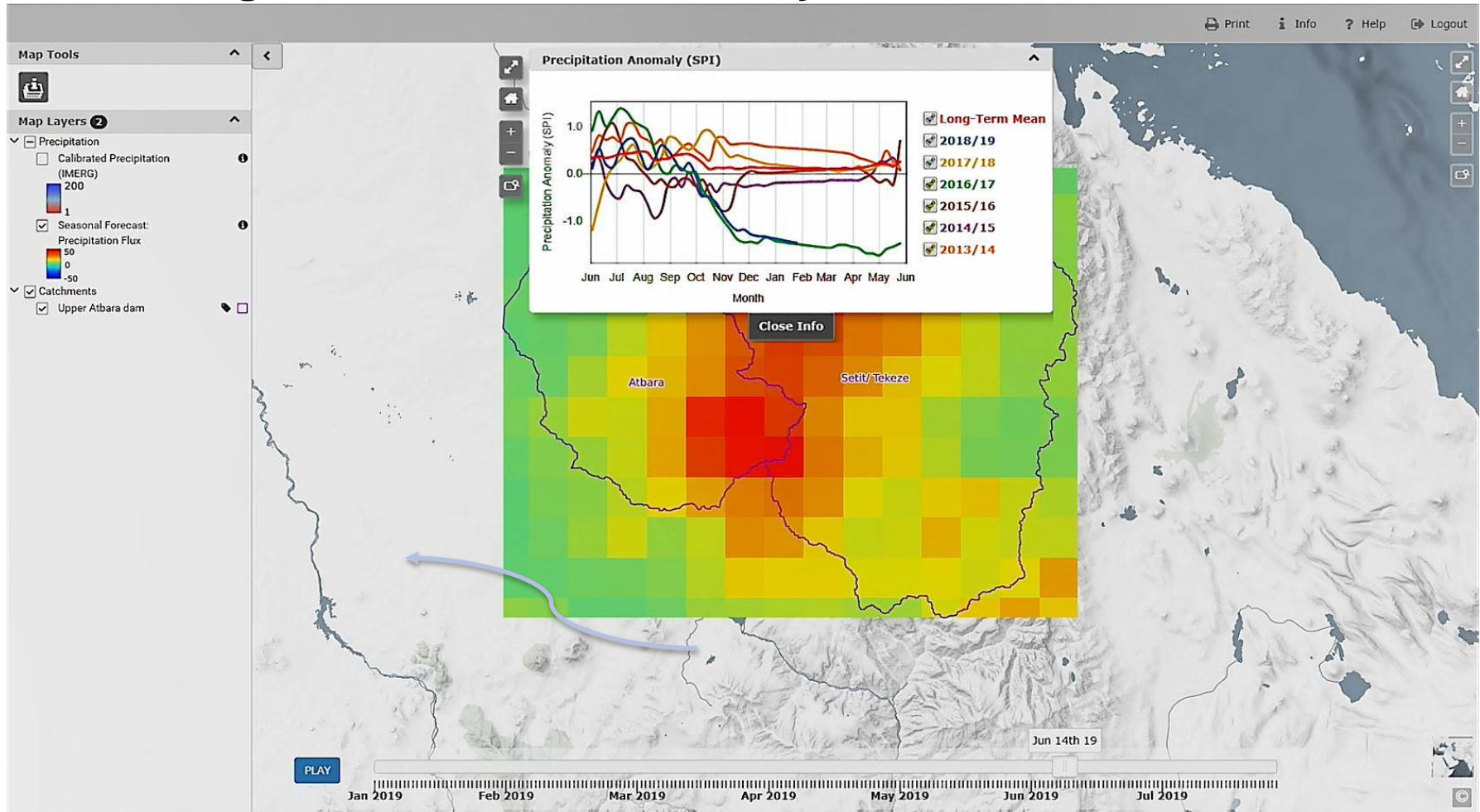


OpenSource scripts for setup & result evaluation: SoilDataPrep, WASA_Clim-Qobs
In progress: Modelling including water management, sediment, and seasonal forecasts

Status Online DSS

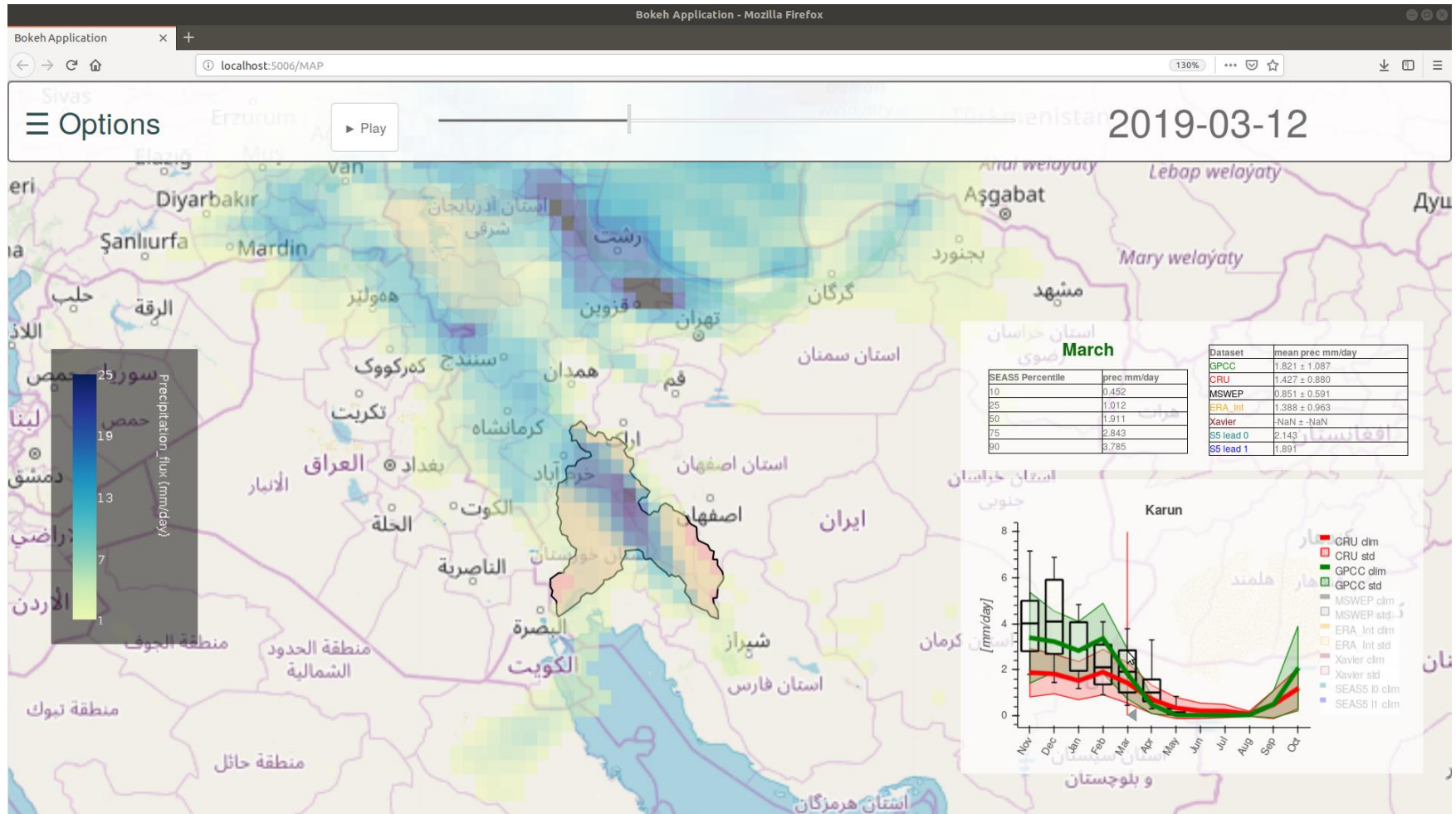


User Management and Data Access System



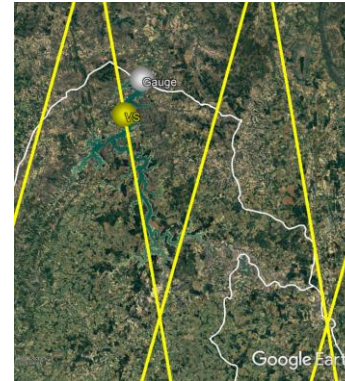
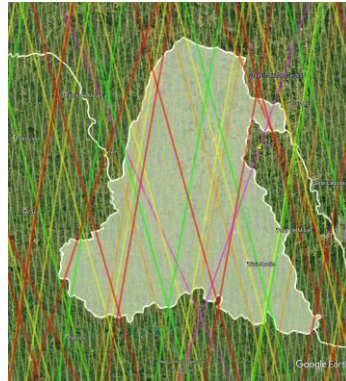
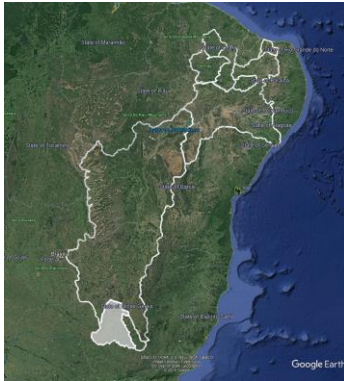
Status Online DSS

Visualisation of Current Seasonal Prediction & Uncertainties



Highlight: Satellite Altimetry

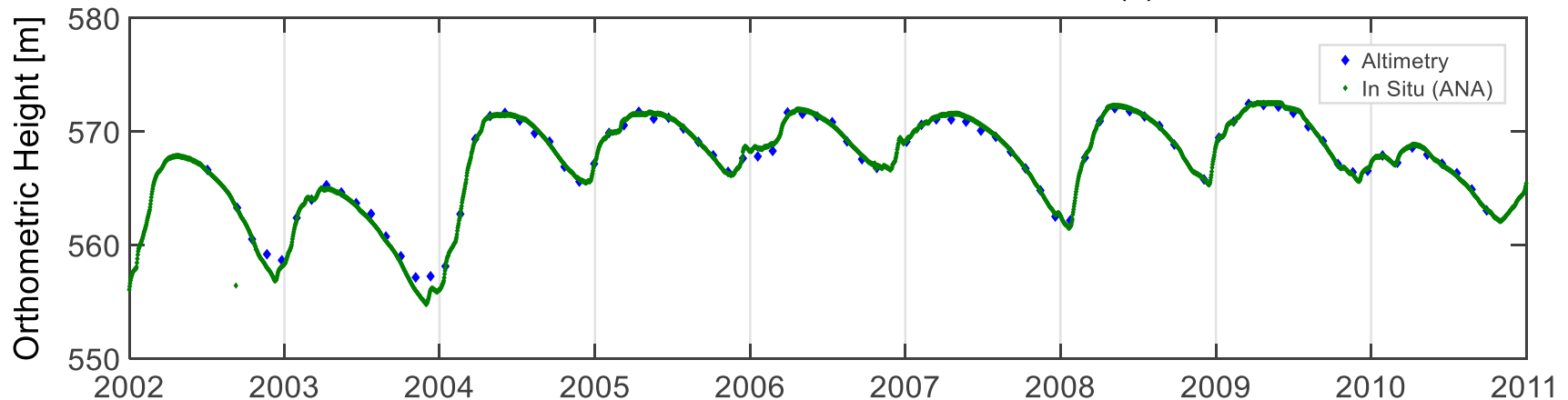
Fill-in for in situ water levels



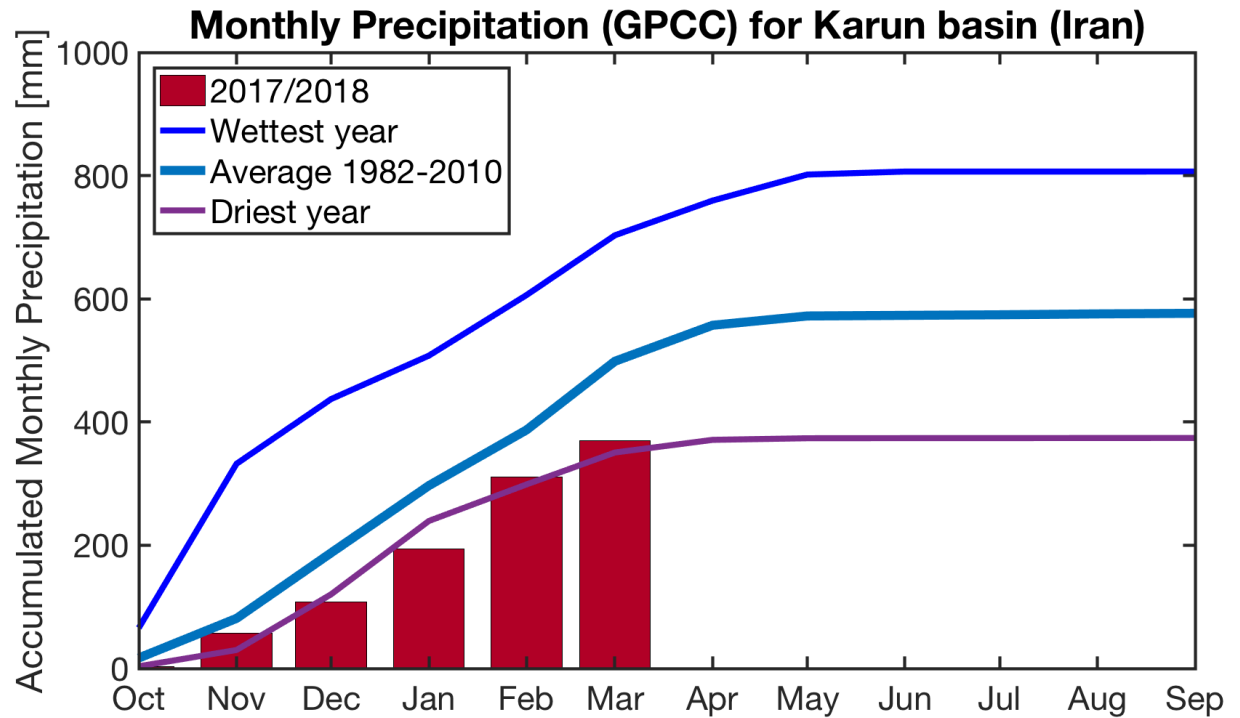
- Cryosat-2
- Topex series
- Envisat
- Sentinel-3B
- Sentinel-3A
- Envisat-XT

Tres Marias, Sao Francisco, Brazil

Mission(s): Envisat



Highlight: Predictability of 2017/18 Iran Drought

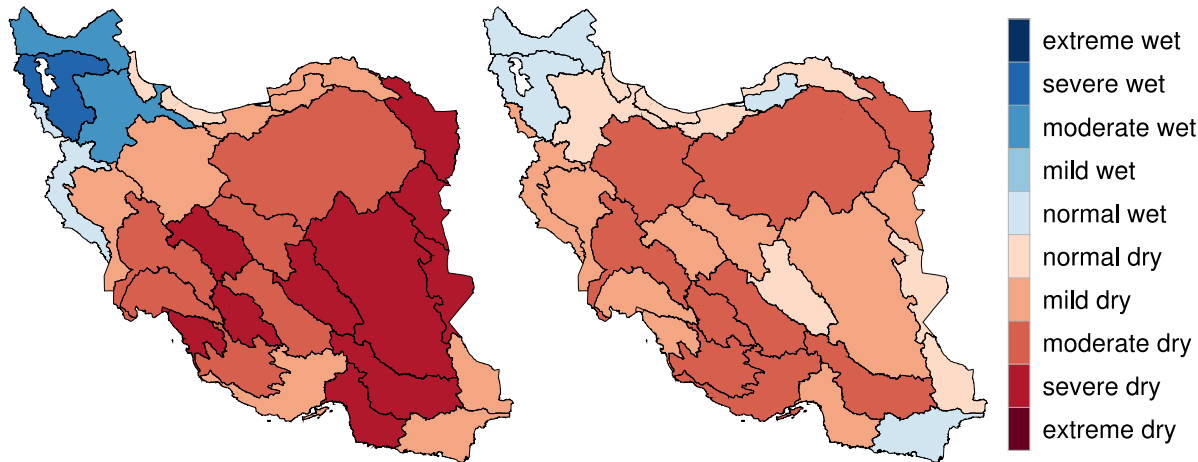


Highlight: Predictability of 2017/18 Iran Drought

Standardized Precipitation Index (SPI) 3 for the period Dec 2017 to Feb 2018

a) SPI3 GPCC

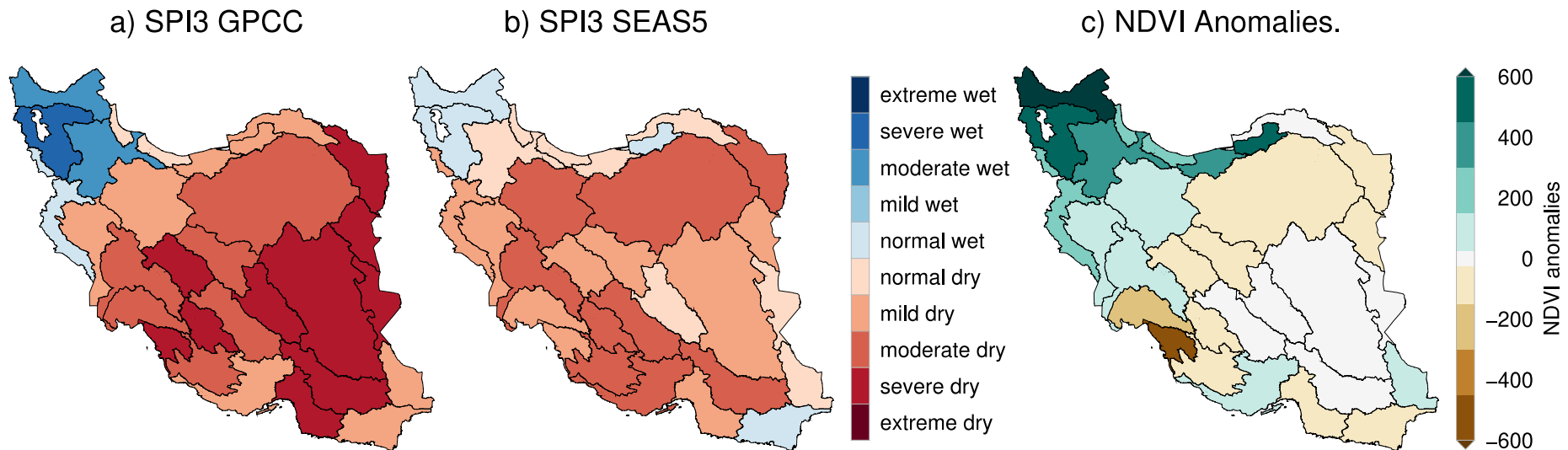
b) SPI3 SEAS5



...dry conditions were predicted from Dec 2017

Highlight: Predictability of 2017/18 Iran Drought

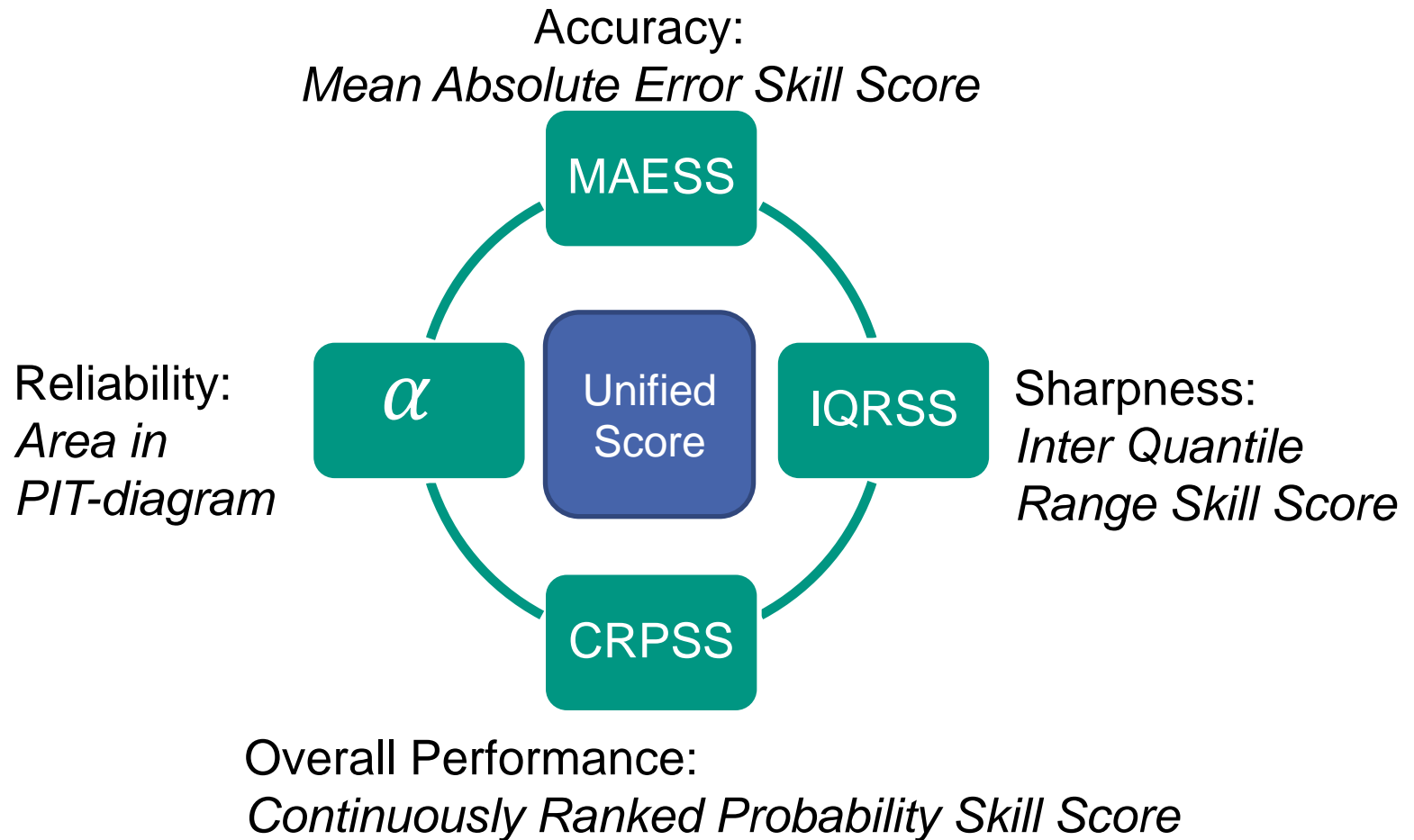
Standardized Precipitation Index (SPI) 3 for the period Dec 2017 to Feb 2018



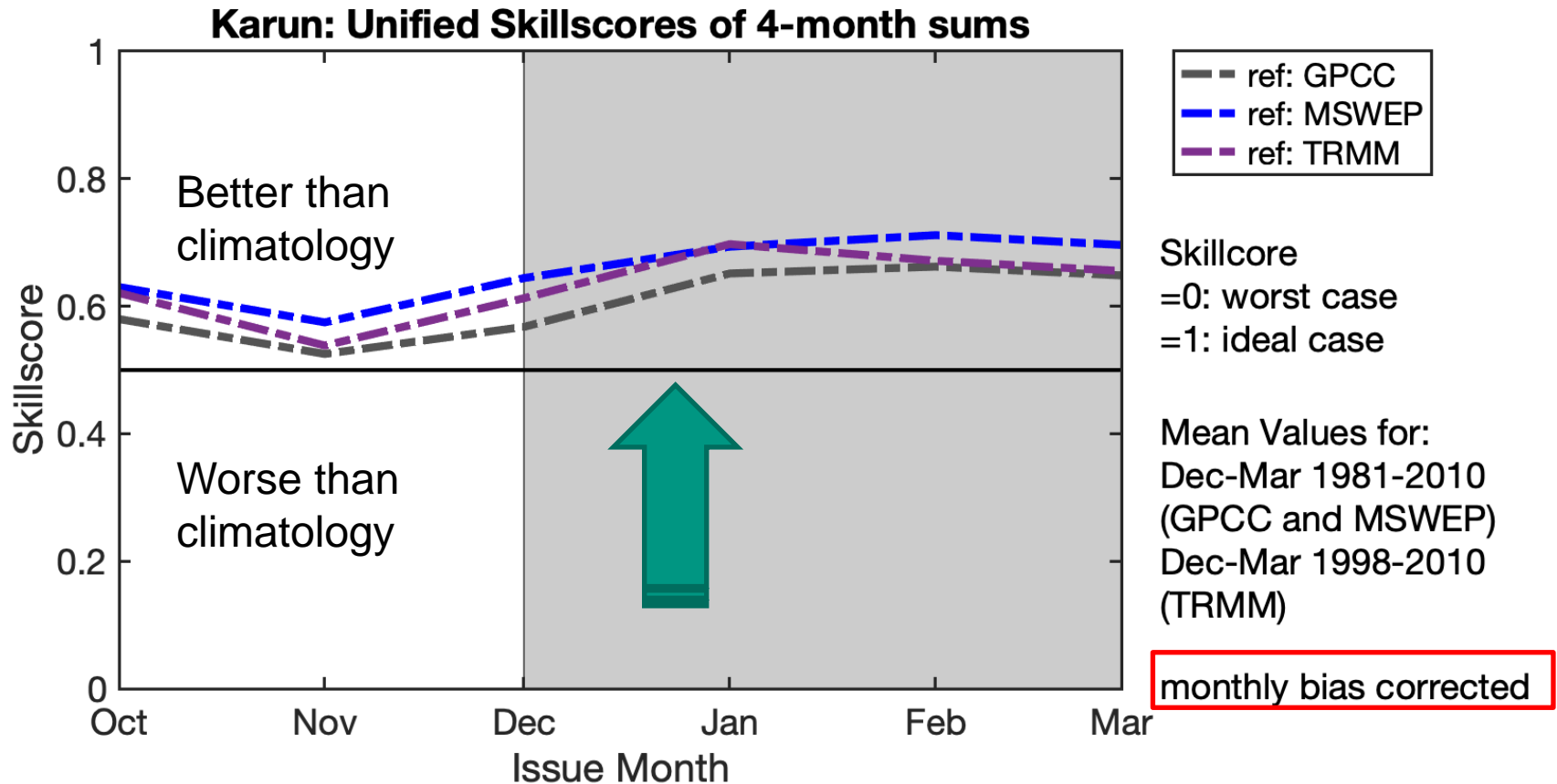
...dry conditions were predicted from Dec 2017!

Second insight: NDVI does not show anomaly in regions where irrigation was maintained!

Highlight: Retrospective Forecast Skill

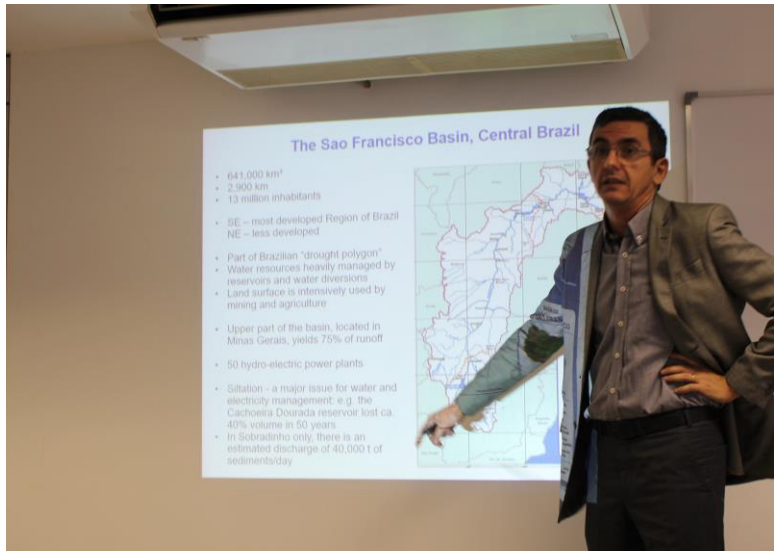


Highlight: Retrospective Forecast Skill



SEAS5: Raw data have weak skill -> bias correction is mandatory

Highlight: Transfer Workshop Brasilia, Brasil



Brasilia - Brasil, October 2017



Highlight: Transfer Workshop Ahwaz & Karun, Iran

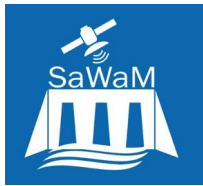


Ahwaz - Iran, December 2017

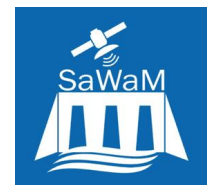
Highlight: Transfer Workshop Khartoum & Upper Atbara, Sudan



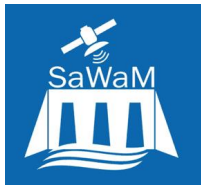
Outreach: 8th WWF, Brasilia 2018



Outreach: COP24 Katowice, Poland



Outreach: COP24 Katowice, Poland



Mittwoch, 5. Dezember 2018

Ausgabe Nr. 281 – Seite 3

KAMPF GEGEN DEN KLIMAWANDEL

Das Klima wird zum Risikofaktor

KIT-Forscher untersuchen die Folgen der Erderwärmung und ermöglichen einen besorgniserregenden Blick in die Zukunft

Von unserem Redaktionsmitglied
Tobias Roth

Der „Terminator“ zieht in den Kampf. Arnold Schwarzenegger ruft zum „Umwelt-Kreuzzug“ auf. Der ehemalige US-Gouverneur und Actionheld sieht im Klimawandel eine Attacke auf die Menschheit. „Wenn wir hier den Kampf nicht aufnehmen wollen, dann stimmt etwas nicht mit uns“, sagte Schwarzenegger am Dienstag im polnischen Katowice, wo noch bis Ende nächster Woche

knapp 200 Staaten darüber verhandeln, wie die historischen Beschlüsse der Pariser Klimakonferenz von 2015 durch klare Regeln umgesetzt werden können. In Paris war beschlossen worden, die Erderwärmung auf unter zwei Grad, möglichst sogar auf 1,5 Grad zu begrenzen.

Was die Erderwärmung für das Klima bedeutet und welche Folgen das hat, erforscht Harald Kunstmann am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Er erhebt mit langfristigen Vorhersagen möglichst einen Blick in die Zukunft. Der Wissenschaftler ist mit seinem Forschungsteam in Katowice und stellt dort seine Forschungsergebnisse vor. „Climate Proofing“, heißt das Stichwort, eine Art Absicherung gegen den Klimawandel. „Es geht um Strategien, um die Risiken von Extremereignissen wie Starkregen, Hochwasser, Stürmen oder Dürren zu mindern“, erklärt Kunstmann, der am Institut für Meteorologie und Klimaforschung arbeitet. „Climate Proofing versucht, die negativen Auswirkungen und Folgen des Klimawandels einzudämmen.“

Die Vorhersagen sind zum Beispiel für Betreiber großer Wasserreservoirs zur Stromerzeugung oder zur Bewässerung in der Landwirtschaft enorm wichtig, erklärt er. Sie helfen, die Klimaentwicklung der kommenden Monate einzuschätzen und sich aktiv darauf einzustellen zu können. Die globale Er-

wärmung beeinflusst, wie häufig und wie stark es regnet. Die Folgen sind massive Dürren oder Überflutungen.

Für Kunstmann ist klar, dass sich die Staaten weltweit dem Problem des Klimawandels stellen müssen. Trotz aller Klimakonferenzen und Abkommen, steigen Treibhausgasemissionen, weltweit weiter an. Die Chancen, das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen, sind minimal“, sagt er. „Wir müssen uns also weiterhin auf rasant steigende Temperaturen sowie auf die damit verbunde-

nen extremen Wertsituationen einstellen.“ Mit „Climate Proofing“ kann man allerdings „nur ansatzweise die Symptome des Klimawandels“

– nicht aber die eigentlichen Ursachen. Um den Klimawandel aufzuhalten, müssten Treibhausgasemissionen massiv reduziert und CO₂ sogar aktiv aus der Atmosphäre entfernt werden, erklärt der Wissenschaftler.

Schwarzenegger geht im Kampf gegen den Klimawandel übrigens mit gutem Beispiel voran. Seinen sportfressenden „Hummer“-Geländewagen hat er verkauft, stattdessen fährt der „Terminator“ inzwischen ein Elektroauto.



AUSGETROCKNET UND AUFGERISSEN: Der extreme Sommer hat in diesem Jahr vor allem der Landwirtschaft Kopfzerbrechen bereitet. Die Dürre führte zu teilweise massiven Ernteaussfällen.
Foto: dpa



EXTREMES WEITER: Das Auge des Hurrikans „Florence“, aufgenommen aus der Raumstation ISS. Der Sturm konnte große Schäden anrichten.
Foto: ESA/Alexander Herold/dpa

Badische Neueste Nachrichten, 5.12.2018

Outreach: ... in Iranian TV

International River Engineering Conference, Ahwaz, Jan 2019



Dr. Christof Lorenz, SaWaM coordinator

Key Insights

- Seasonal predictions for all regions: **bias-correction is crucial**
- Strategy of global and **open data sources still under investigation**
- Transfer Workshops: **highest demand** and – support for **implementing seasonal prediction in operational reservoir management**
- **Online DSS**: shape and options jointly iterated with local stakeholders
- **New lessons learnt: perception** of uncertainties in **seasonal predictions**
-> development of **guidelines for daily operation**
- **Outlook: seasonal predictions of utmost relevance for necessary *concerted* dam filling actions in Sudan/Ethiopia/Egypt**

Thank You for Your Attention

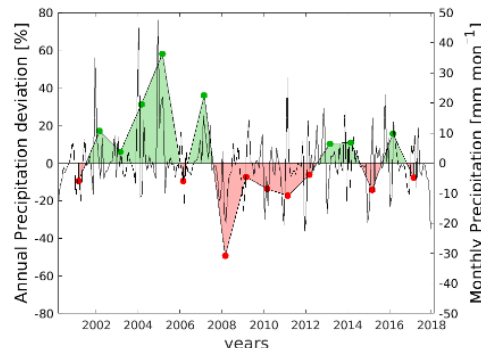


SaWaM Midterm Workshop, KIT Campus Alpin, Garmisch-Partenkirchen 11.-14.2.2019

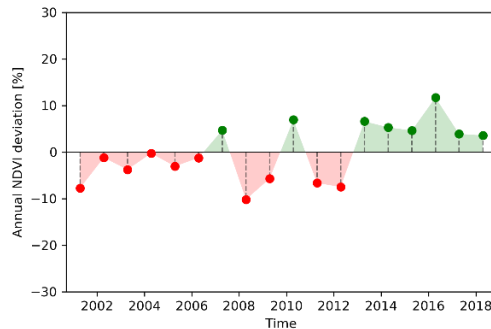


Status Monitoring & Modelled Vegetation Trends

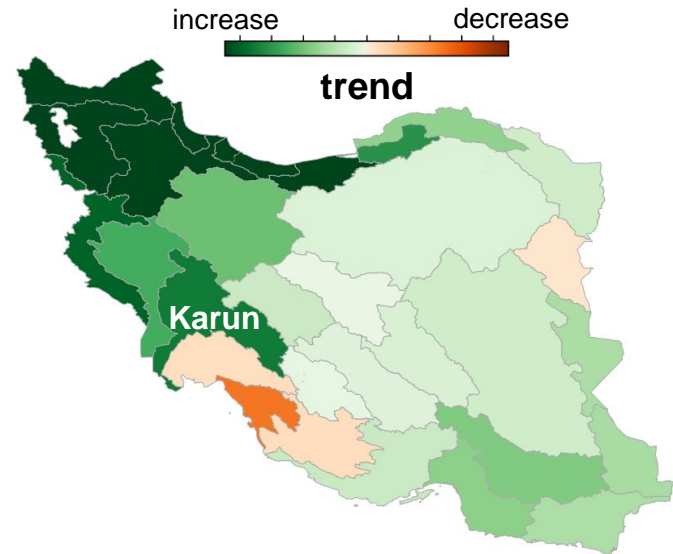
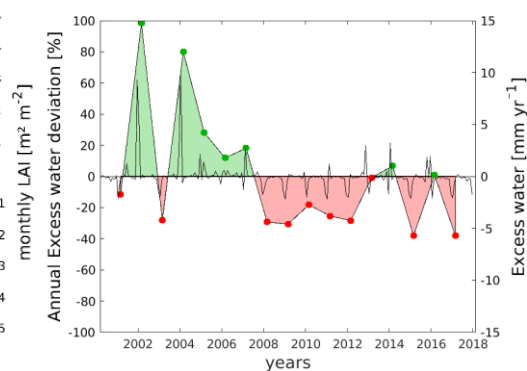
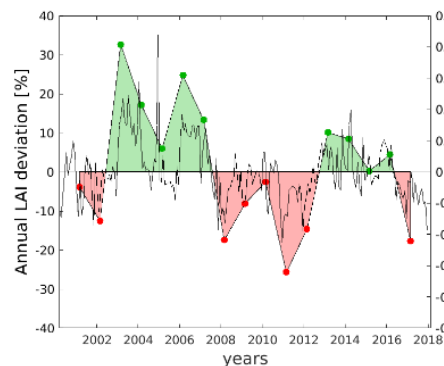
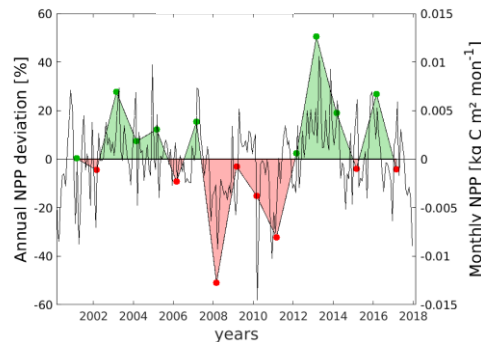
Precipitation
based on CRUJRA

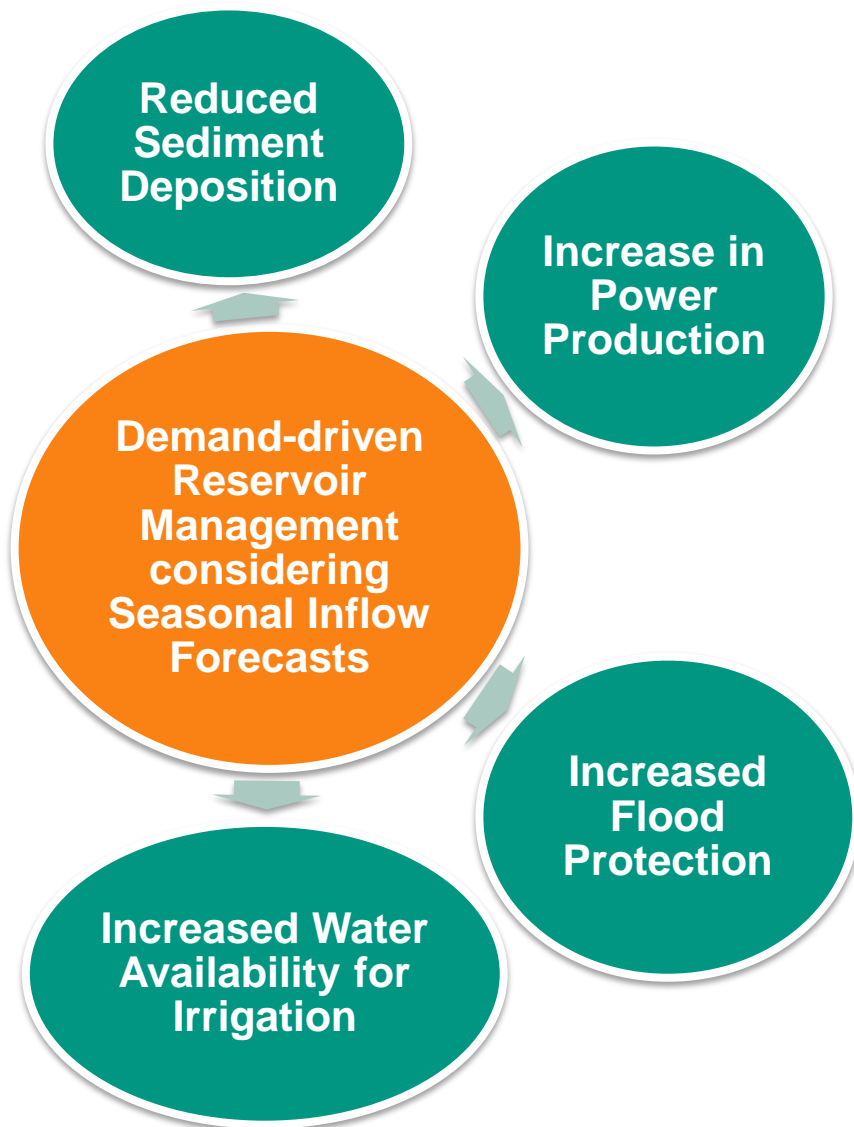


Monitored NDVI
based on MODIS



**Modelled ecosyste
variables** →
with LPJ-GUESS



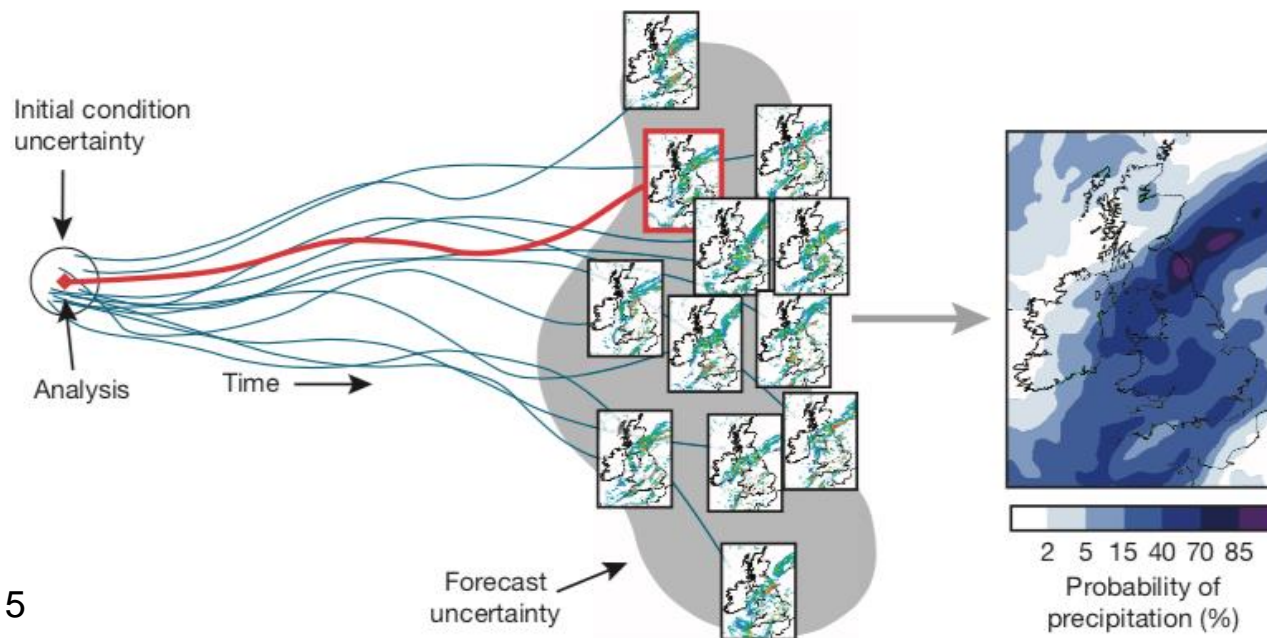


**After SaWaM:
Consulting Companies
assist in**

- **Identification of Problems and Issues**
- **Setup of a framework to**
 - Download and process seasonal forecasted data on precipitation and temperature
 - Probabilistic and deterministic computations
 - Setup and calibrate a hydrological model
- **Customize the online - prototype** in visualize results with respect to Client's needs
- **Capacity building** for
 - Operation of the online - prototype
 - Assessing probabilistic and deterministic results
 - Evaluation of consequences

Seasonal Predictions

- Weather forecasts vs. **seasonal forecasts** vs. climate predictions
- “Climate models” run for forecast horizons between 6 and 12 months (here ECMWF SEAS5) initialized with current conditions (e.g. ECMWF operational analysis)
- Approximation of reliability and uncertainties (initial conditions and model uncertainty) through ensemble simulations

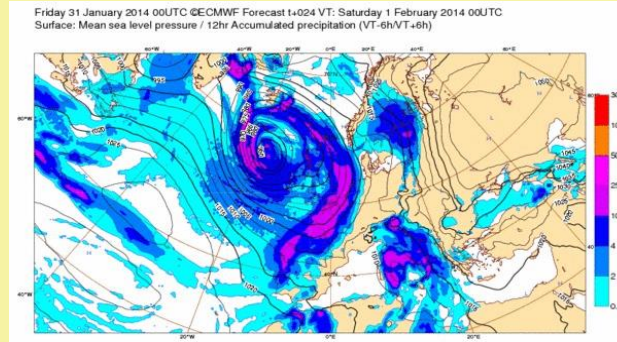


Bauer et al., 2015

SEAS5: Latest Seasonal Forecasting System of ECMWF

SEAS5 MODEL COMPONENTS & INITIALIZATIONS

ATMOSPHERE

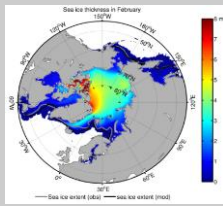


Atmosphere Initialization:

Re-forecast:
ERA-Interim

Forecast:
Operations

LIM2
SEA ICE

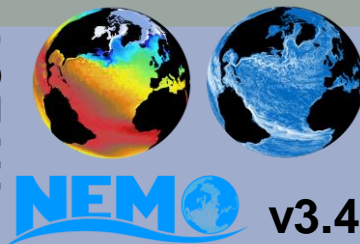


ECMWF

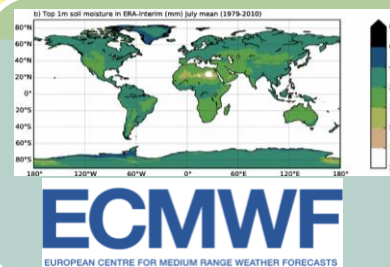
IFS Cycle 43r1

Ocean
Initialization:
ORS-S5

OCEAN



LAND



Land
Initialization:

Re-fc: ERA-Interim land 43r1

Fc: Operations

Horizontal resolution: 35 km ($\sim 0.25^\circ$)