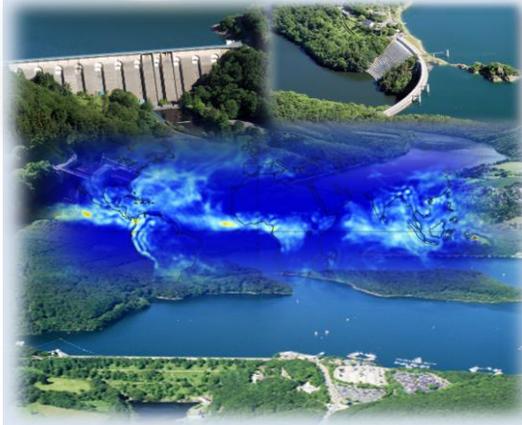


# Talsperren Anpassungsstrategie Klimawandel (TASK)

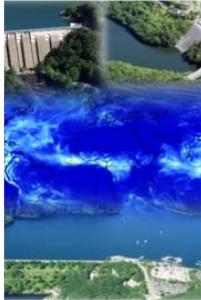


Gefördert durch



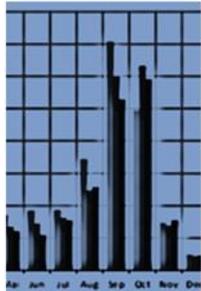
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und  
Reaktorsicherheit (BMUB), Projektträger Jülich (PTJ)

Förderprogramm	Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
Datum	06. März 2017
Presenter	Dr. Sandra Richter, Dr. Hubert Lohr, SYDRO



# Inhalt

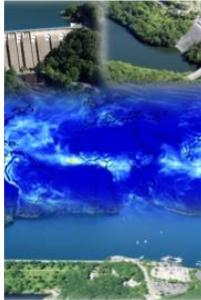
- Hintergrund
- Datenverfügbarkeit
- Methode
- Ziele



# Praxis

- Benötigte Daten
- Zeitplan

# Inhalt

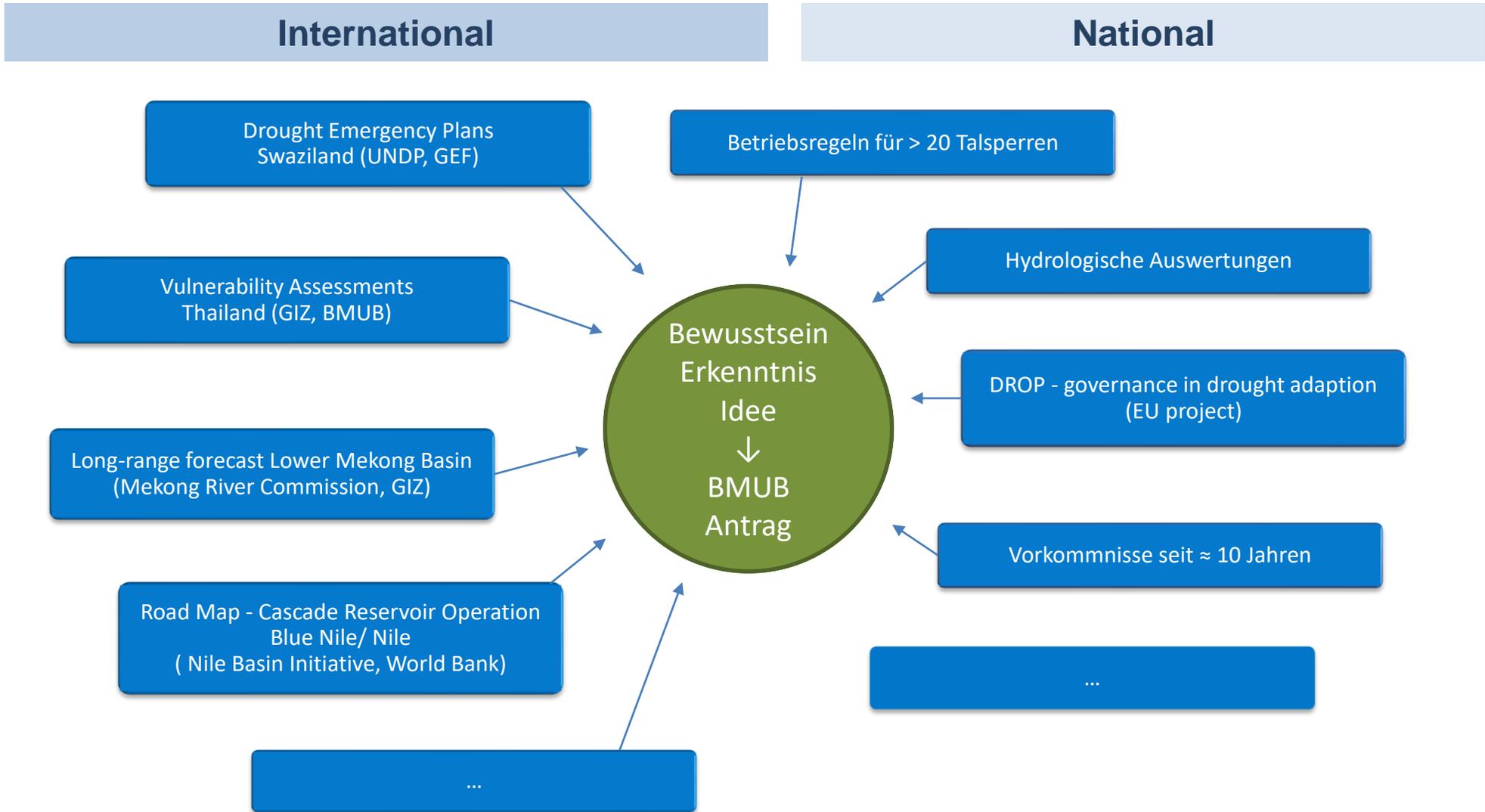


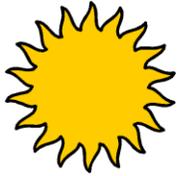
- Hintergrund
- Datenverfügbarkeit
- Methode
- Ziele

# Praxis



- Benötigte Daten
- Zeitplan

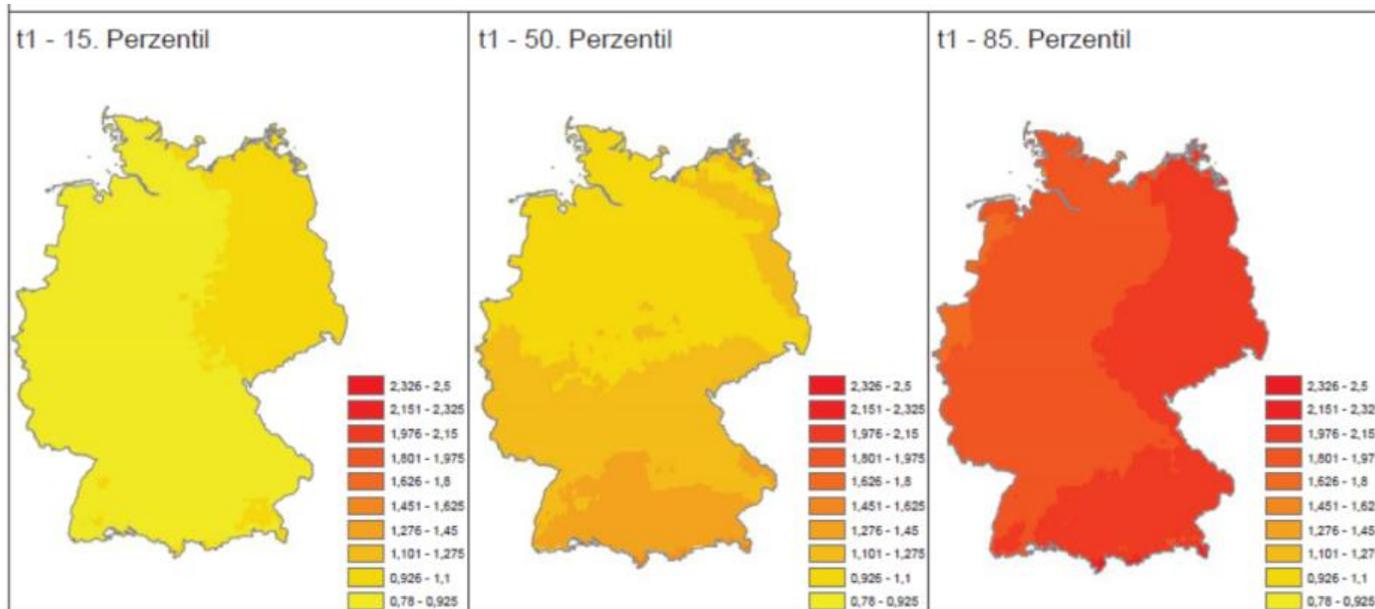


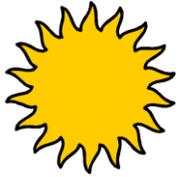


## Veränderung meteorologischer Muster

### Berechnungen Deutscher Wetterdienst (DWD)

Jahresdurchschnittstemperatur: + 0.8 bis + 2.5

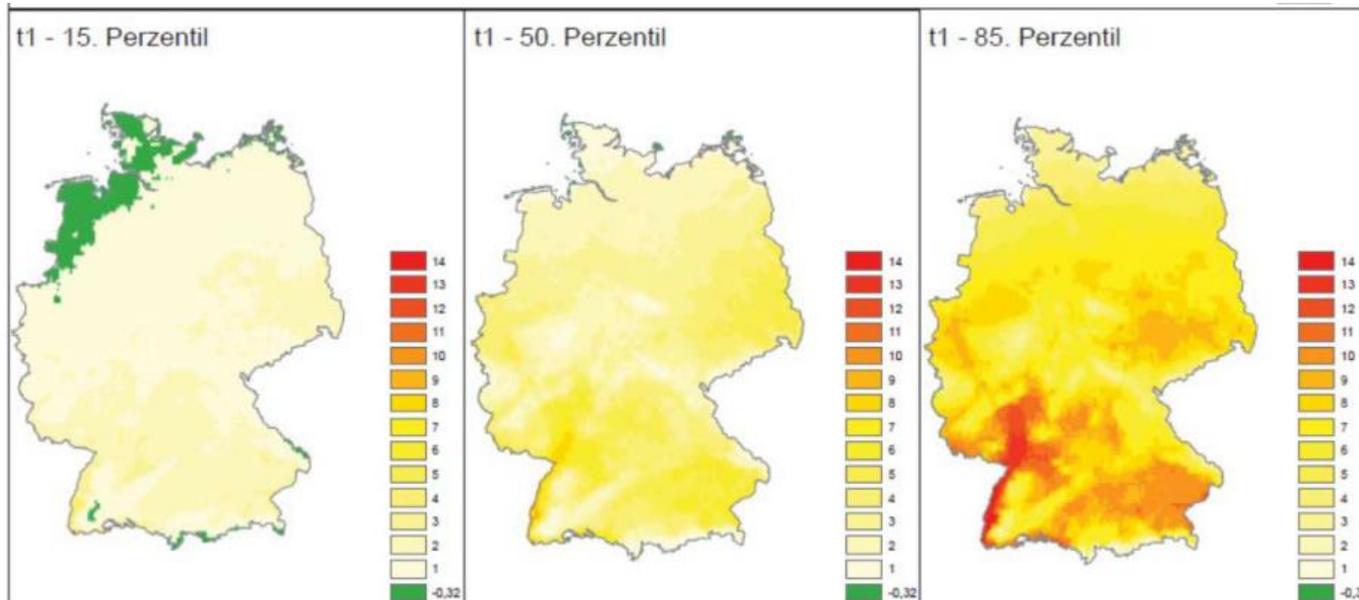


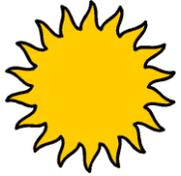


## Veränderung meteorologischer Muster

### Berechnungen Deutscher Wetterdienst (DWD)

Anzahl heißer Tage (> 30°C): + 0 bis + 14





## Veränderung meteorologischer Muster

### Berechnungen Deutscher Wetterdienst (DWD)

<http://www.netzwerk-vulnerabilitaet.de>

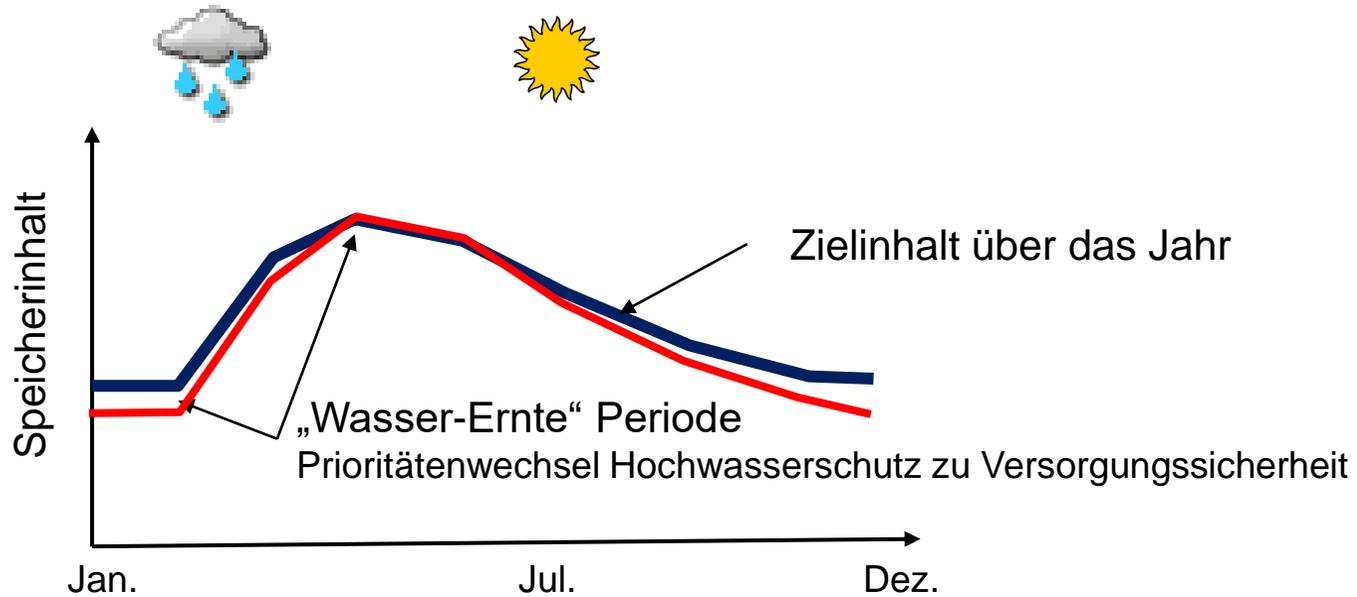
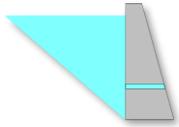
### Veränderungen mit Bezug auf das ganze Jahr

- Durchschnittstemperatur (+ 0.8 bis + 2.5)

### Innerjährliche Veränderungen

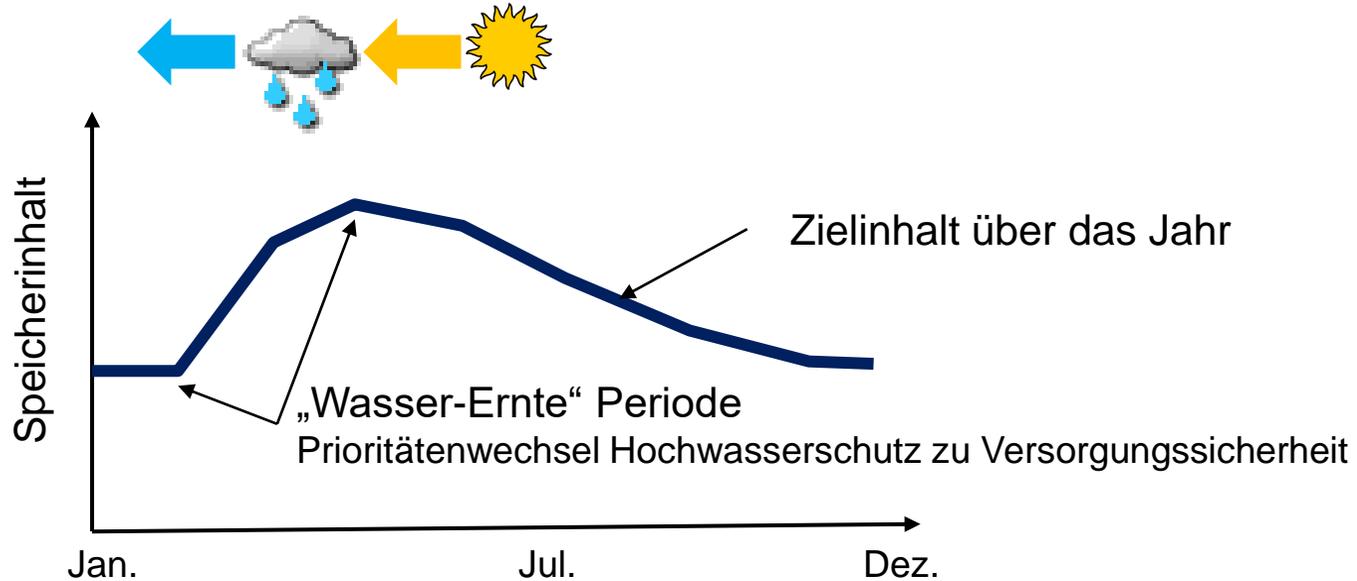
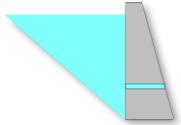
- Anzahl Tage  $> 30^\circ$
- Anzahl tropischer Nächte ( $> 20^\circ$ )
- Anzahl trockener Tage ( $< 1.0$  mm, Sommer / Winter)
  
- Mehr Niederschlag im Winter, weniger im Sommer
- Zunahme an Starkregenereignissen
- Längere Trockenperioden
- Kürzere Übergänge (gefühl: kein Frühling mehr)

## Beispiel 1: Mehr Niederschlag im Winter



- evtl. größerer Hochwasserschutzraum 
- Erreichen des Zielinhaltes im Frühling 
- Geringere Füllstände im Sommer/Herbst 

## Beispiel 2: Kürzere Übergangszeit Winter → Sommer



- Vegetation setzt früher ein 
- Höhere Verdunstung 
- Weniger Zufluss 
- Erreichen des Zielinhaltes im Frühling 

# Inhalt



- Hintergrund
- **Datenverfügbarkeit**
- Methode
- Ziele

# Praxis



- Benötigte Daten
- Zeitplan

## Satellite Soil Moisture and/or Evapotranspiration Monitoring System (SSM/ETMS)

- Sentinel-1: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/product-types-processing-levels> (soil moisture not a processed product)
- METOP ASCAT: <http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Metop/MetopDesign/ASCAT/index.html>
- ISMN: <https://ismn.geo.tuwien.ac.at/satellites/> (scientific use only)
- <http://www.esa-soilmoisture-cci.org/node/139>
- <http://lance.nsstc.nasa.gov/products.html>
- SMAP: <http://nsidc.org/data/smap/> (SMAP-Enhanced Products are being tested and look promising. Will be released by December 2016. Source: [ARSET Training](#))
- SMOS: [https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/smos/content/-/asset\\_publisher/t5Py/content/data-types-levels-formats-7631](https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/smos/content/-/asset_publisher/t5Py/content/data-types-levels-formats-7631)
  - SMOS Level3 (ES): <http://cp34-bec.cmima.csic.es/land-datasets/>
  - SMOS Level3 (FR): <http://www.catds.fr/Products/Available-products-from-CPDC>

### Evapotranspiration:

- Land Data Assimilation System (Land Surface Model): <http://ldas.gsfc.nasa.gov/index.php> (see [ARSET training course](#))
- MODIS Global Evapotranspiration Project (NDVI-based model): <http://ntsg.umd.edu/project/mod16> (not in near-real time)
- METRIC (Energy Balance): [https://c3.nasa.gov/water/static/media/other/Day1\\_S1-3\\_Allen.pdf](https://c3.nasa.gov/water/static/media/other/Day1_S1-3_Allen.pdf) / <http://eeflux-level1.appspot.com/>
- ALEXI (energy balance) - GOES Evapotranspiration and Drought: <http://www.ospo.noaa.gov/Products/land/getd/index.html> (see [ARSET training course](#))

### Gravimetry:

- Sentinel-3: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-altimetry> (future mission?)
- GOCE: <https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/goce> (mission expired)
- CryoSat: [https://earth.esa.int/web/guest/-/products-overview-6975#\\_101\\_INSTANCE\\_VeF6\\_matmp](https://earth.esa.int/web/guest/-/products-overview-6975#_101_INSTANCE_VeF6_matmp)
- GRACE: [http://www.nasa.gov/mision\\_pages/Grace/overview/index.html#.V86\\_TzWPXI8](http://www.nasa.gov/mision_pages/Grace/overview/index.html#.V86_TzWPXI8)

## Hydrologic Drought Forecasting and Early Warning

Information on GDPFS: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/gdps.html>

- <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/climate-forecast-system-version2-cfsv2>
- <http://nomads.ncep.noaa.gov/>
- <http://www.ecmwf.int/en/forecasts/accessing-forecasts>
- <http://www.weathersa.co.za/component/content/article/2-uncategorised/179-long-range-forecast?Itemid=168>  
(images only?)
- <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/africa/africa.shtml> (images only?)

## Rainfall monitoring

- STORM Precipitation Processing System: <https://storm.pps.eosdis.nasa.gov/storm/>
- Cloud cover, temperature, radiation, albedo, etc:  
[http://www.cmsaf.eu/EN/Products/AvailableProducts/OperationalProducts/Operational\\_Products\\_nod\\_e.html](http://www.cmsaf.eu/EN/Products/AvailableProducts/OperationalProducts/Operational_Products_nod_e.html) (8 week delay!)
- Global Precipitation Measurement (GPM): <https://pmm.nasa.gov/index.php?q=data-access/downloads/gpm>
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): <https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm>  
(TRMM mission has ended, but multi-satellite products continue to be produced)

## Satellite Data

### Air temperature

#### Select Variables

##### ▼ Disciplines

- Hydrology (13)
- Water and Energy Cycle (13)

##### ▼ Measurements

- Air Temperature (4)
- Soil Temperature (7)
- Surface Temperature (2)

##### ▼ Platform / Instrument

- GLDAS Model (5)
- NCA-LDAS (8)

##### ▼ Spatial Resolutions

- 0.125 ° (8)
- 0.25 ° (5)
- 1 ° (27)
- 1.25 ° (1)
- 25 km (2)

##### ▼ Temporal Resolutions

- 3-hourly (5)
- daily (8)
- hourly (9)
- monthly (59)

### Evaporation

#### Select Variables

##### ▼ Disciplines

- Atmospheric Dynamics (1)
- Hydrology (49)
- Water and Energy Cycle (48)

##### ▼ Measurements

- Evaporation (39)
- Evapotranspiration (12)

##### ▼ Platform / Instrument

- GLDAS Model (12)
- MERRA Model (2)
- MERRA-2 Model (4)
- NCA-LDAS (5)
- NLDAS Model (27)

##### ▼ Spatial Resolutions

- 0.125 ° (32)
- 0.25 ° (5)
- 0.5 x 0.625 ° (4)
- 0.5 x 0.667 ° (2)
- 1 ° (7)

##### ▼ Temporal Resolutions

- 3-hourly (4)
- daily (5)
- hourly (8)
- monthly (33)

### Precipitation

#### Select Variables

##### ▼ Disciplines

- Atmospheric Dynamics (16)
- Cryosphere (1)
- Hydrology (95)
- Water and Energy Cycle (70)

##### ▼ Measurements

- Atmospheric Moisture (1)
- Cloud Properties (1)
- Precipitation (108)
- Snow/Ice (3)

##### ▼ Platform / Instrument

- FLDAS Model (12)
- GLDAS Model (12)
- GPM (20)
- MERRA Model (5)
- MERRA-2 Model (13)
- NCA-LDAS (3)
- NLDAS Model (32)
- TRMM (12)

##### ▼ Spatial Resolutions

- 0.1 ° (26)
- 0.125 ° (35)
- 0.25 ° (17)
- 0.5 ° (7)
- 0.5 x 0.625 ° (13)
- 0.5 x 0.667 ° (4)
- 1 ° (6)
- 1.25 ° (1)

##### ▼ Temporal Resolutions

- 3-hourly (8)
- daily (8)
- half-hourly (13)
- hourly (11)
- monthly (69)

### Soil moisture

#### Select Variables

##### ▼ Disciplines

- Cryosphere (1)
- Hydrology (155)
- Ocean Biology (1)
- Water and Energy Cycle (150)

##### ▼ Measurements

- Soil Moisture (155)
- Soil Temperature (1)

##### ▼ Platform / Instrument

- AMSR-E (8)
- FLDAS Model (55)
- GLDAS Model (19)
- GRACE (2)
- MERRA Model (1)
- MERRA-2 Model (1)
- NCA-LDAS (4)
- NLDAS Model (66)

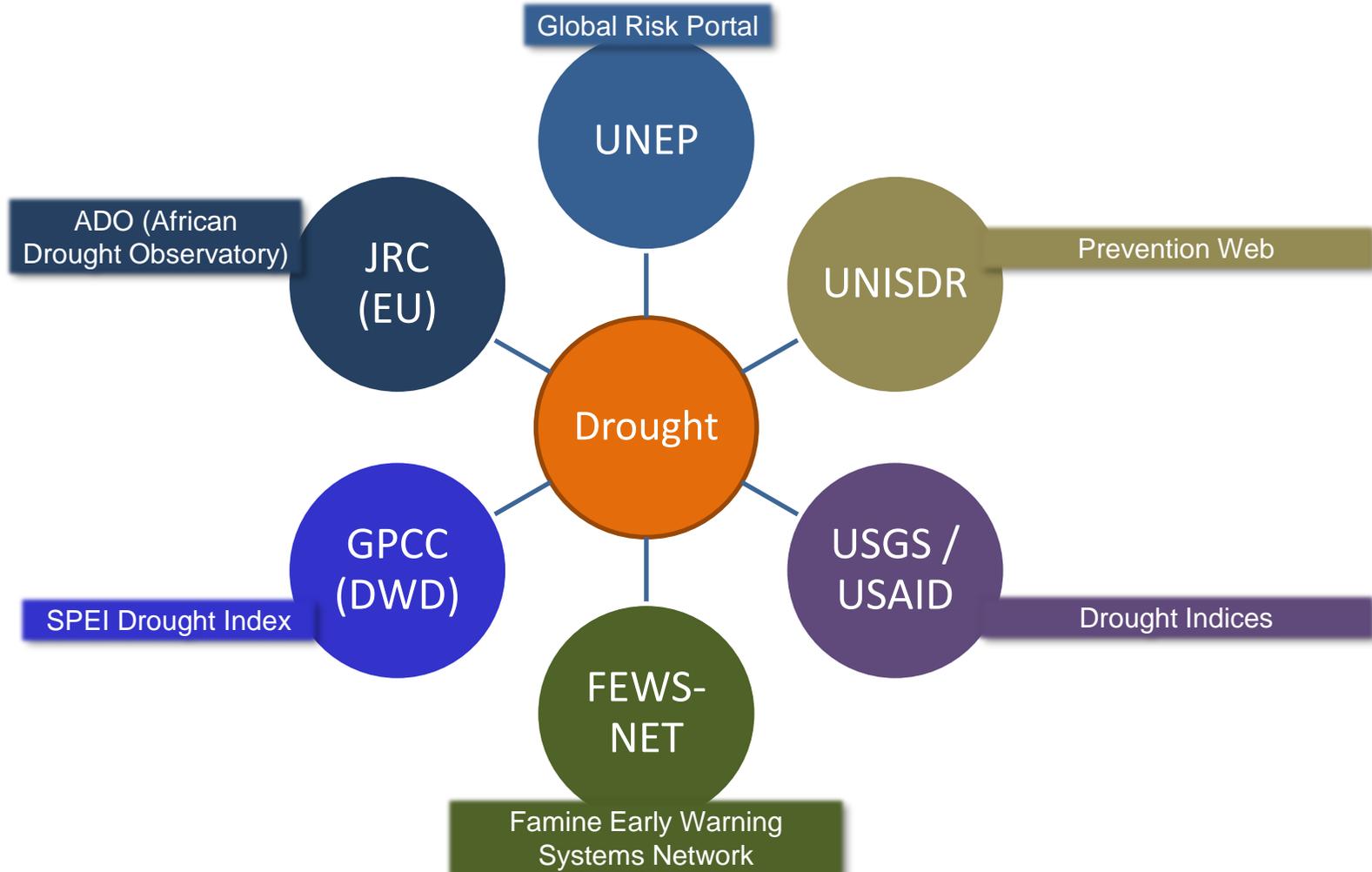
##### ▼ Spatial Resolutions

- 0.1 ° (30)
- 0.125 ° (70)
- 0.25 ° (36)
- 0.5 x 0.625 ° (1)
- 0.5 x 0.667 ° (1)
- 1 ° (10)
- 25 km (8)

##### ▼ Temporal Resolutions

- 3-hourly (9)
- daily (14)
- hourly (22)
- monthly (111)

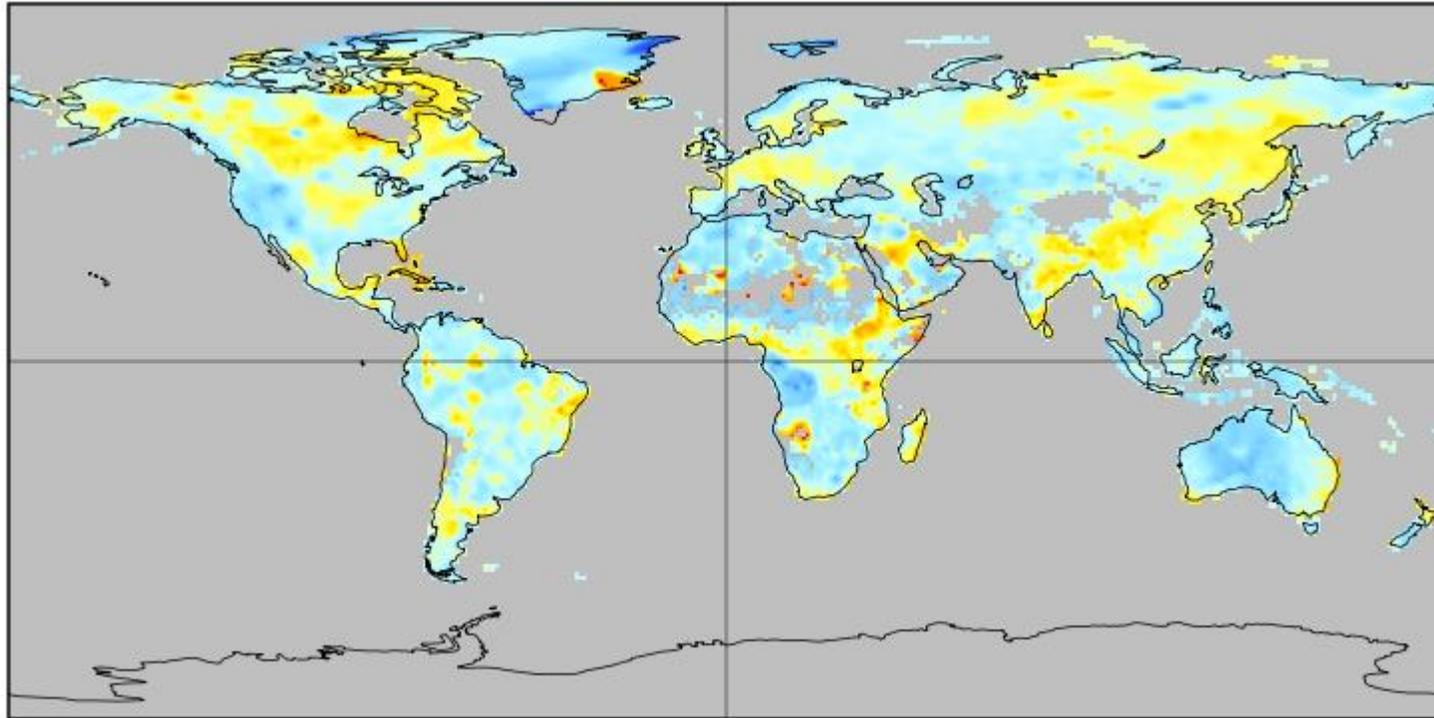
## Sources of Satellite Data for Drought Early Warning



GPCC  
(DWD)

# Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)

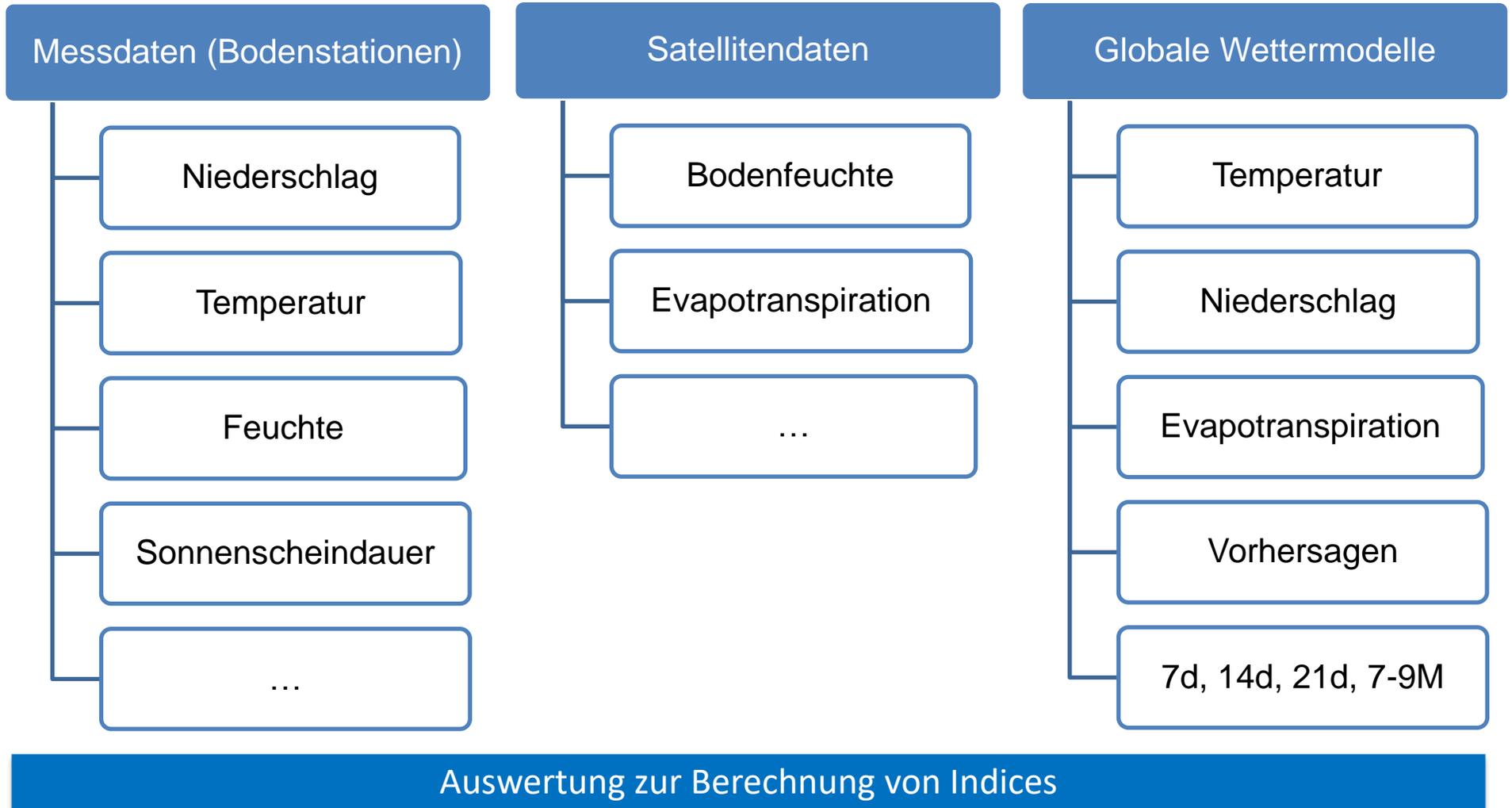
Mai 2016 – Januar 2017



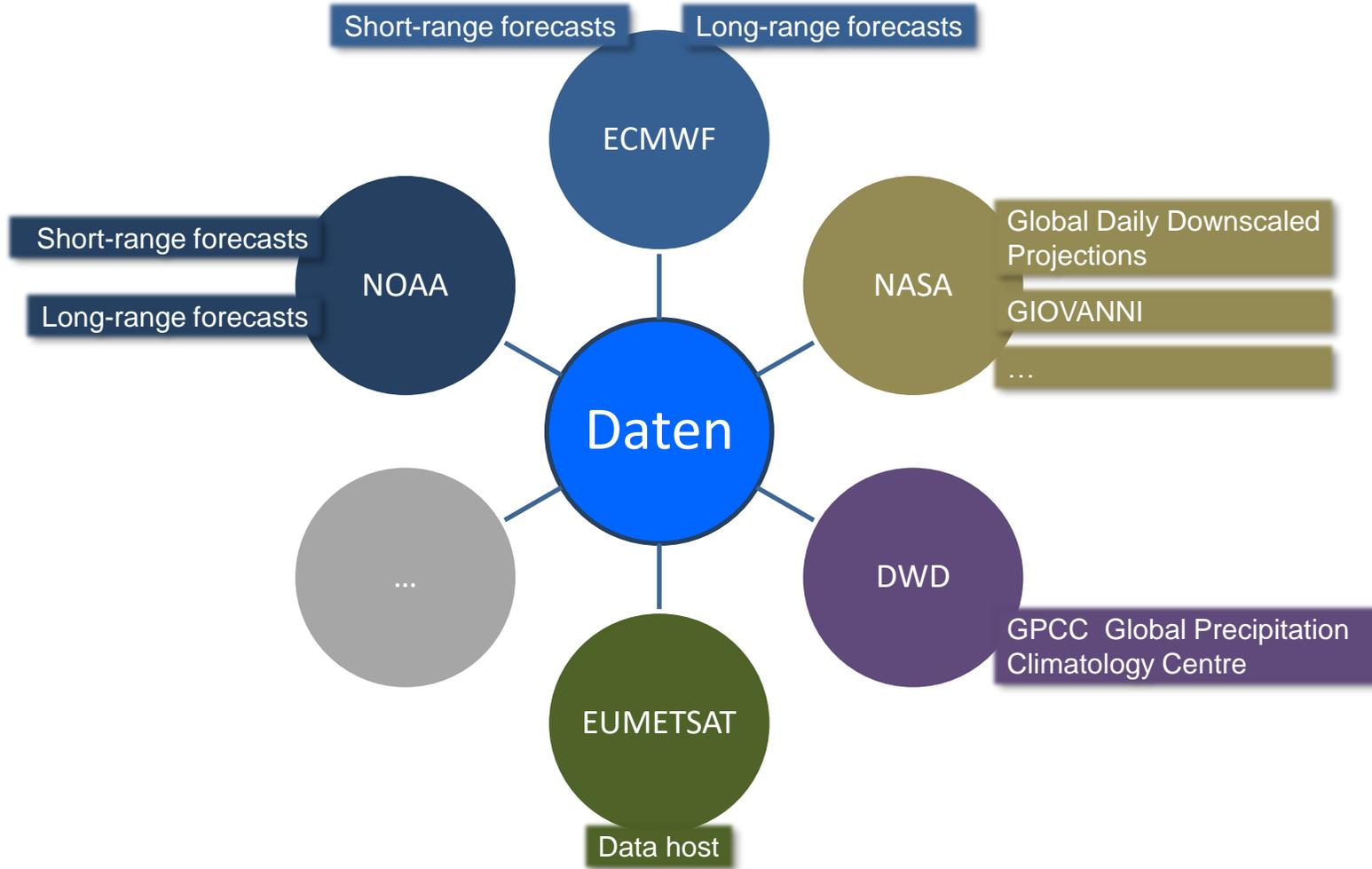
05/2016    06/2016    07/2016    08/2016    09/2016    10/2016    11/2016    12/2016    01/2017

Global Precipitation Climatology Centre Drought Index version 1 averaging time 3 months ( )





## Datenquellen



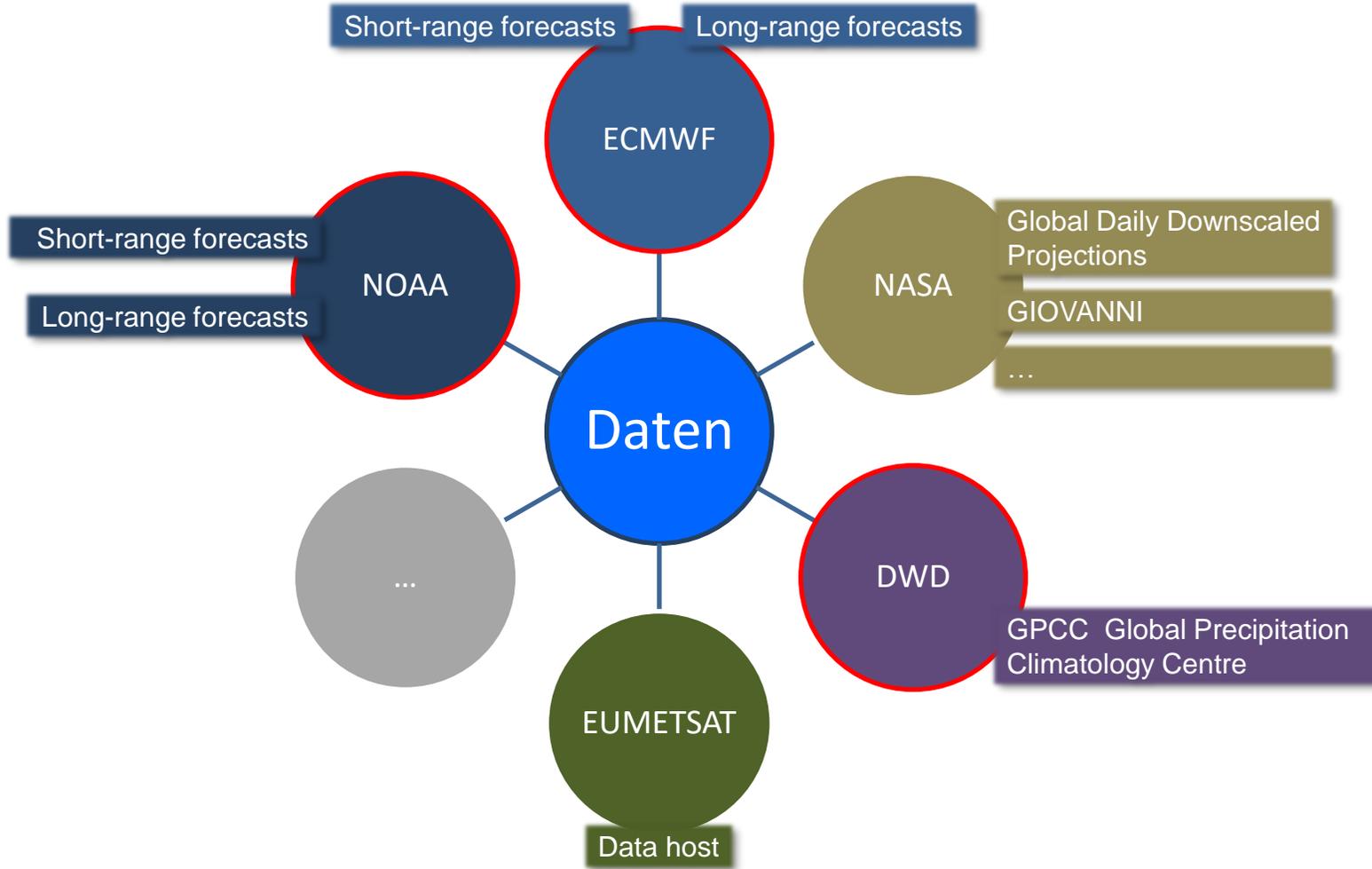
## Global Producing Centres of Long-range forecast (LRF)

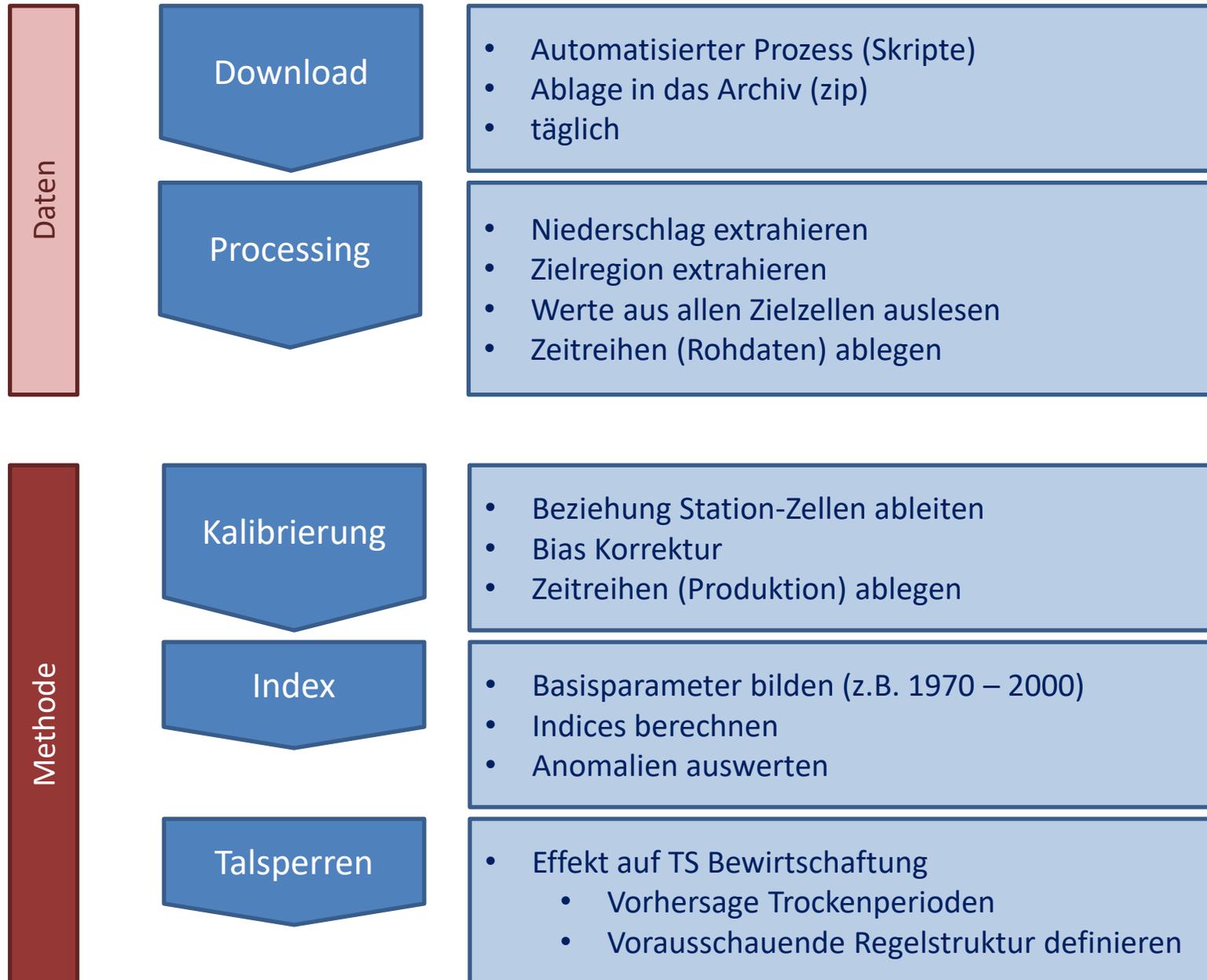
started in 2006



source: WMO, 2014

## Datenquellen





# Inhalt

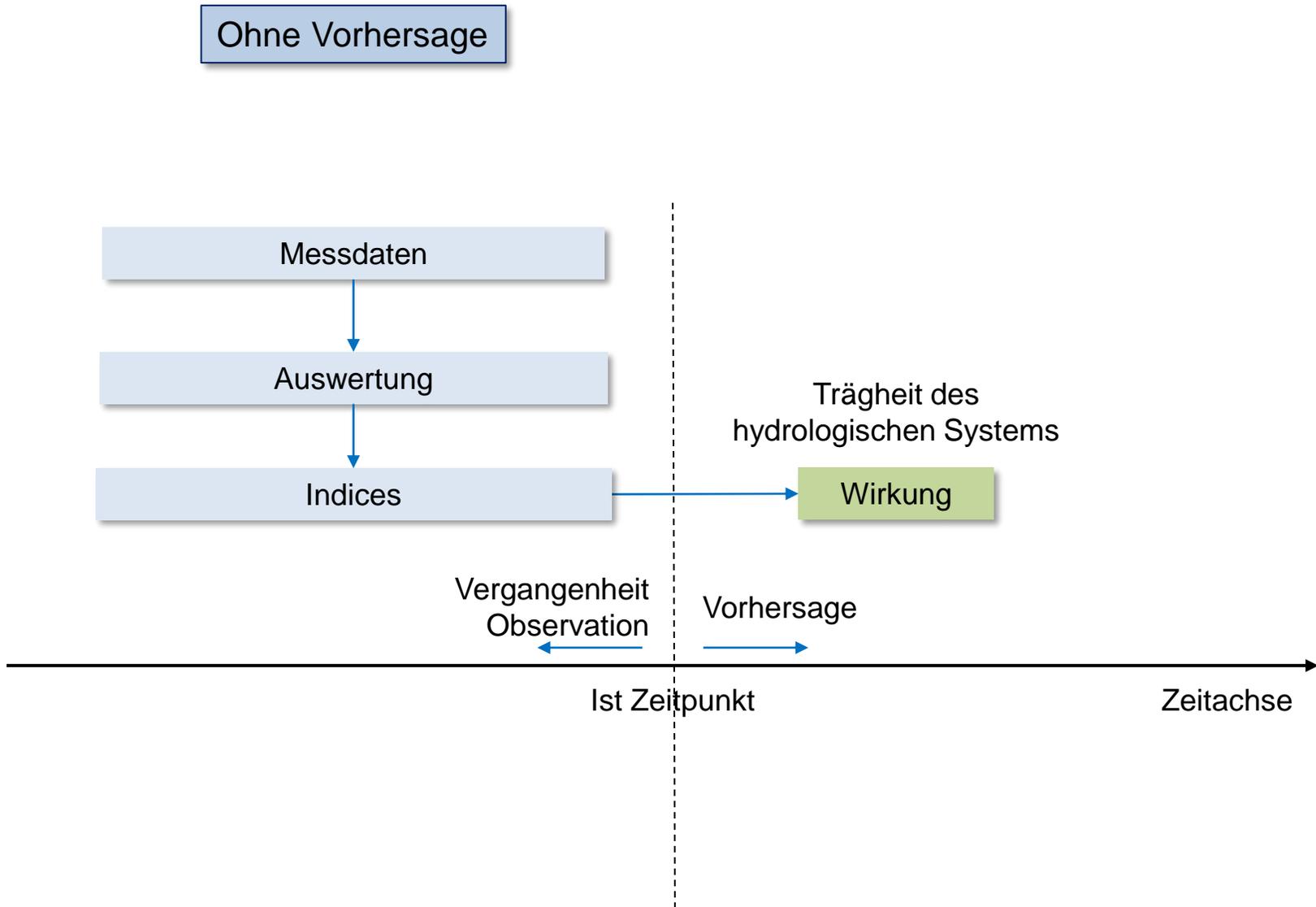


- Hintergrund
- Datenverfügbarkeit
- **Methode**
- Ziele

# Praxis



- Benötigte Daten
- Zeitplan



## Drought Indices

- Standardized Precipitation Index (SPI)
- Palmer drought severity index (PDSI)
- Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)
- Standardized Soil Moisture Index (SSI)
- Vegetation Drought Response Index (VegDRI)
- Standardized Runoff Index (SRI)
- Soil moisture percentile
- Percent of Normal Precipitation (PNP)
- Multivariate Standardized Drought Index (MSDI)
- Crop Moisture Index (CMI)
- Remotely Sensed Drought Severity Index
- Evaporative Stress Index (ESI)
- Composed Water Balance Index

### Landwirtschaft

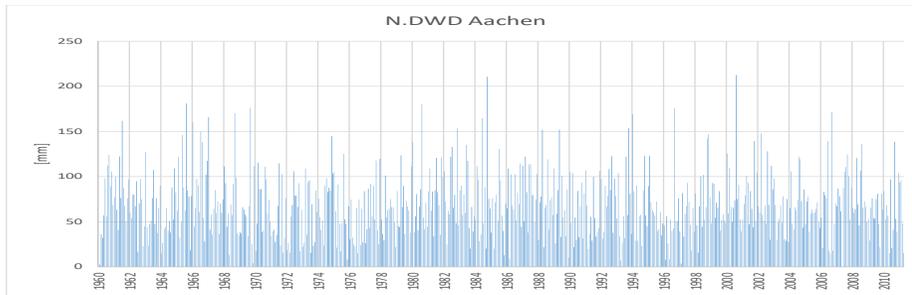
- Bewässerung
- Pflanzenstress

### Early Warning

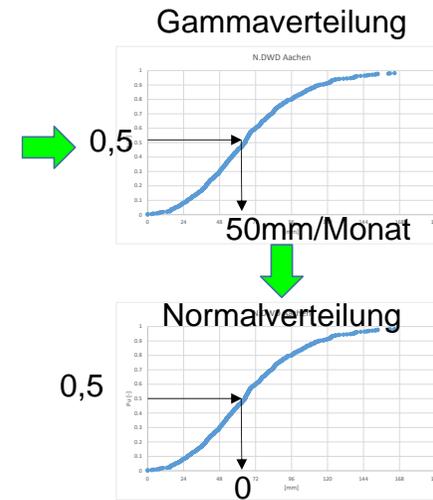
- Ernte und Nahrungsmittel  
USGS, UNEP-DEWA (Division of Early Warning and Assessment), FAO, WHO
- Naturkatastrophen  
(Feuer, Wassermanagement, Energie)  
US National Drought Mitigation Center  
Centres for National Disaster Management (viele Länder)
- anderes

# SPI = Standardized Precipitation Index

## Ermittlung (Monatsbasis)



- Was ist normal? (Bezugszeitraum!)
- Normierung
- Berechnung der Anomalie → Abweichung vom Median aus dem Bezugszeitraum

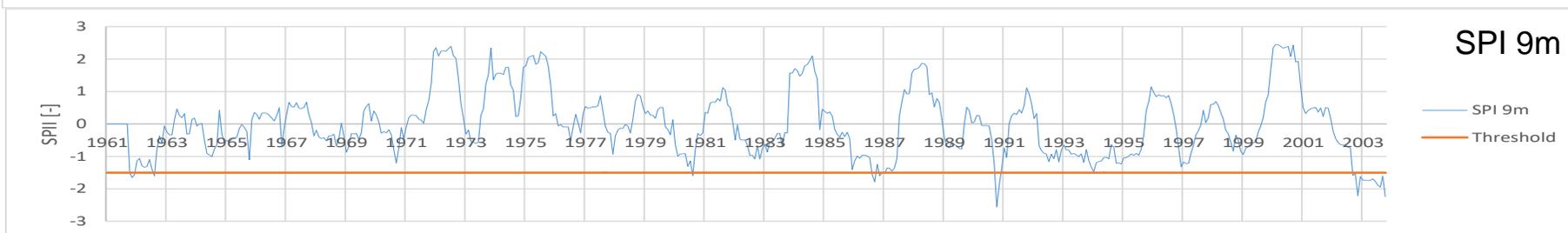
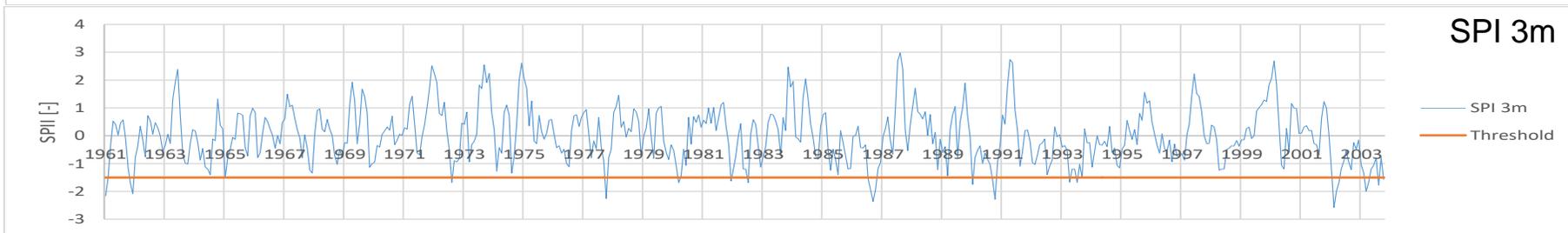
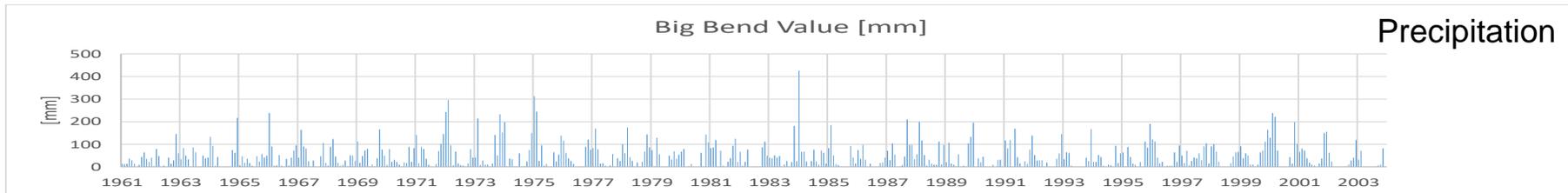


## Interpretation

SPI	Interpretation
2.0+	extrem feucht
1.5 to 1.99	sehr feucht
1.0 to 1.49	moderat feucht
-.99 to .99	nahezu normal
-1.0 to -1.49	moderat trocken
-1.5 to -1.99	kritisch trocken
-2 and less	extrem trocken

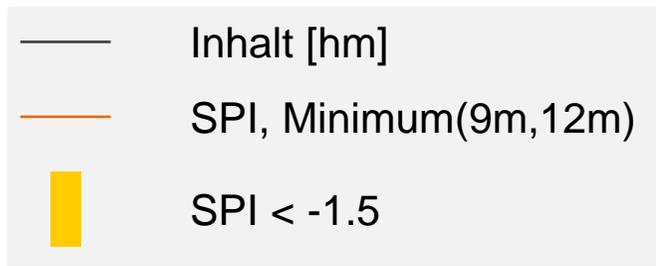
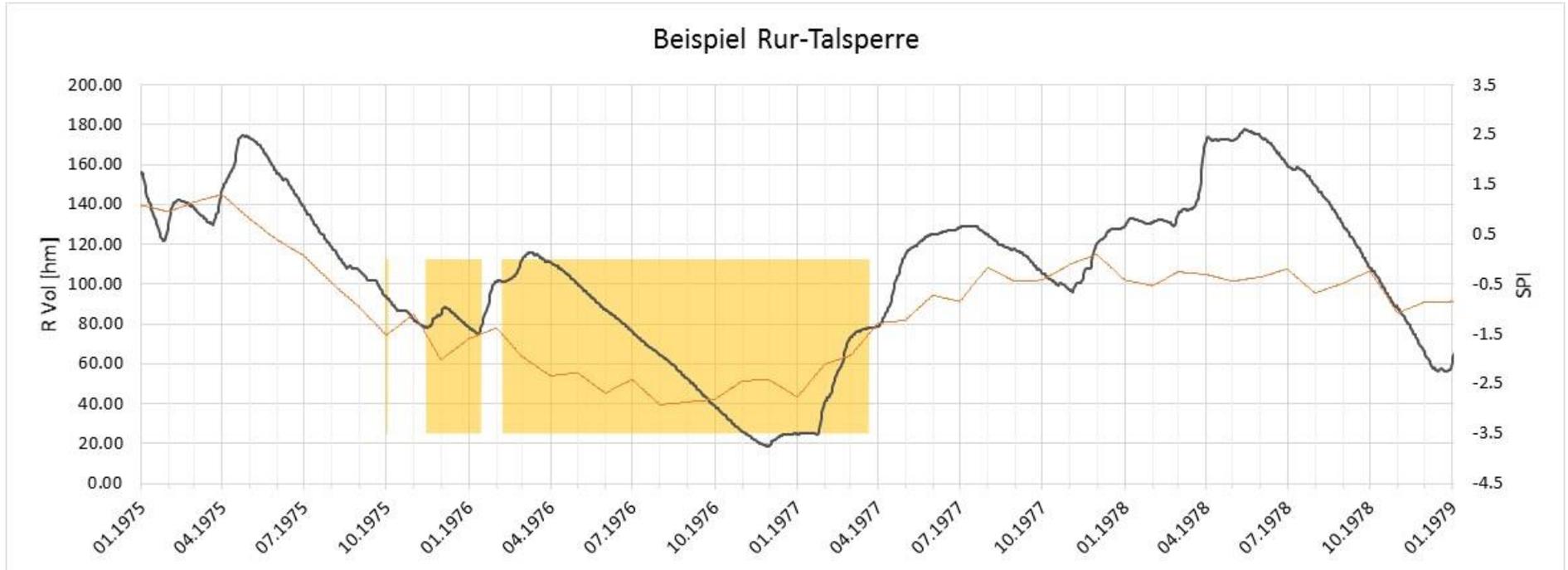
# Aggregationen

## 1 Monat bis 48 Monate

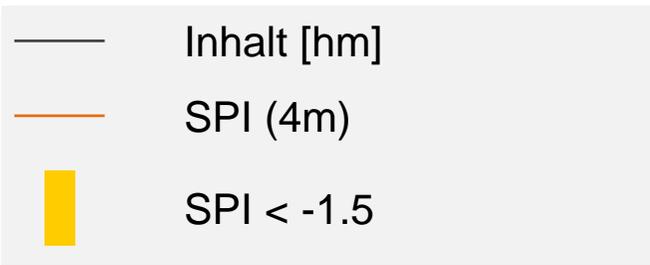
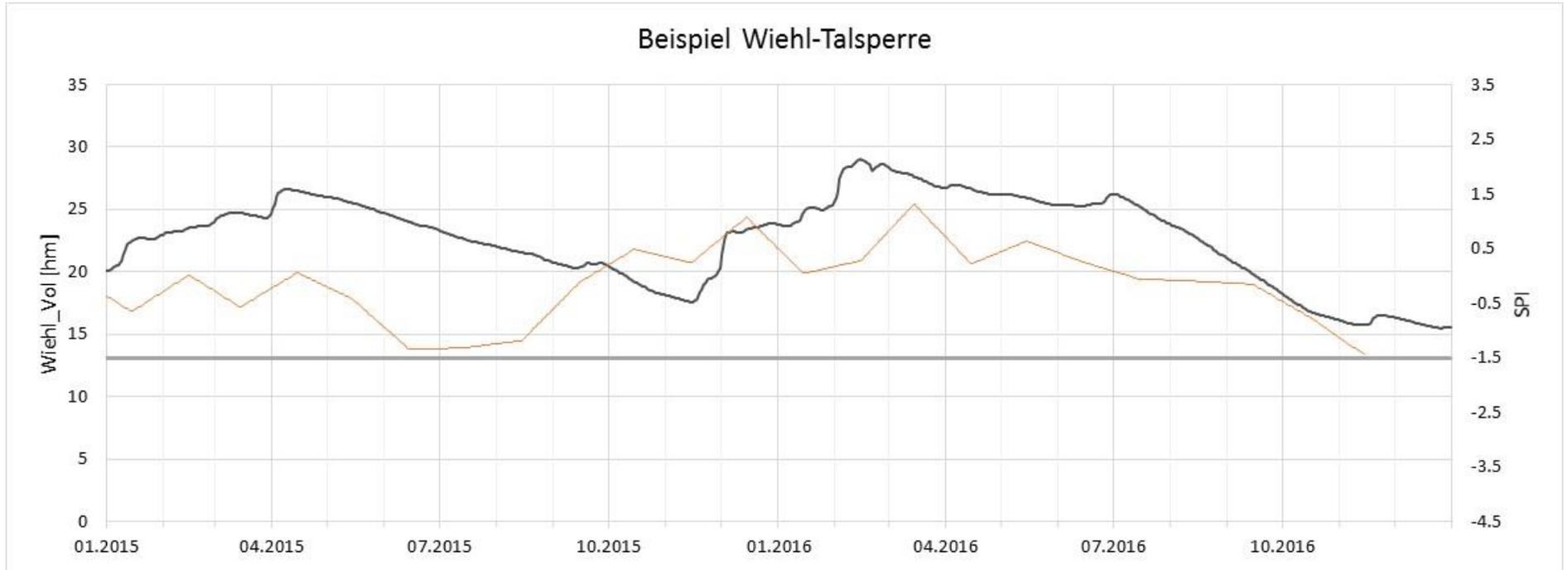


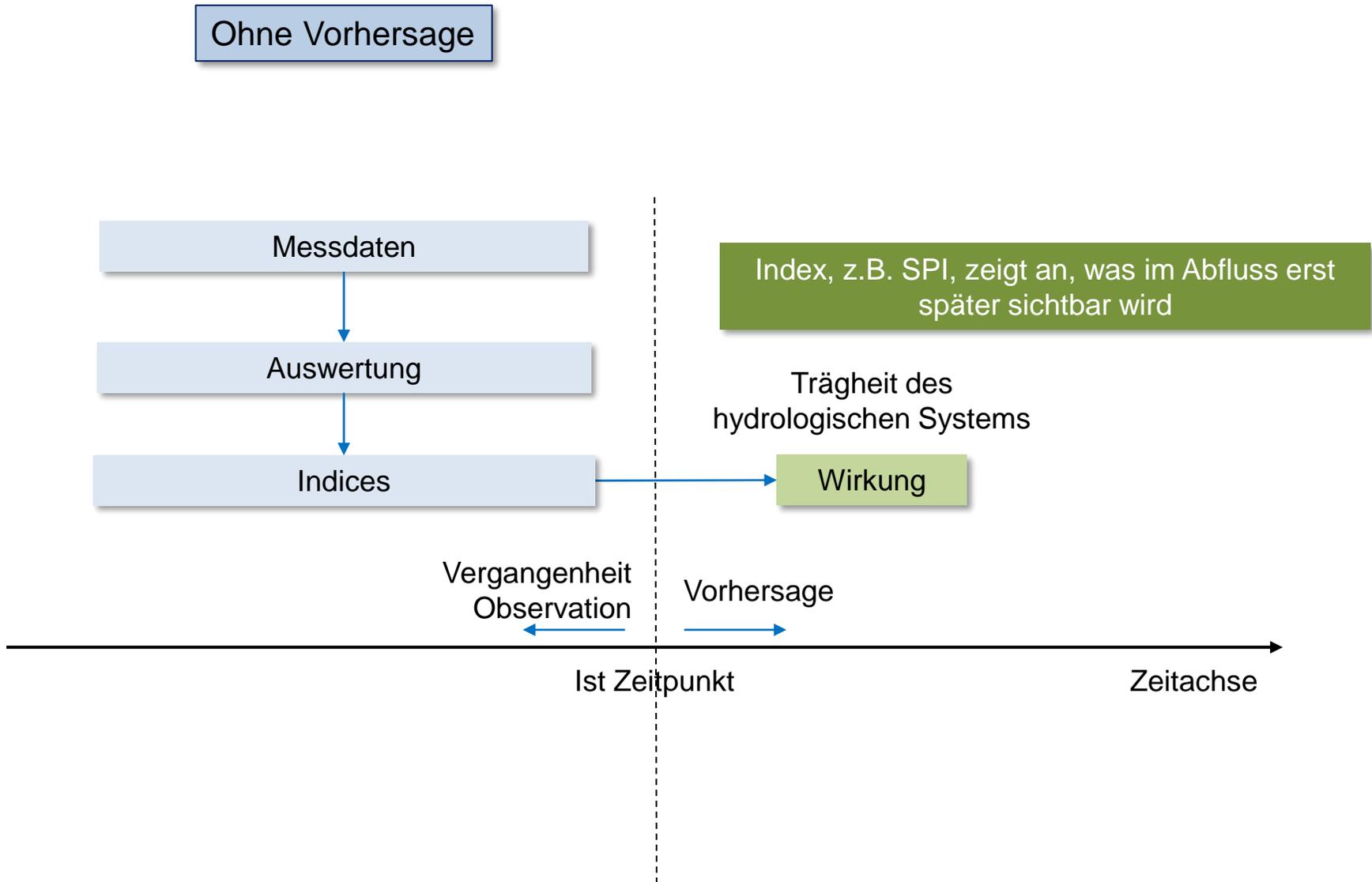
## Beispiel SPI Rurtalsperre

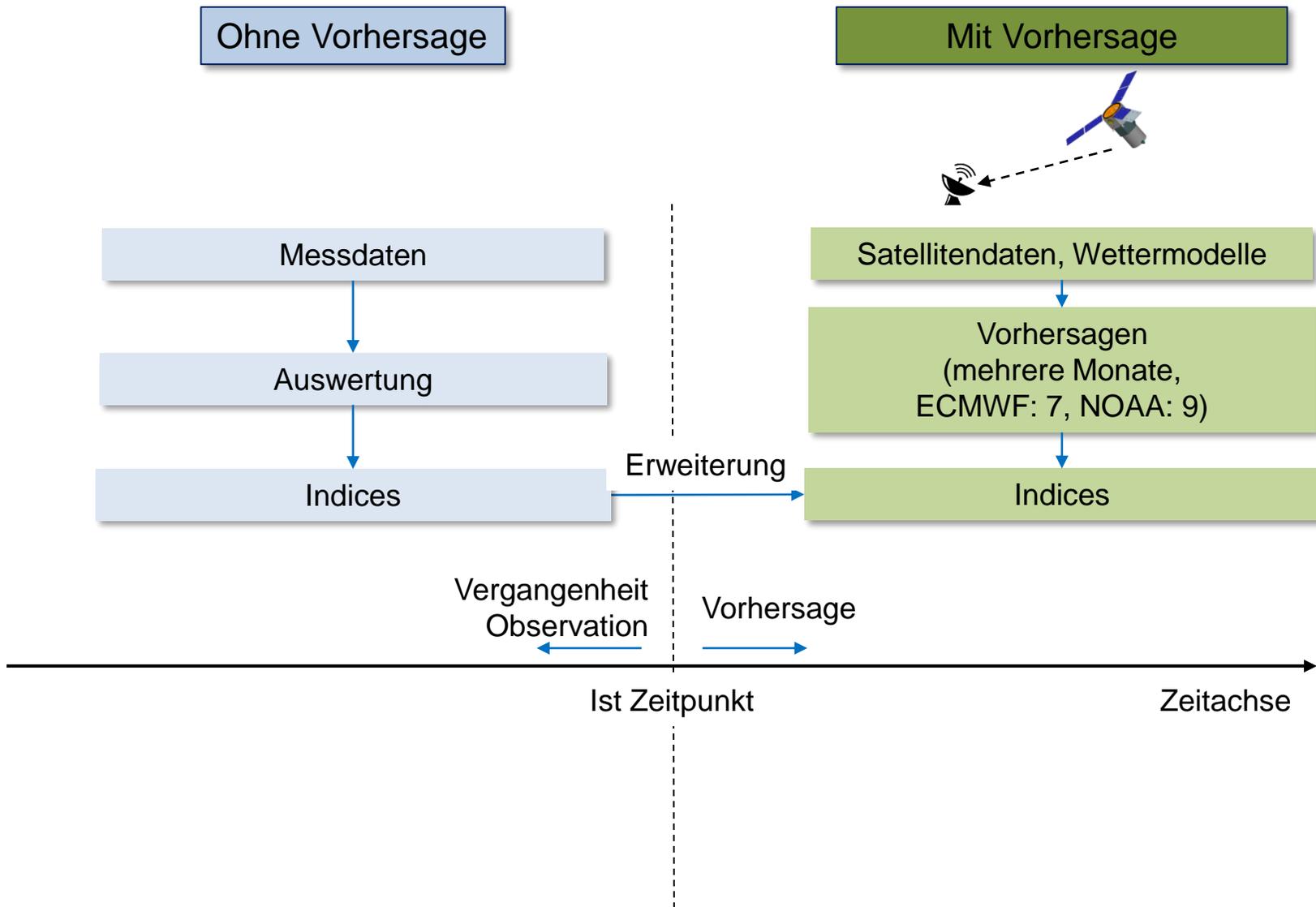
Beispiel Rur-Talsperre



## Beispiel SPI Wiehltalsperre

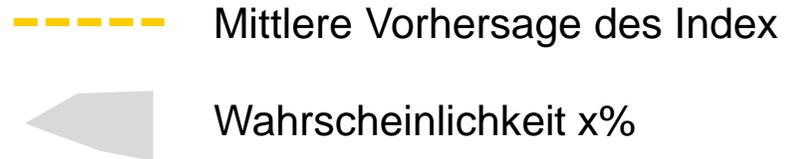
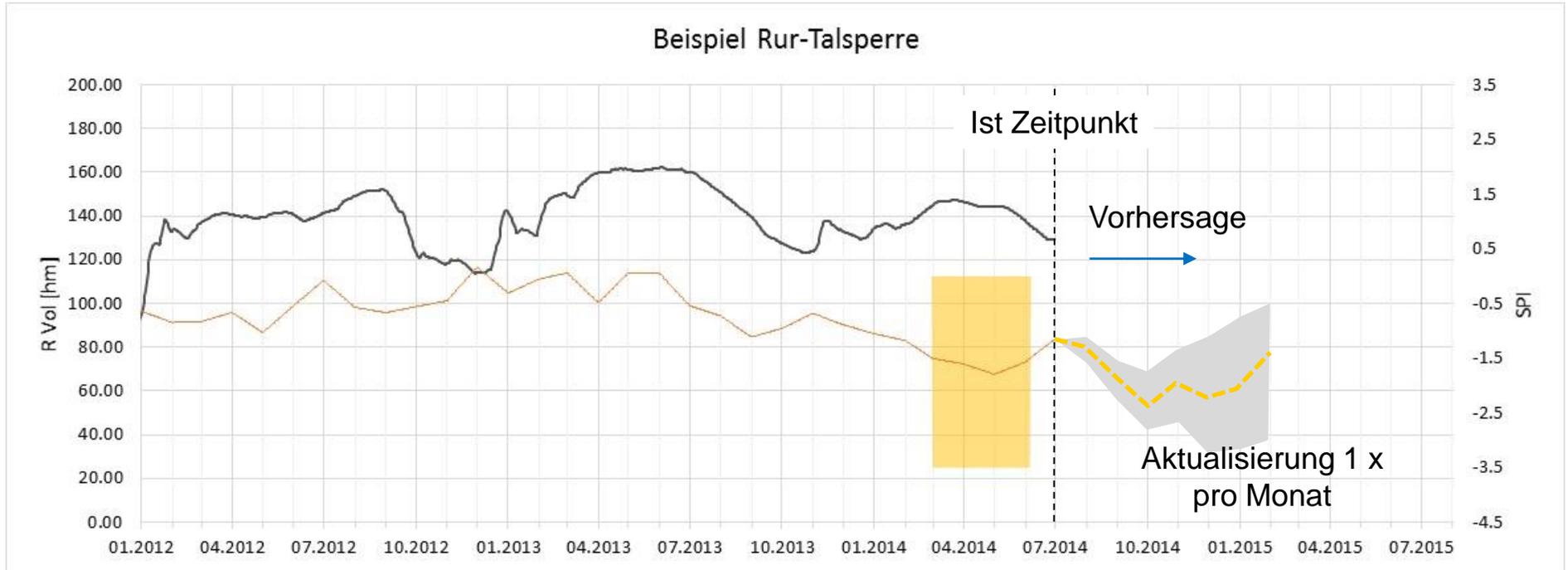


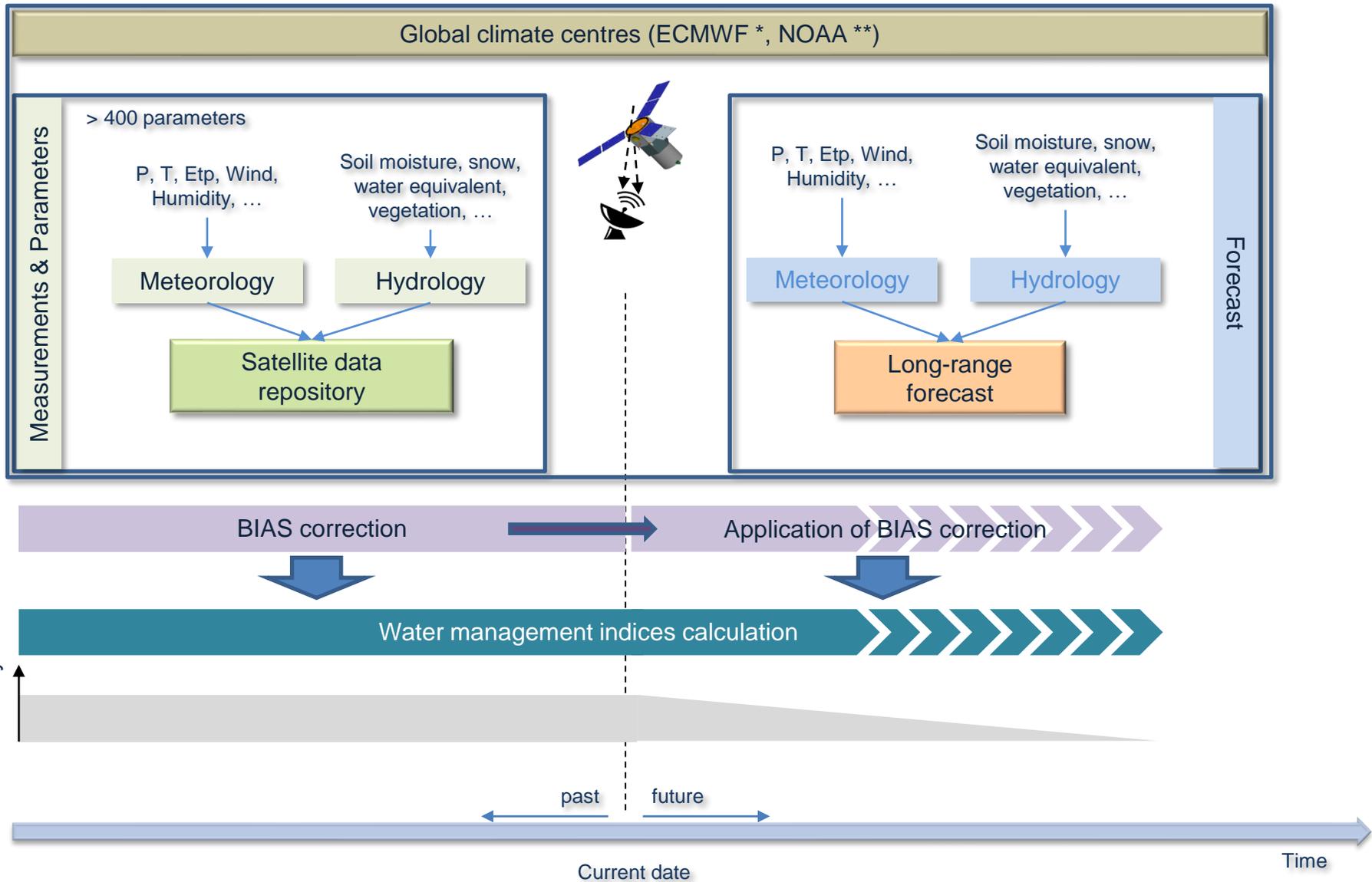




## Beispiel SPI Rurtalsperre

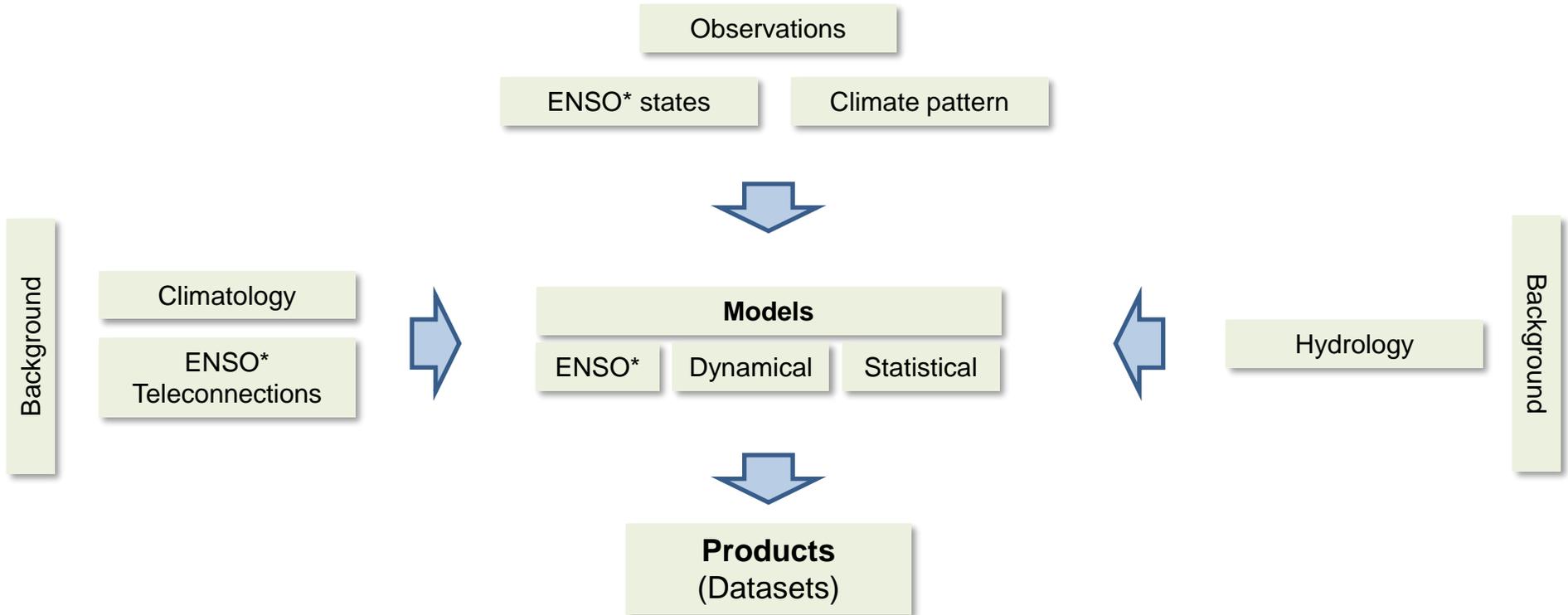
Beispiel Rur-Talsperre





\* ECMWF: European Centre for Medium Weather Forecast  
 \*\* NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

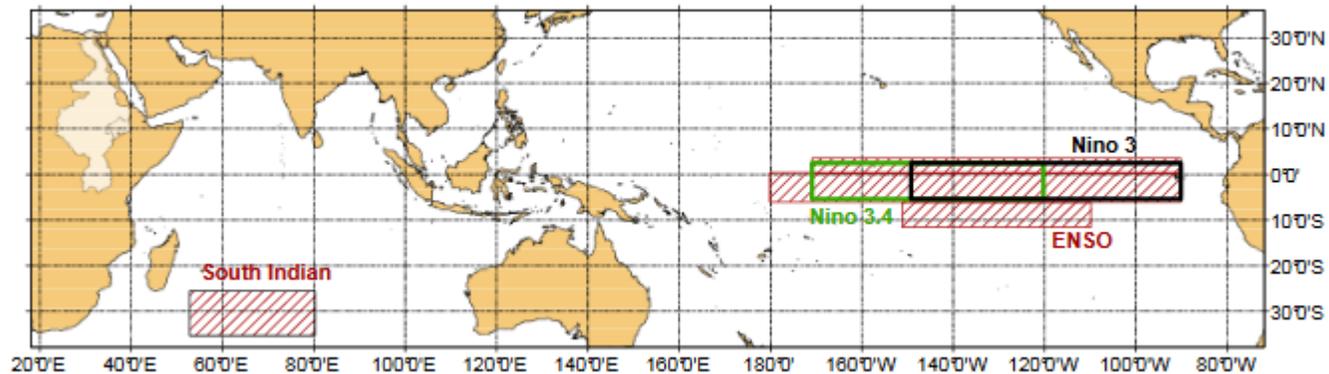
## Aufbau von Vorhersagemodellen



\* ENSO: El Nino Southern Oscillation

## Beispiele von Teleconnections

- Teleconnections meist benutzt als Beziehung zwischen Sea Surface Temperature und Klimaparametern
- Teleconnections Sea Surface Temperature South Indian Ocean mit Hochwasser und Trockenperioden am Nil



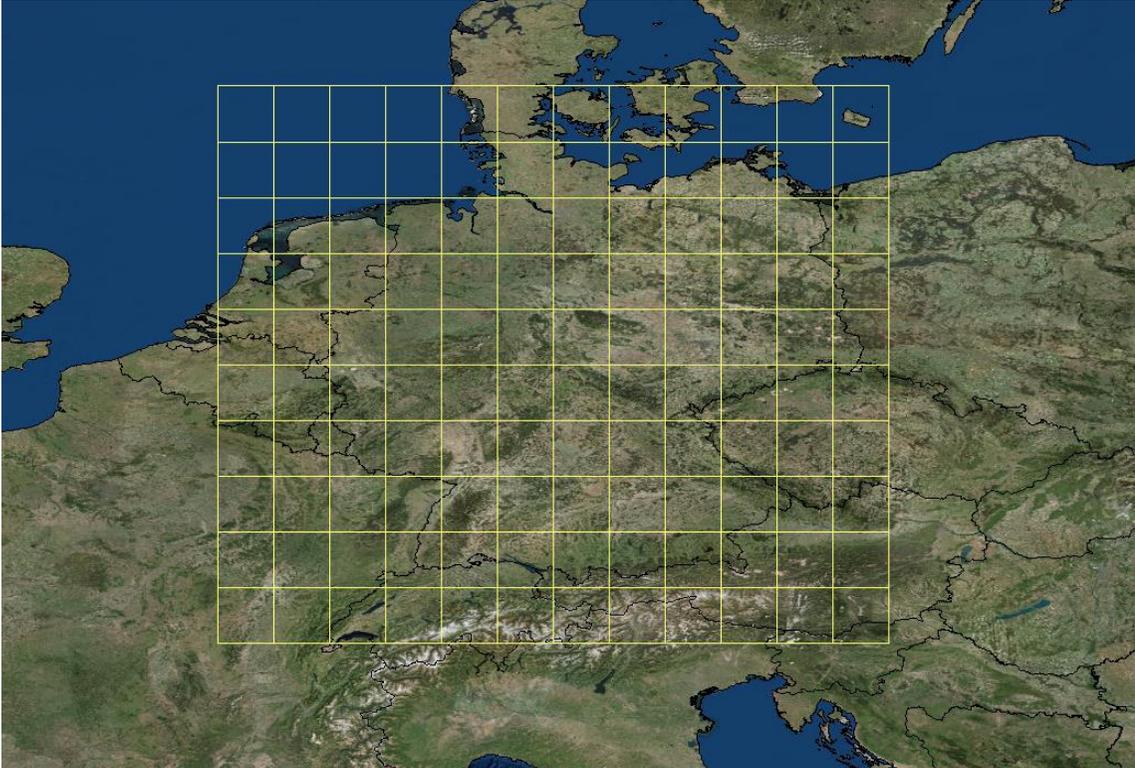
source: M. S. Siam and E. A. B. Eltahir, Massachusetts Institute of Technology, USA, 2015



In TASK werden aus Zeitgründen keine Teleconnections untersucht

## NOAA Vorhersagemodell

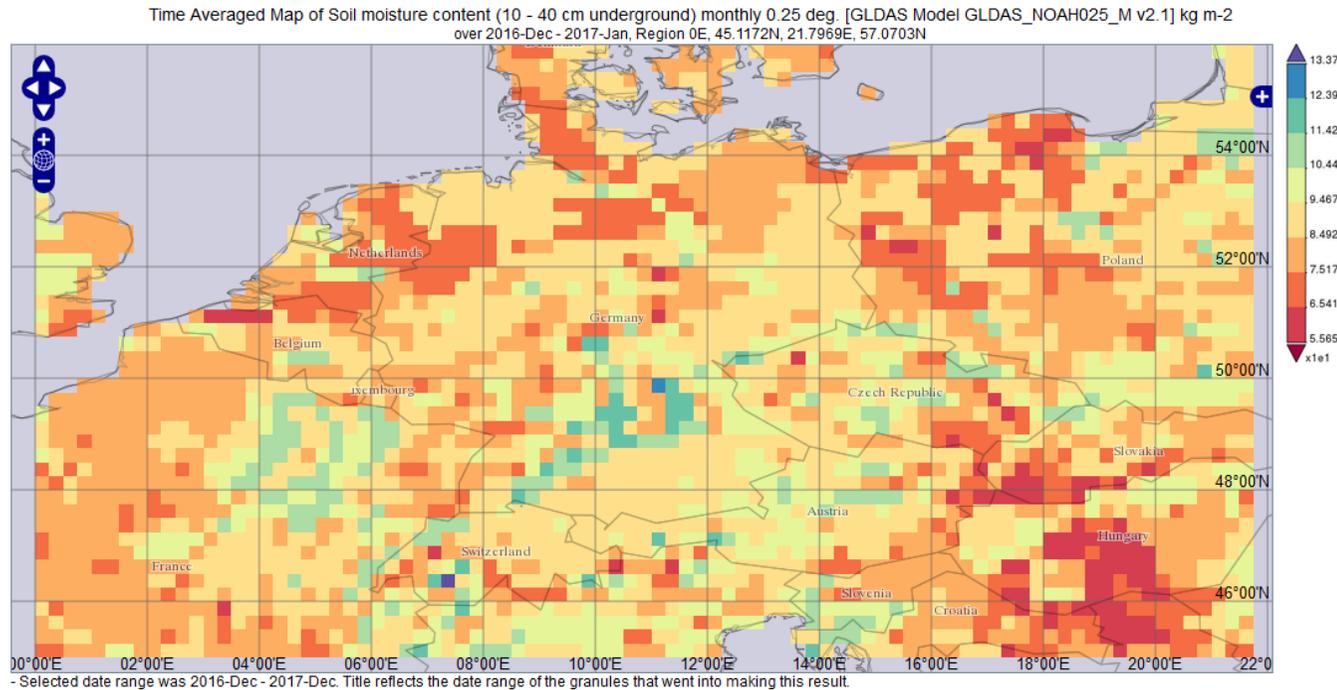
- Rasterfeld des NOAA Vorhersagemodells ( $\sim 1$  Grad Zellgröße  $\approx 71$  km)



- Vorhersagen über 9 Monate mit Monatswerten, Aktualisierung pro Tag 4 mal
- National Centers for Environmental Prediction. Modelliert die Interaktion von Atmosphäre, Ozeane, Land und Polkappen, operationall seit März 2011

## Satellitendaten NASA (global land data assimilation system (GLDAS))

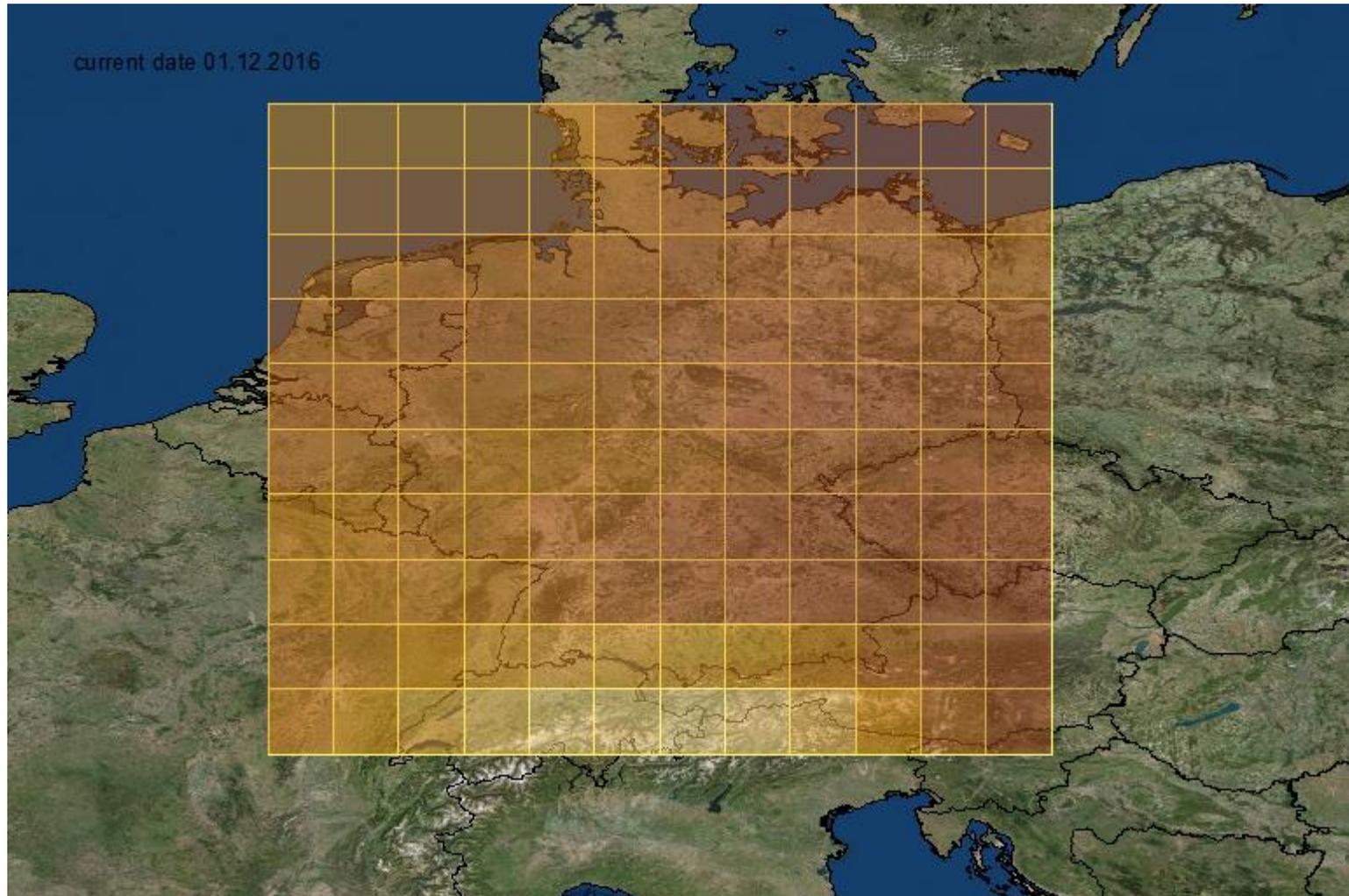
- Rasterfeld Bodenfeuchte GLDAS Model (~ 0.25 Grad Zellgröße ≈ 18 km)

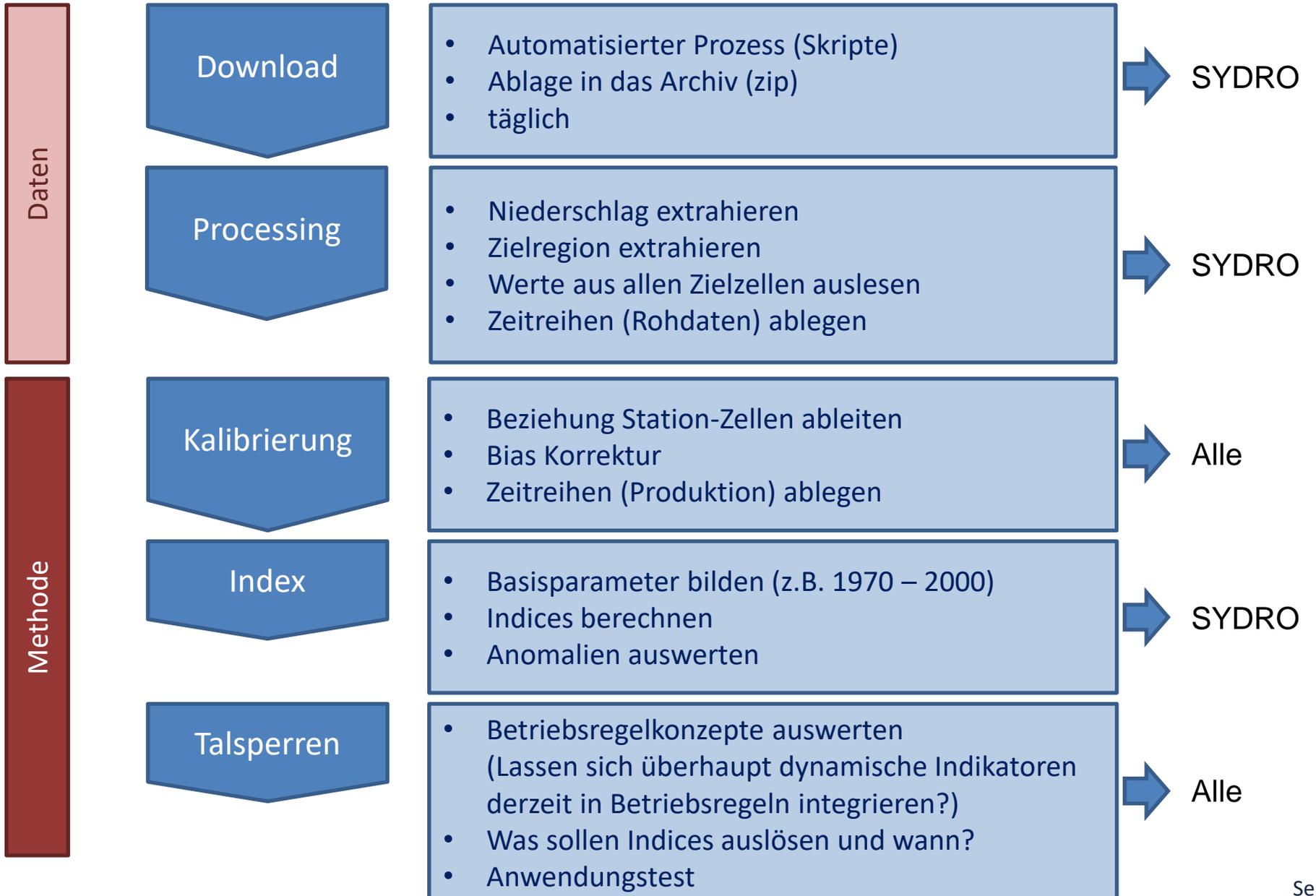


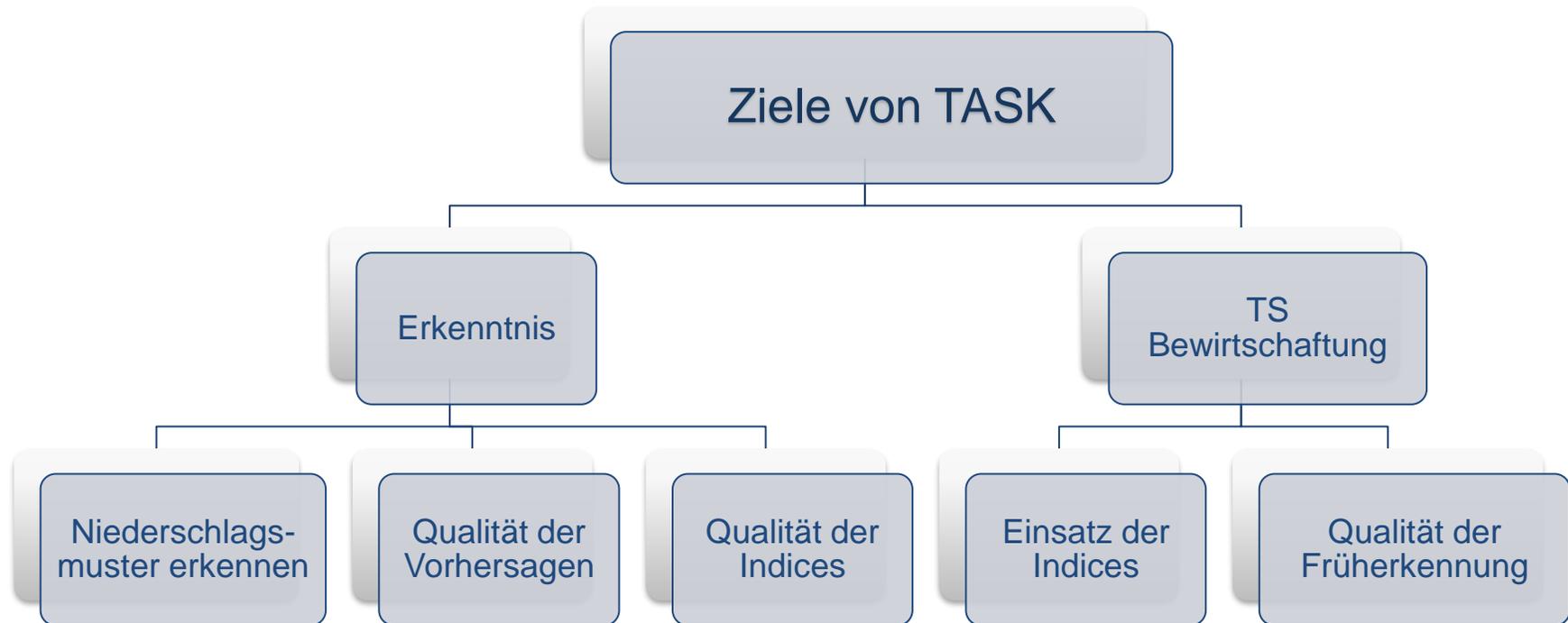
- Aktualisierung der Bodenfeuchtedaten monatlich
- Stammt aus dem NOAH Land-Surface-Model zur Abbildung der Boden-Vegetation-Schnee Prozesse
- Seit 1996 operationell

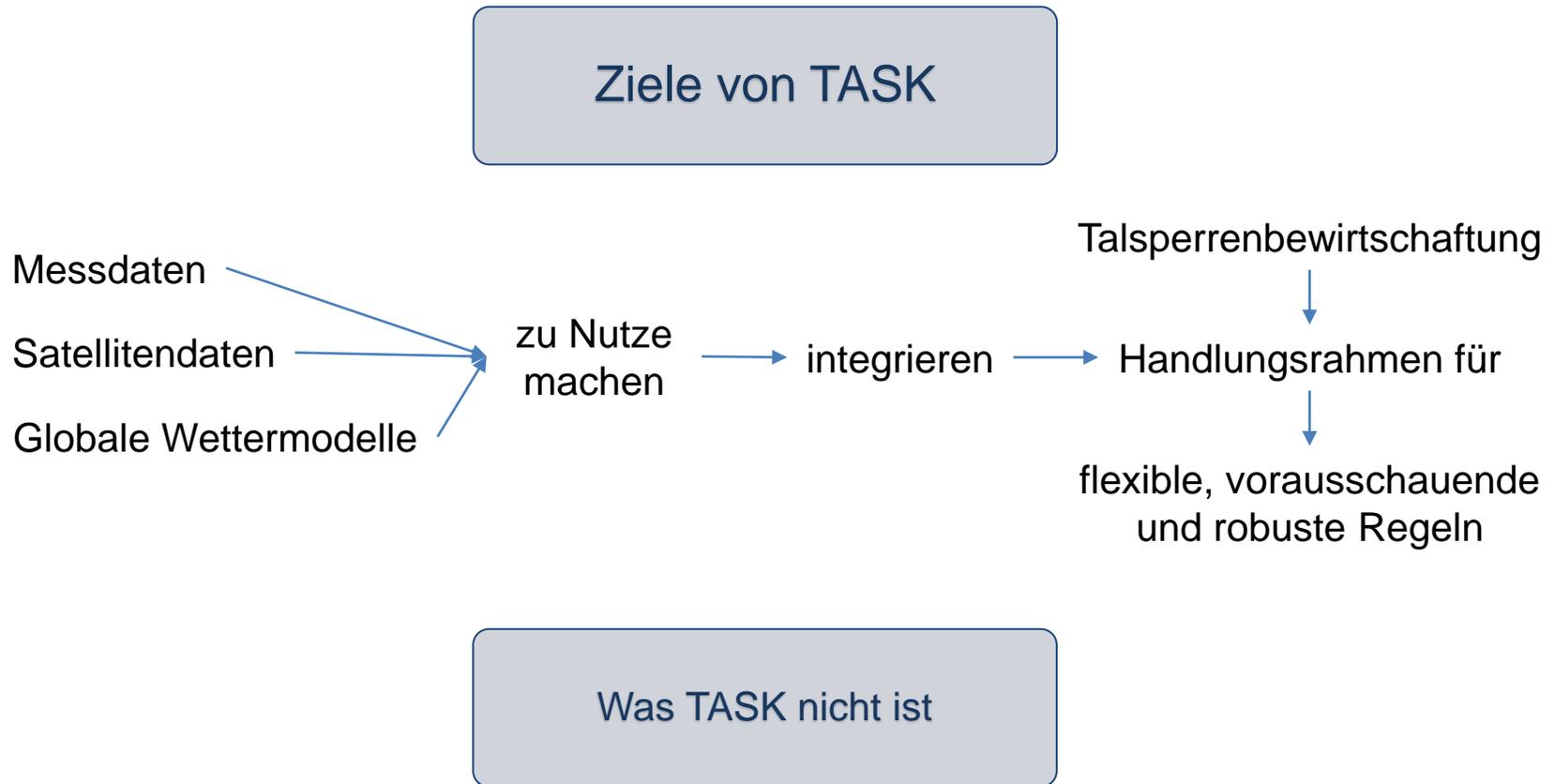
## Beispiel einer Vorhersage

- ArcGIS Animation









Plattform, um für alle anwesenden Talsperren neue Betriebsregeln mit Integration von Indices aufzusetzen

## Was wir uns wünschen (Ausblick)

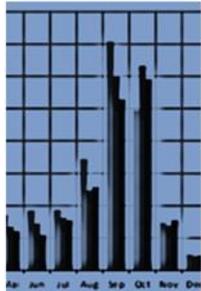
- Indices zu einem robusten vorausschauenden Instrument führen
- Wir bei den Betreibern das Interesse wecken, diese in ihren TS-Betrieb aufzunehmen
- Wir bei der Aufsichtsbehörde Interesse wecken, diesen neuen Weg mitzugehen und für eine dynamische Erweiterung von Betriebsregeln offen sind
- Fortsetzung der Umsetzung:
  - Überführung der Methode in einen operationellen Modus
  - Berechnung für ganz NRW, LTV Einzugsbereich oder andere Bundesländer
  - TS-Betreiber erhalten aktualisierte Berechnungen für ihre Talsperre
  - Unterstützung einer Online-Plattform durch das Land NRW

# Inhalt



- Hintergrund
- Datenverfügbarkeit
- Methode
- Ziele

# Praxis



- Benötigte Daten
- Zeitplan

## Zeitreihen

(sofern vorhanden)

Niederschlag

Temperatur

Bodenfeuchte

Schnee

Klimadaten

Abfluss (Pegel und Zulauf TS)

Wasserstand und Inhalt der TS

## Metadaten

Interpretation

Herkunft

Station und Name

Koordinaten

## Organisation

Template für Metadaten wird auf der Homepage als Download bereitgestellt

Format: ASCII, spaltenorientiert, Datum: JJJJMMTThhmm Wert

Valide Formate werden auf der Homepage benannt werden (ZRXP, UVF, AQZ, ...)

Datenplattform wird über Homepage bekannt gegeben



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit