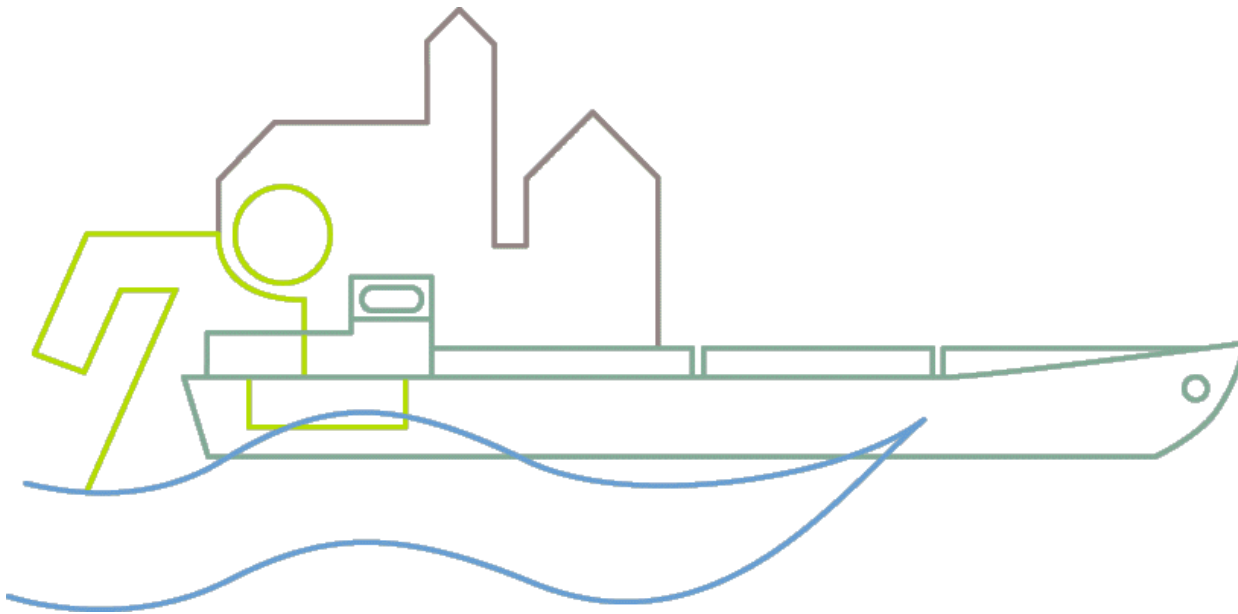




LARSIM als verkehrswasserwirtschaftliches Prognosetool

- Vorhersage- und Projektionsprodukte der BfG -

Claudius Fleischer, Barbara Frielingsdorf, Dr. Enno Nilson, Thomas Recknagel, Dr. Martin Helms, Bastian Klein, Dennis Meißner

Referat M2 - Wasserhaushalt, Vorhersage und Prognosen
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Internationaler LARSIM-Anwenderworkshop 2020
24. März 2020, Duisburg

Zeitskalen der Vorhersagen und Projektionen

Vergangenheit	5 Tage	1 Woche	10 Tage	6 Wochen	6 Monate	10 Jahre	100 Jahre
	kurzfristig	mittelfristige	sub-saisonal	saisonal	dekadisch	multidekadisch	

Monitoring

Vorhersage

Projektion

Bereitstellung

Vergangenheit	4 mal täglich	(arbeits-)täglich	wöchentlich	monatlich	jährlich	ca. 5 jährlich
---------------	------------------	-------------------	-------------	-----------	----------	----------------

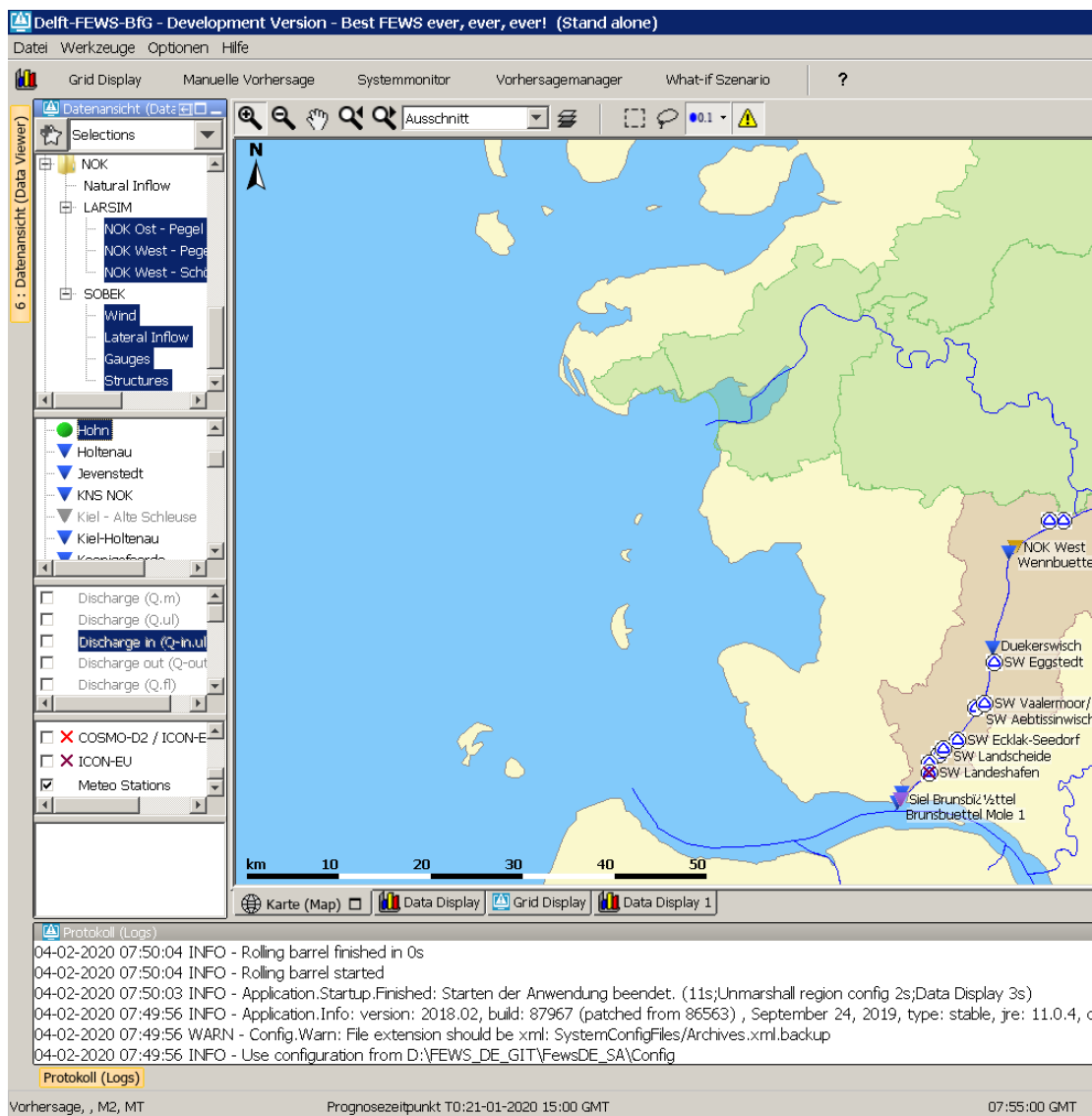
NOK-Vorhersage

Vergangenheit **5 Tage** 1 Woche 10 Tage 6 Wochen 6 Monate 10 Jahre 100 Jahre

Steckbrief:

- **Modellgebiet:** Nord-Ostsee-Kanal (NOK)
- **Modellauflösung:** 1x1 km Raster, Tageswerte
- **Modelle:** LARSIM-NOK, SOBEK River
- **Vorhersagezeitraum:** 5 Tage
- **Meteorologische Vorhersagen:** COSMO-D2 (erste 27h), dann ICON-EU
- **Turnus:** 4 mal täglich (00:00, 06:00, 18:00, 12:00), vollautomatisch
- **Nutzer:** WSV, Land Schleswig-Holstein
- **Seit wann?** Operationeller Testbetrieb seit 15.10.2019
- **Ziel:** Optimierung der Binnenentwässerung durch vorausschauenden Betrieb der wasserbaulichen Anlagen

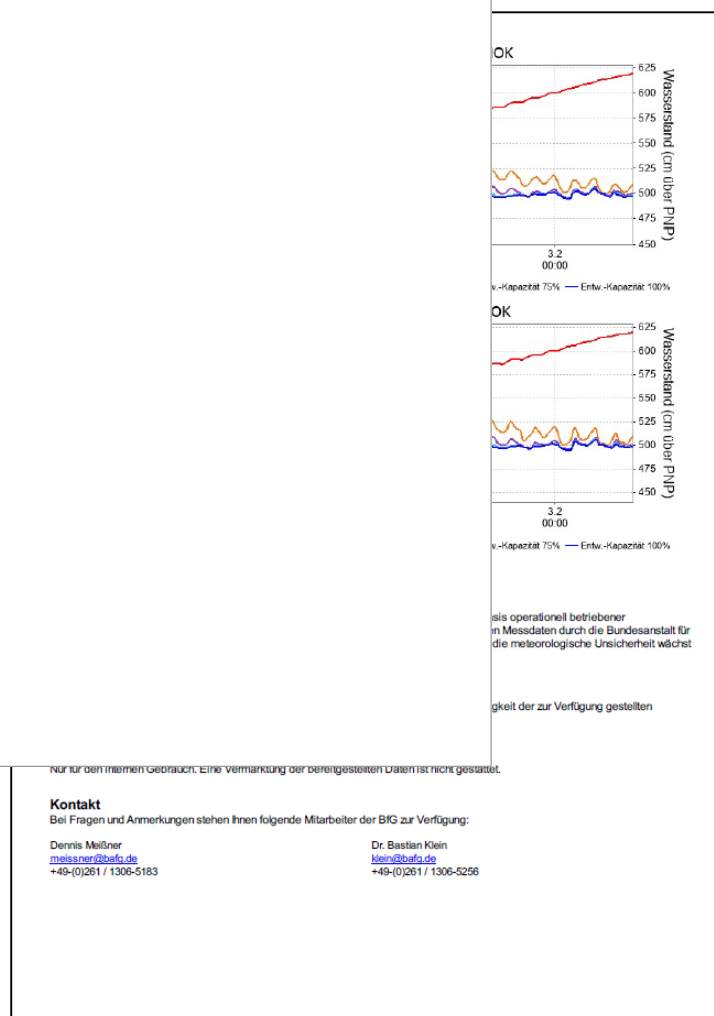
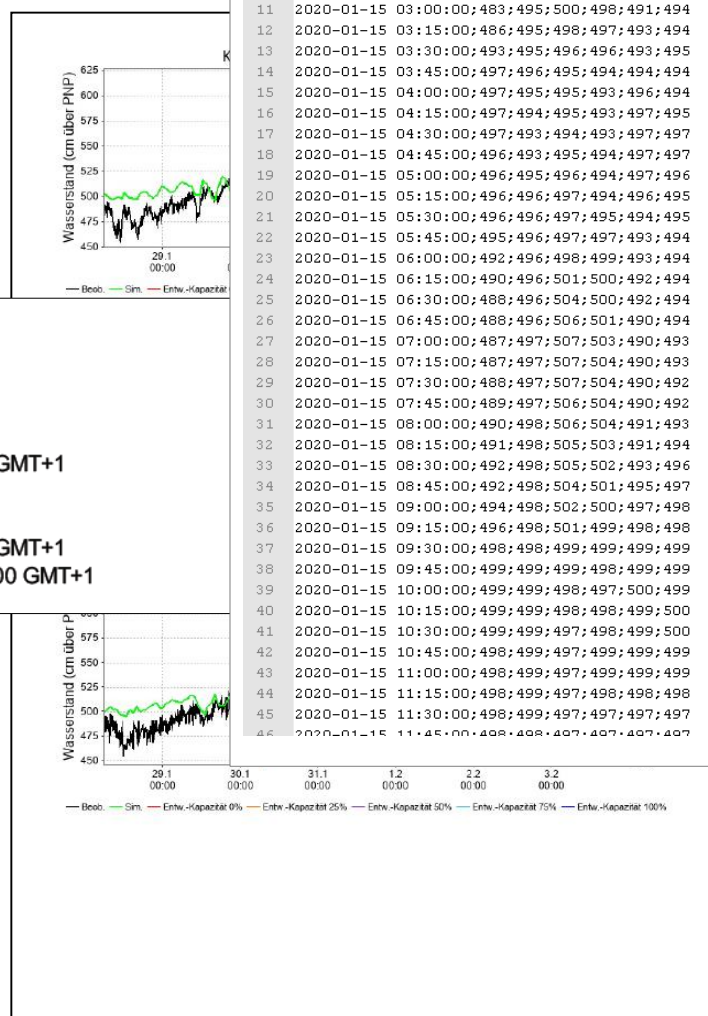
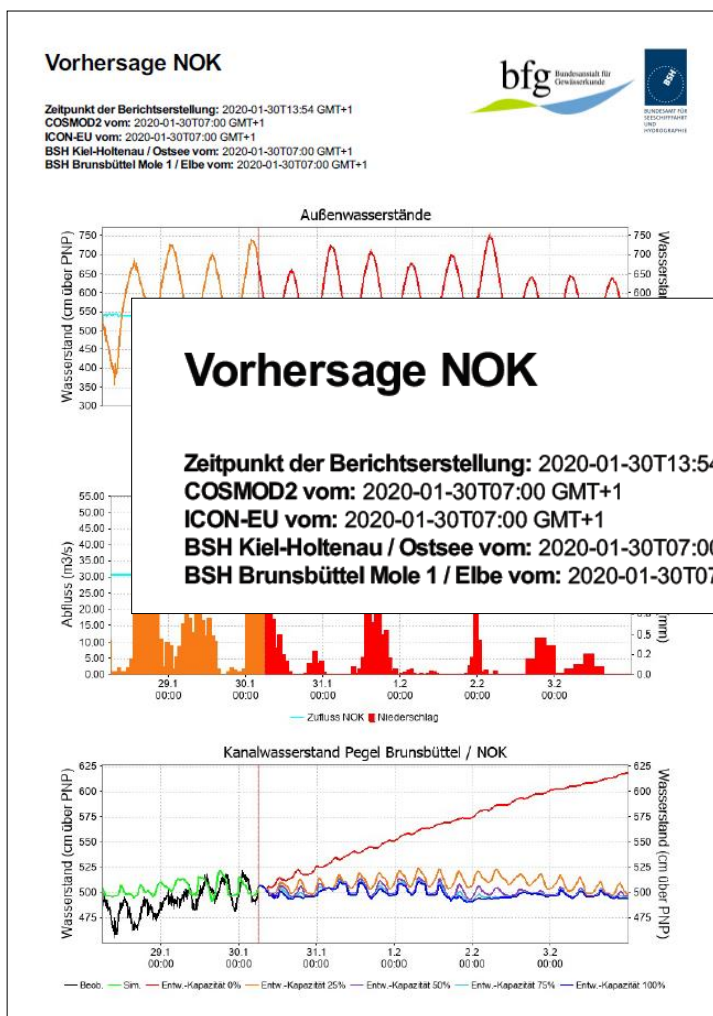
Einzugsgebiet Nord-Ostsee-Kanal (NOK)



- Größe: 1530 km²
- überwiegend landwirt. Nutzung (Acker, Grünland)
- Geländehöhe: ca. -5 bis ca. 85 m ü NN
- 18 Schöpfwerke (Entwässerung Binnenland)

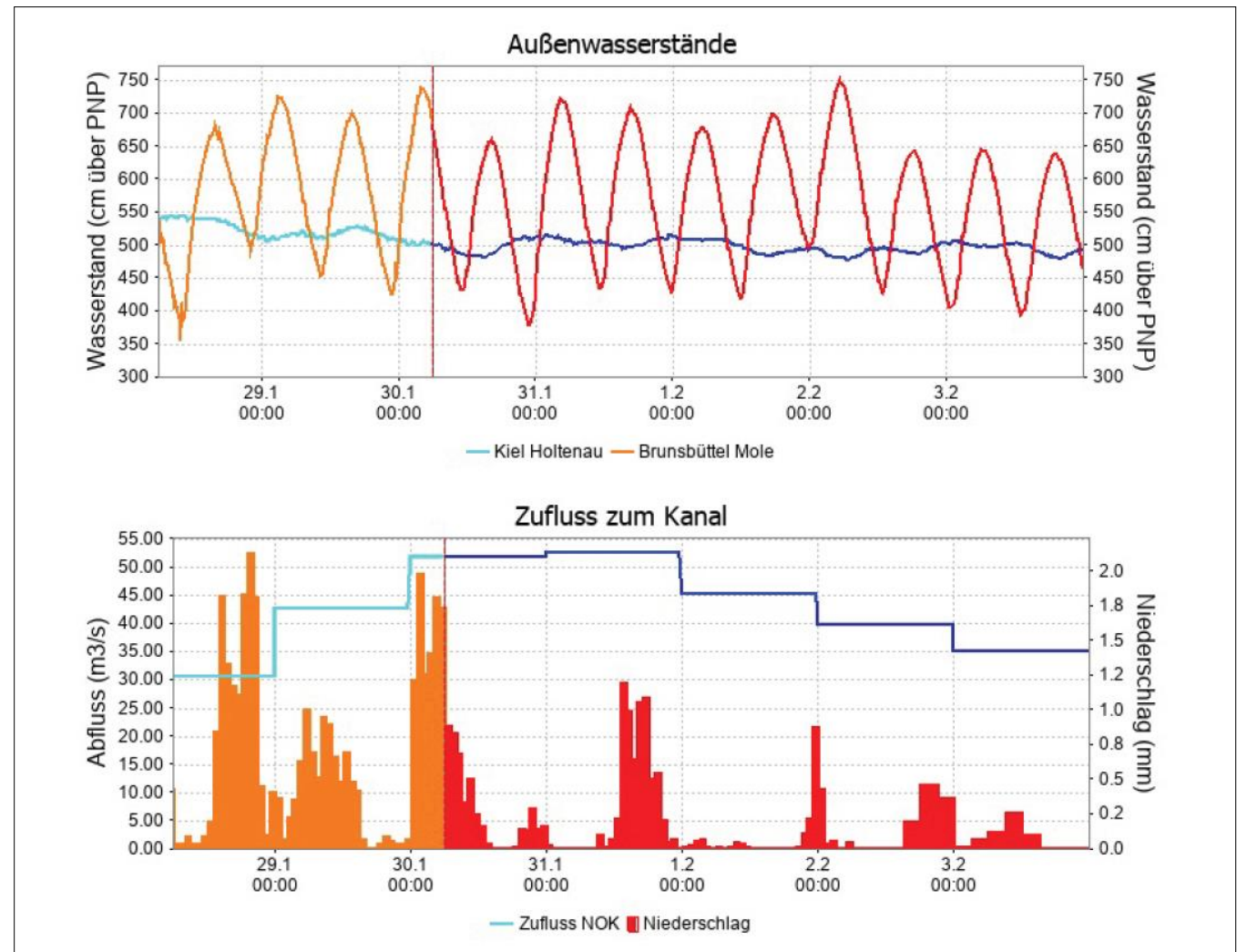
Vorhersageprodukte

- Dreiseitiger PDF-Bericht
- Vorhersagen im csv-Format



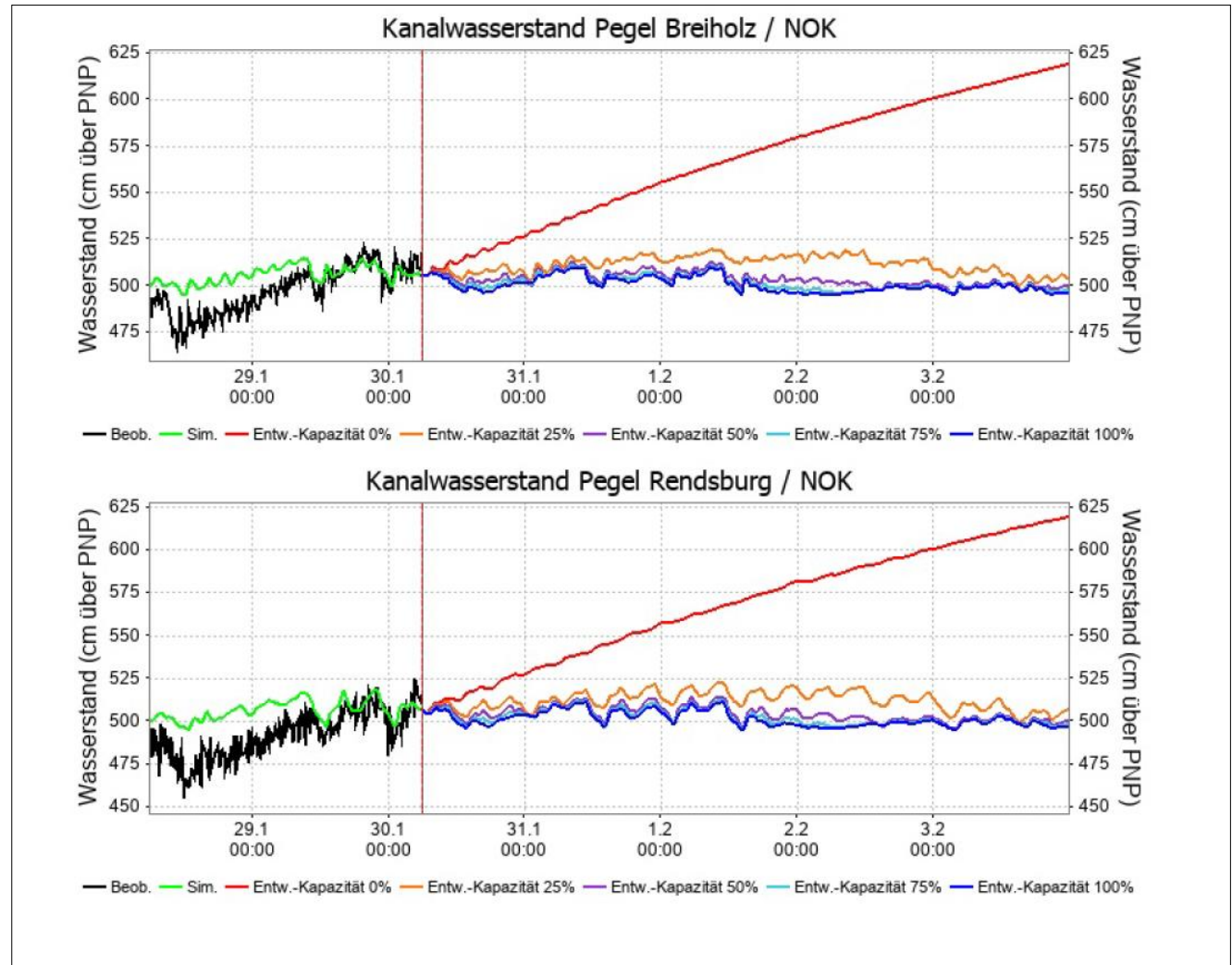
Vorhersageprodukt NOK

- **Externe Messdaten und Vorhersagen** (bedeutsame Randbedingungen für die Vorhersagemodelle)
- Rote senkrechte Linie:
Vorhersagezeitpunkt
- Wasserstände Elbe
und Kieler Förde
(Messung, Vorhersage)
- Niederschläge im
NOK-Einzugsgebiet
(Messung, Vorhersage)
- Zufluss zum NOK
(aktuell ausschließlich
Ergebnisse des
Wasserhaushaltsmodells)



Vorhersageprodukt NOK

- **Wasserstandvorhersagen** für 6 Kanalpegel
(Brunsbüttel/NOK, Dükerswisch, Breiholz, Rendsburg, Königsförde, Kiel Binnen)
- Rote senkrechte Linie:
Vorhersagezeitpunkt
- Vergangenheit (2 Tage):
gemessene (1min-Werte)
und simulierte Wasserstände
(15min-Werte)
- Zukunft (5 Tage)
simulierte Wasserstände
(Antrieb Vorhersagen von
DWD und BSH) für 5 vor-
definierte Entwässerungs-
kapazitäten zwischen
0 % und 100 %



Hydrologische 6-Wochen-Vorhersage

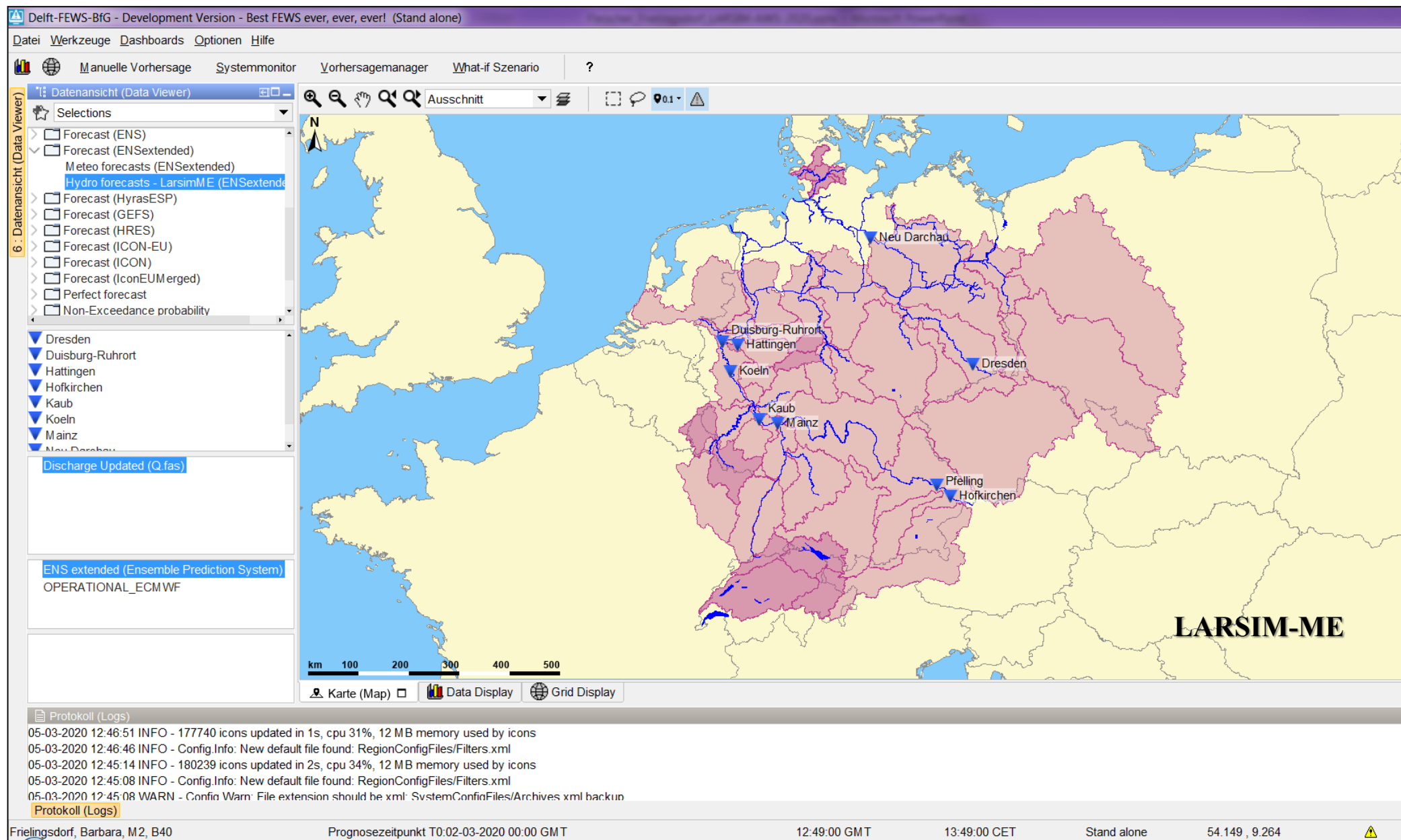
Vergangenheit 5 Tage 1 Woche 10 Tage **6 Wochen** 6 Monate 10 Jahre 100 Jahre

Steckbrief:

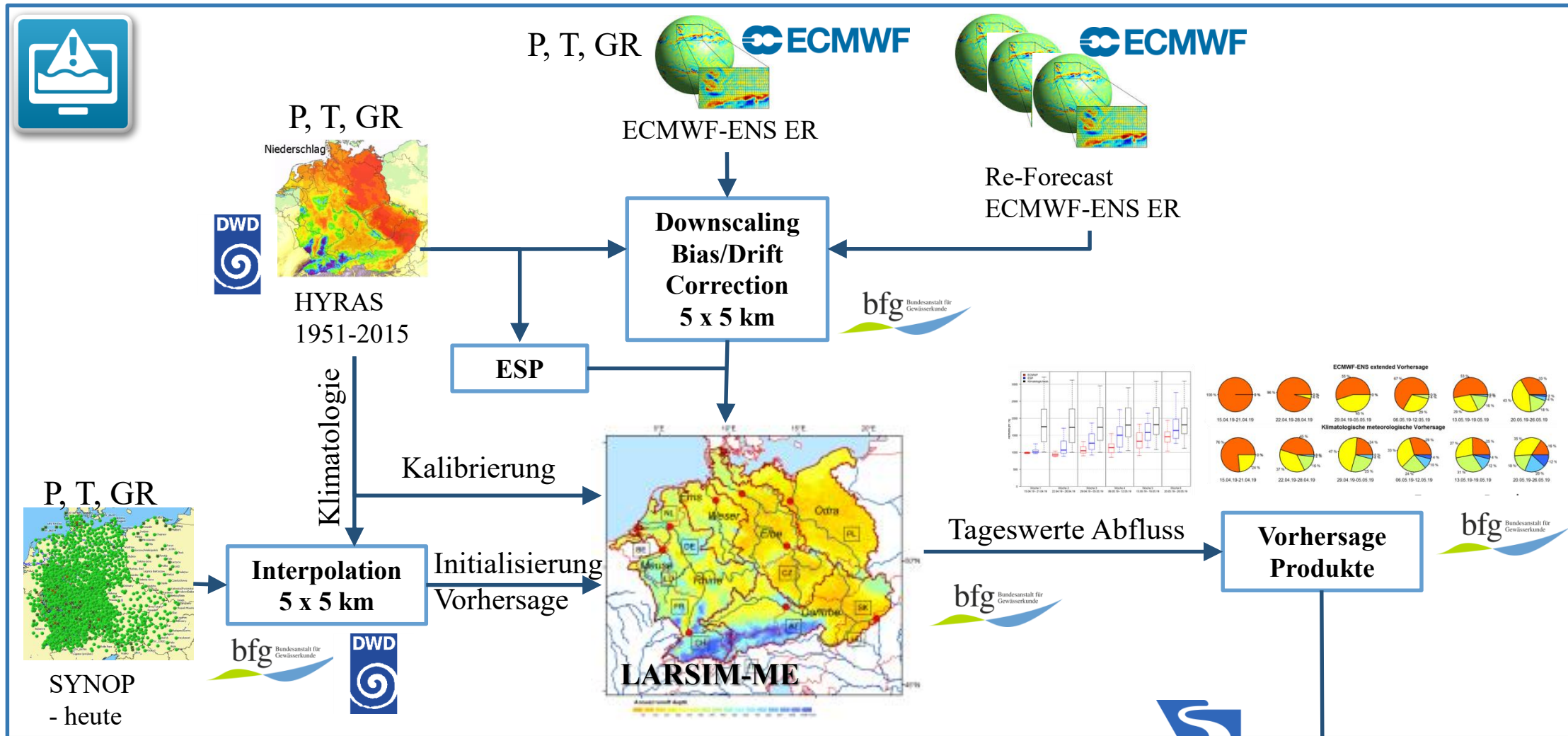


- **Modellgebiet:** Elbe (Dresden, Neu Darchau), Donau (Hofkirchen, Achleiten), Rhein (Mainz, Kaub, Köln, Duisburg-Ruhrort, Hattingen (Ruhr))
- **Modellauflösung:** 5x5 km Raster, Tageswerte
- **Modell:** LARSIM-ME
- **Vorhersagezeitraum:** 46 Tage
- **Meteorologische Vorhersagen:** ECMWF-ENS extended (51 Ensemblemember), ESP aus HYRAS (1964-2014: 51 Ensemblemember)
- **Turnus:** jeden Dienstag, semi-automatisch
- **Nutzer:** HPA, WSV, Ruhrverband, IMPREX-Stakeholder (Industrie, ...)
- **Seit wann?** Präoperationeller Betrieb seit 01.03.2019
- **Ziel:** Optimierung des Sedimentmanagements an der Tideelbe, vorausschauender Binnentransport

Einzugsgebiete 6-Wochen-Vorhersage



Workflow 6-Wochen-Vorhersage

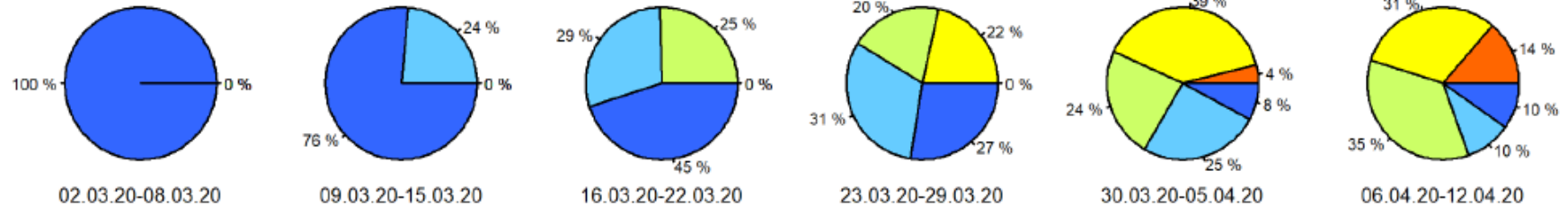


Kuchendiagramme

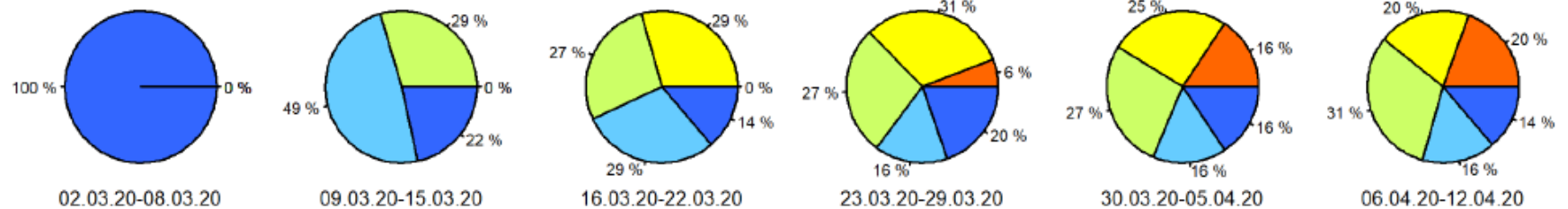
Hydrologische 6-Wochen-Vorhersage Duisburg-Ruhrort

Vorhersage vom: 02.03.2020

ECMWF-ENS extended Vorhersage



Klimatologische meteorologische Vorhersage



Grenzen der Abflussklassen

	02.03 - 08.03	09.03 - 15.03	16.03 - 22.03	23.03 - 29.03	30.03 - 05.04	06.04 - 12.04
niedrig	< 1690 m³/s	< 1610 m³/s	< 1620 m³/s	< 1660 m³/s	< 1690 m³/s	< 1720 m³/s
etwas niedriger	< 2010 m³/s	< 2010 m³/s	< 2190 m³/s	< 2190 m³/s	< 2210 m³/s	< 2130 m³/s
mittel	< 2620 m³/s	< 2710 m³/s	< 2710 m³/s	< 2840 m³/s	< 2840 m³/s	< 2830 m³/s
etwas höher	< 3740 m³/s	< 3590 m³/s	< 3620 m³/s	< 3660 m³/s	< 3630 m³/s	< 3270 m³/s
hoch	> 3740 m³/s	> 3590 m³/s	> 3620 m³/s	> 3660 m³/s	> 3630 m³/s	> 3270 m³/s



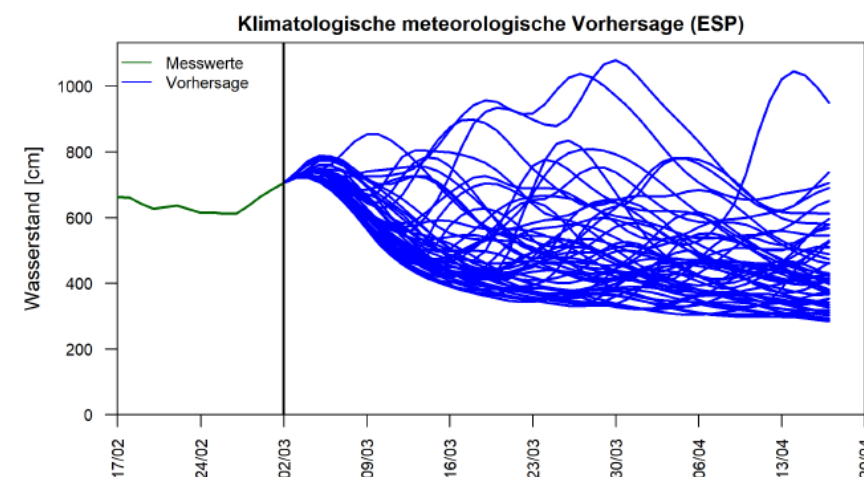
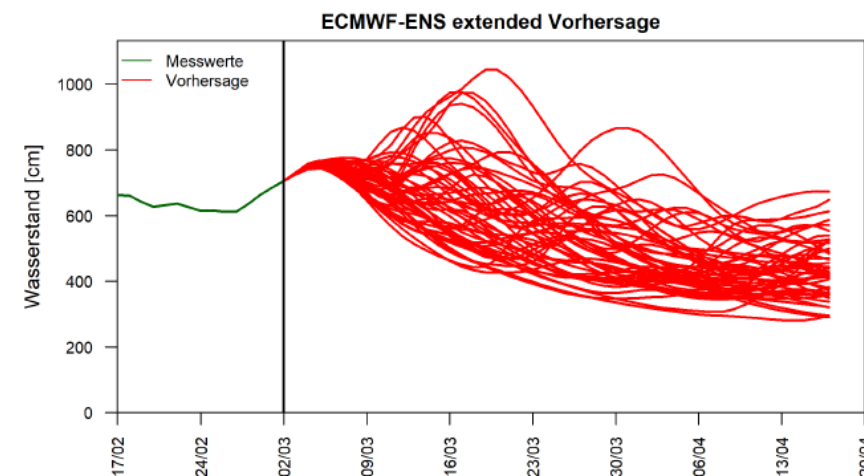
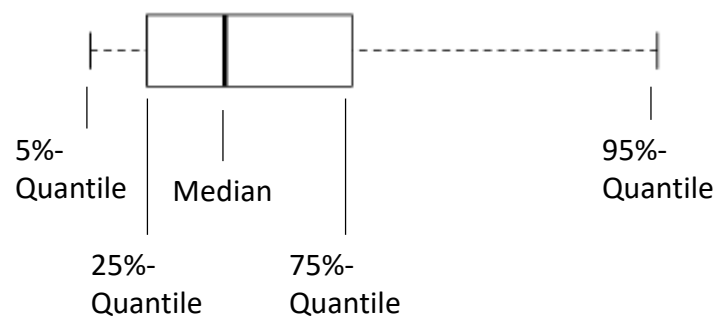
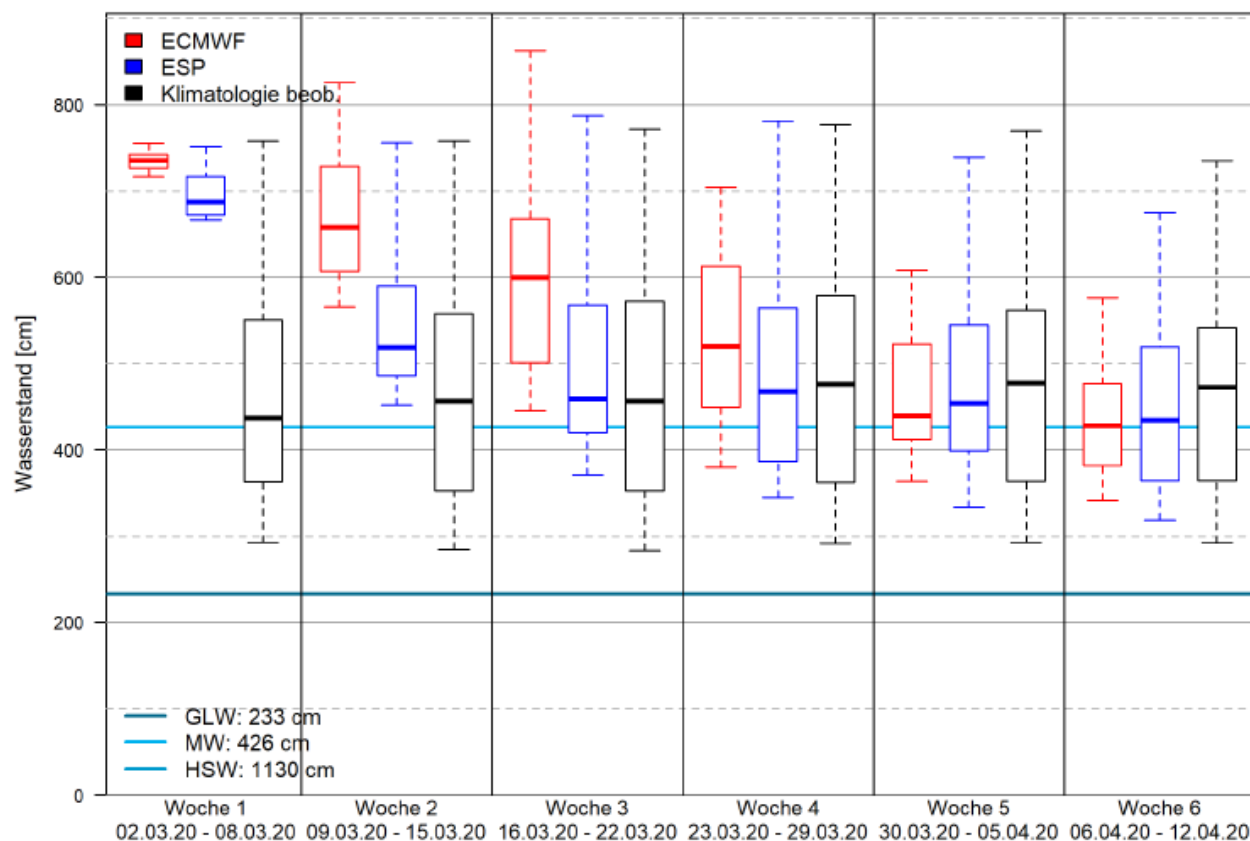
Abfluss-Quintile („Fünfklassen-Vorhersage“)

Basierend auf den Messdaten (Wochenmittel) des Referenzzeitraums 1964-2014 wurden für jede Woche des Jahres fünf gleich wahrscheinliche Klassen des Abflusses (Quintile) ermittelt. In jeder Klasse liegen somit 20 % der historischen Daten der jeweiligen Woche. Die Grenzen der Klassen sind wochenweise obiger Tabelle zu entnehmen.

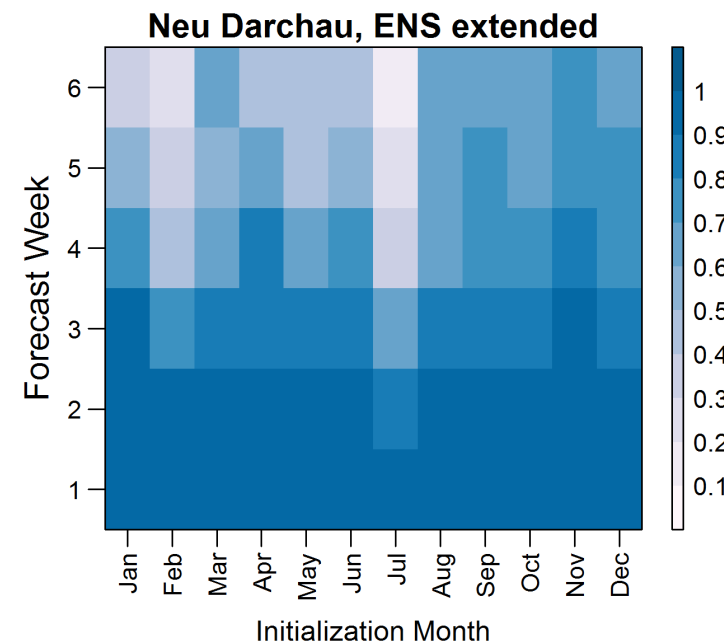
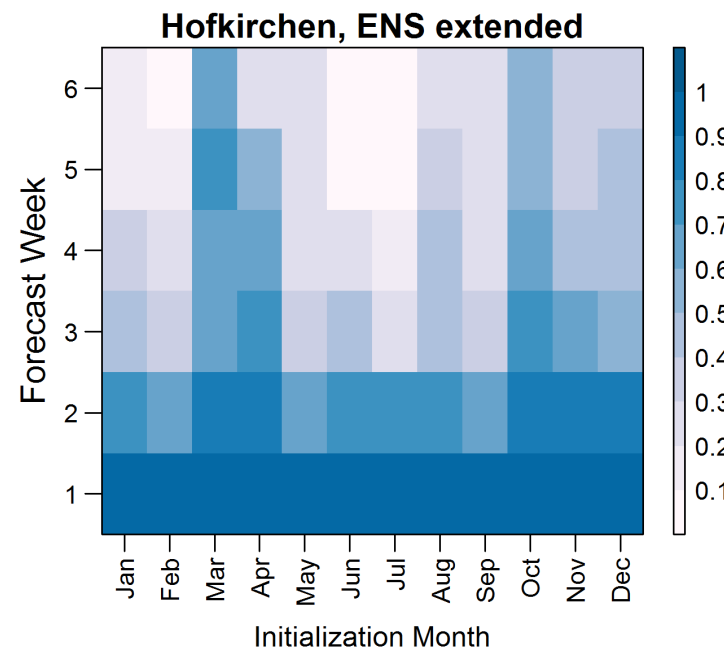
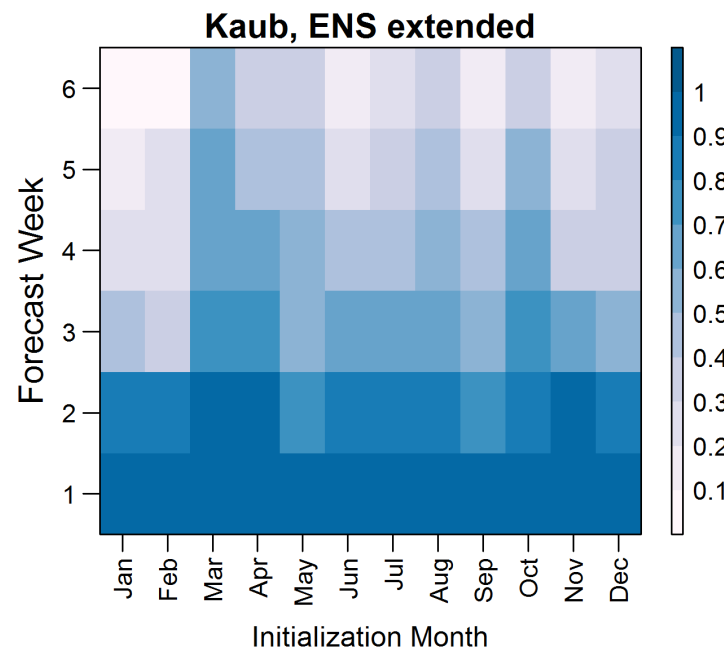
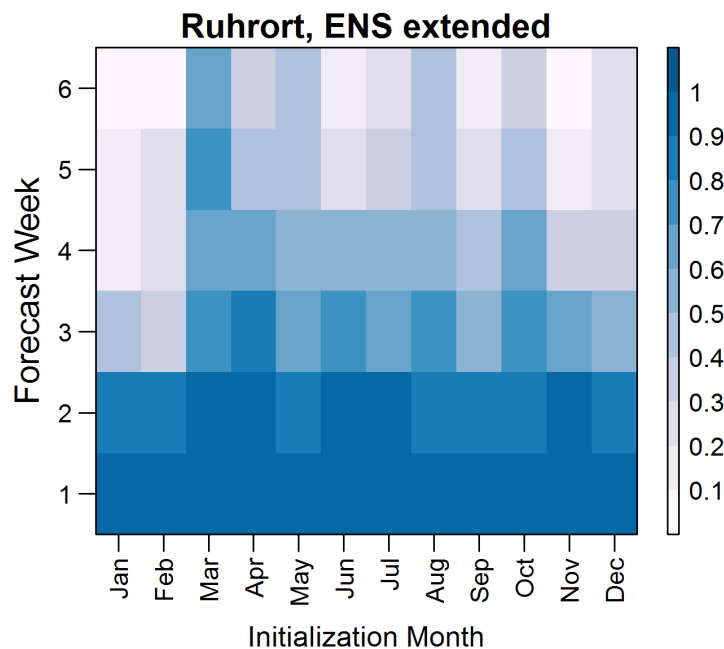
Boxplots und Spaghettiplots

Duisburg-Ruhrort

Vorhersage vom 02.03.2020



Pearson Korrelation ENS extended



Hindcastperiode:

2000-2016

Re-Forecasts

der ENS extended

(11 Ensemblemitglieder)

LARSIM-ME@Klimawandel

Vergangenheit

5 Tage

1 Woche

10 Tage

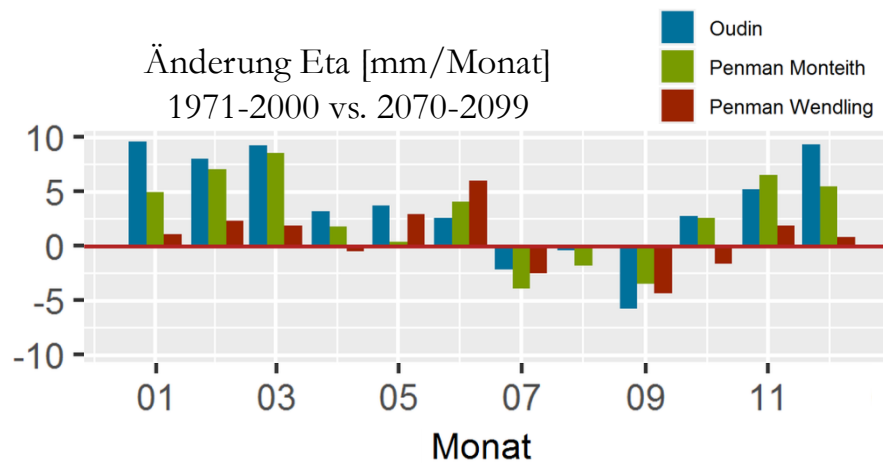
6 Wochen

6 Monate

10 Jahre

100 Jahre

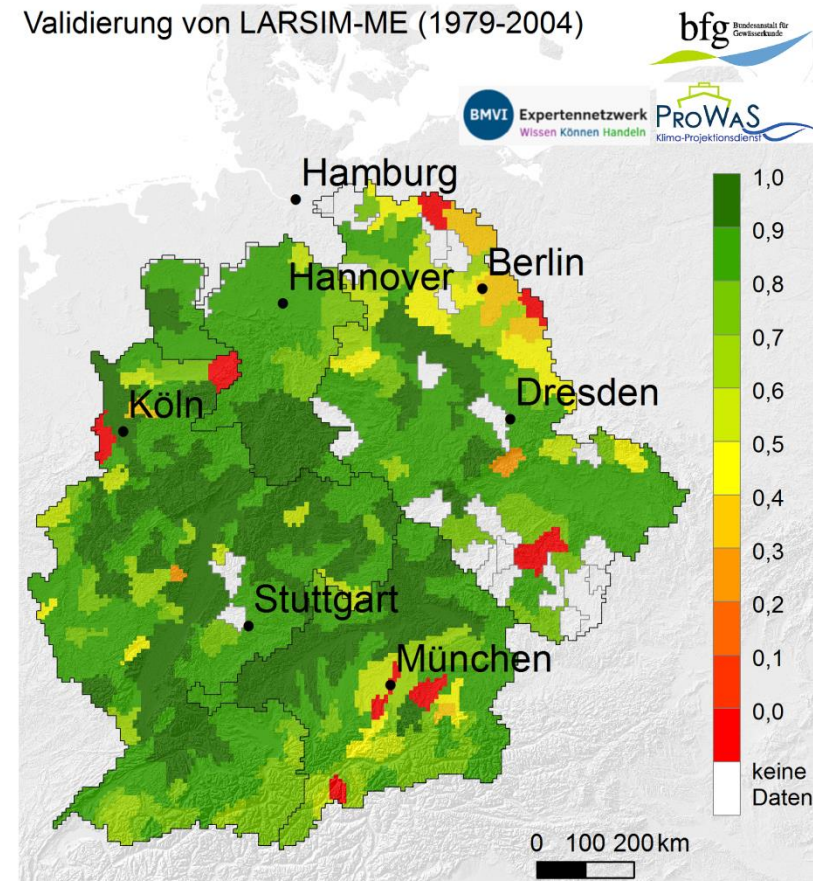
- Verdunstung
- Wellenablauf
- Schnee
- Talsperren



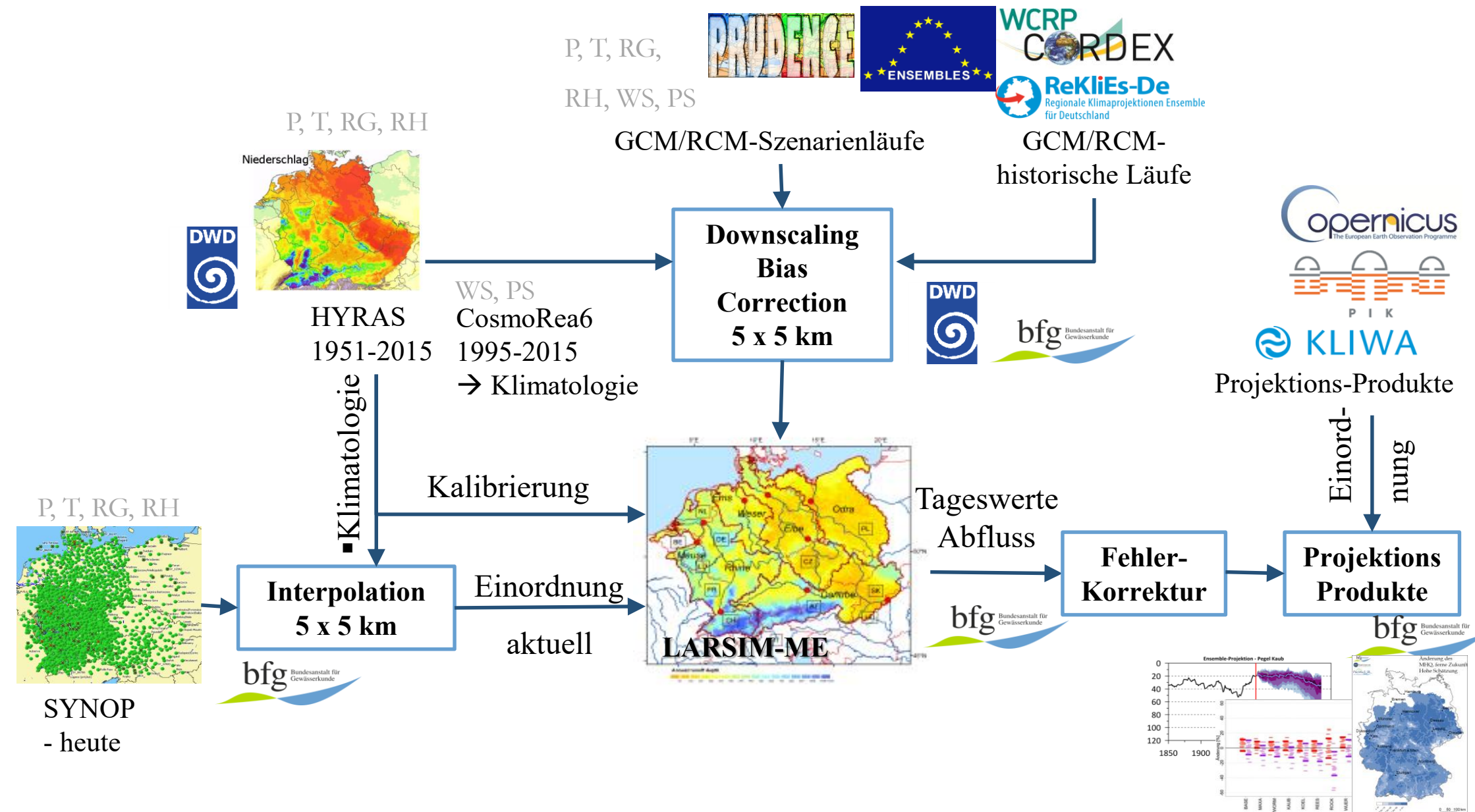
EC-EARTH_RCP85_REMO_r12

Einzugsgebiet Wolfsmünster

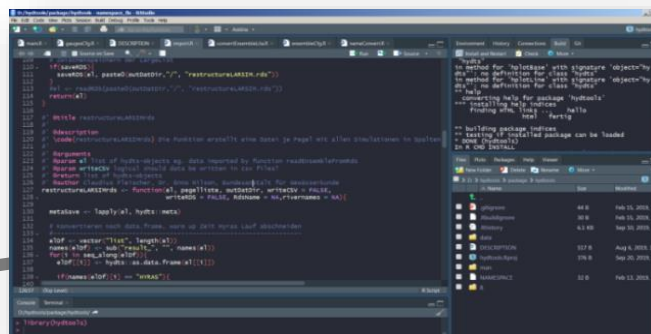
Validierung von LARSIM-ME (1979-2004)



Workflow Klimawandel, schematisch



Workflow Klimawandel, technisch



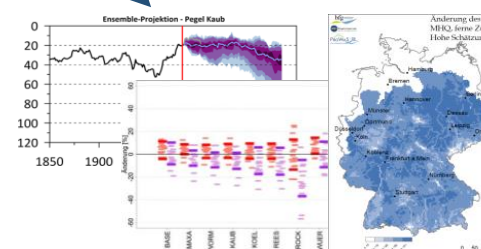
- Prä- Prozessierung
- Modellierung
- Post- Prozessierung



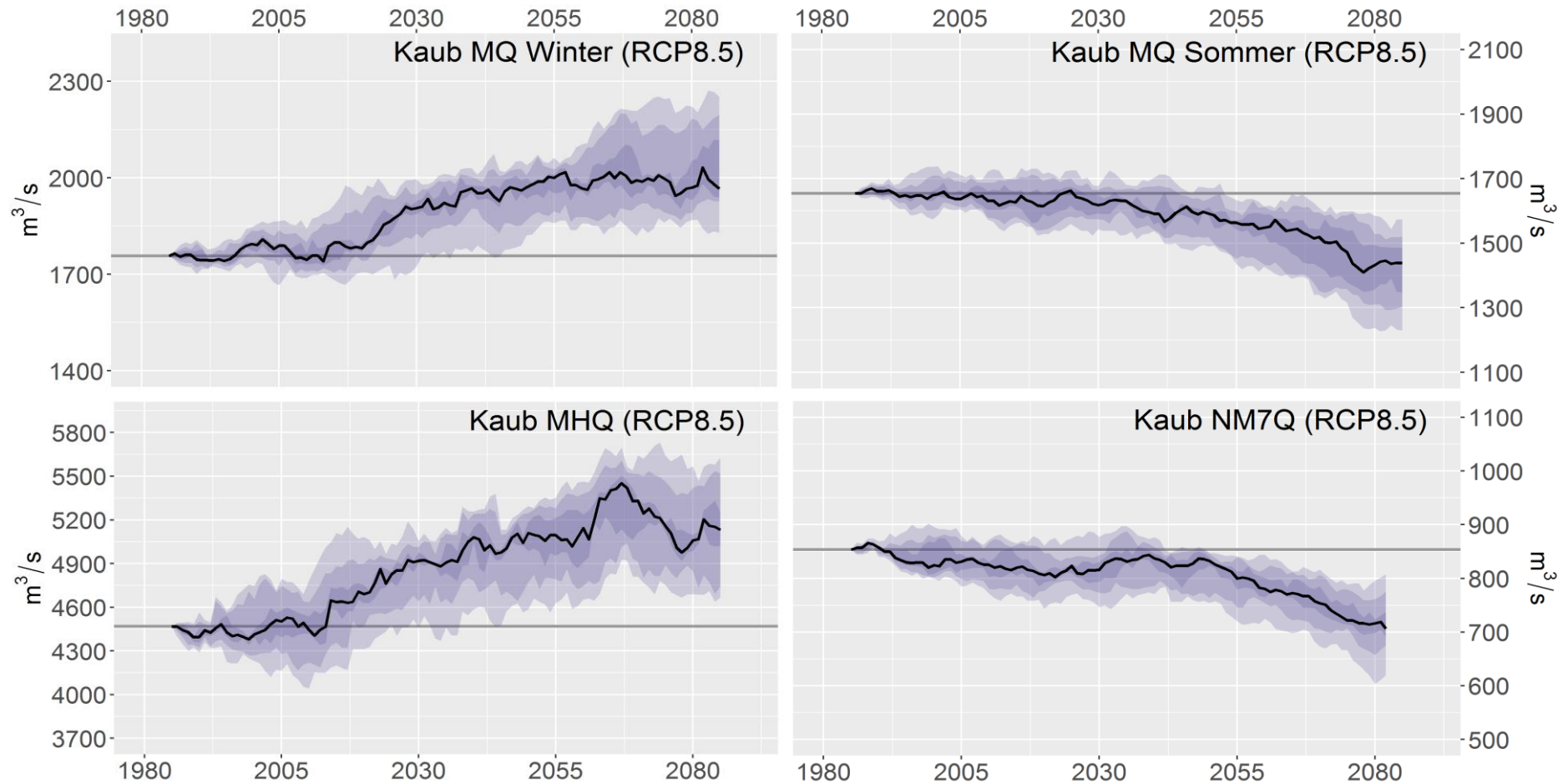
- Standardisiert
- Qualitätsgesichert
- Reproduzierbar
- Dokumentiert
- Operationalisierbar



P, T, RG,
RH, WS,
PS



Pegelbezogene Auswertung hydrol. Kennwerte

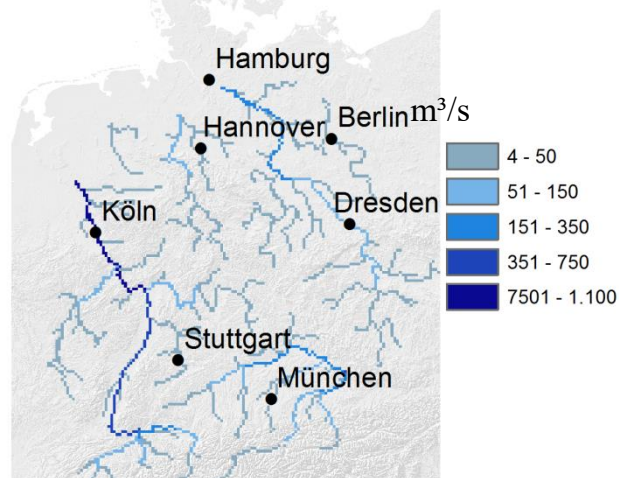


n = 16

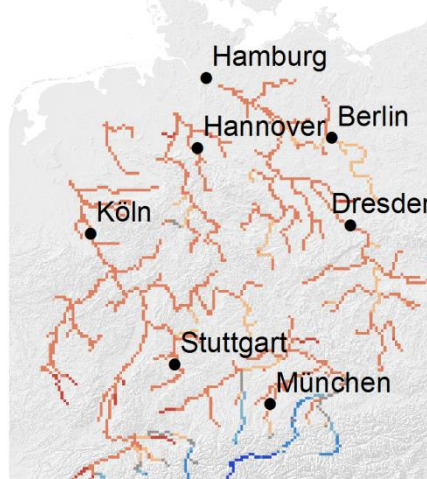
Flächendeckende Auswertung hydrol. Kennwerte für Zeitscheiben

Indikator: Niedrigwasser (NM7Q)

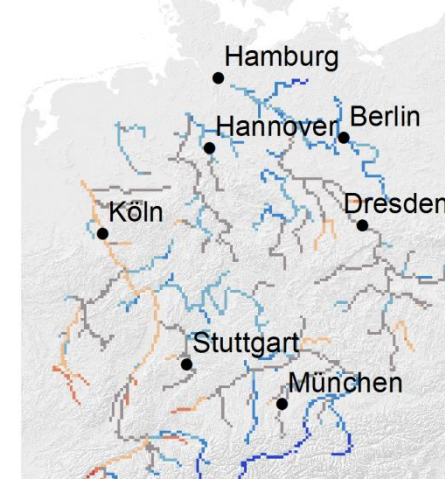
1971-2000



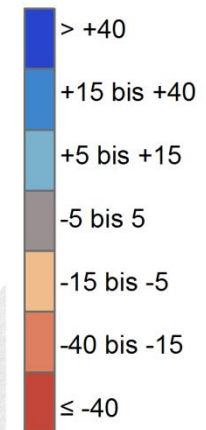
2071-2100 (RCP8.5, 15%)



2071-2100 (RCP8.5, 85%)



[%]

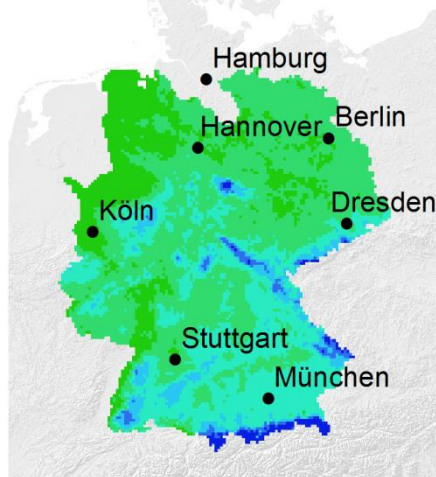


0 100 200 km

Anzahl Tage mit Schneehöhe größer Schwellenwert

Indikator: Tage mit Wintertourismus (3 cm)

1971-2000



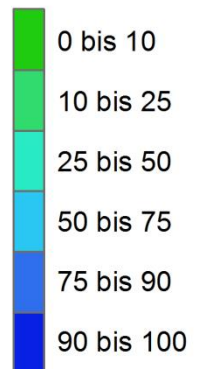
2071-2100 (RCP8.5, 15%)



2071-2100 (RCP8.5, 85%)

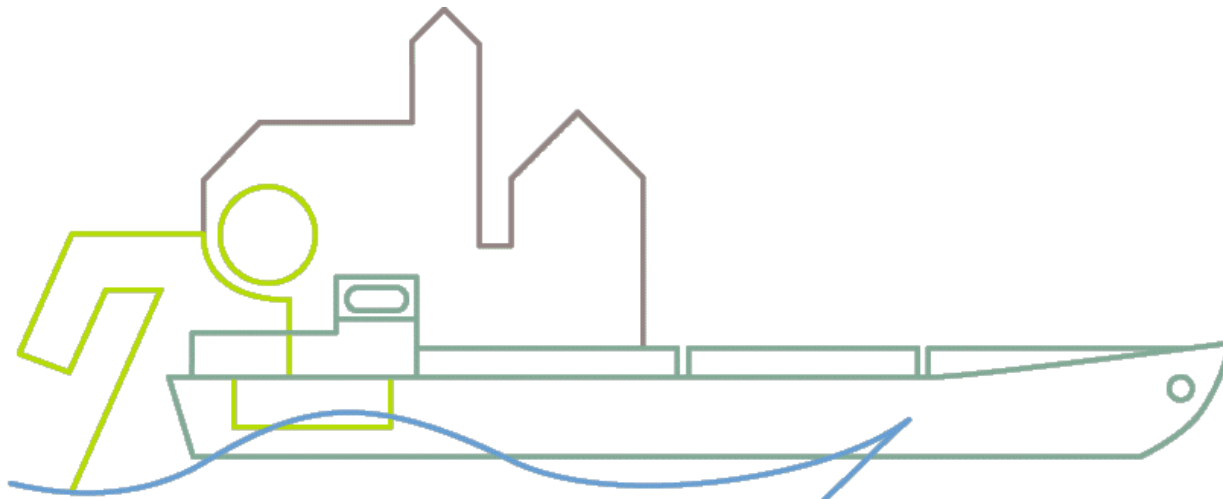


Tage



0 100 200 km





Vielen Dank!

