



Aufbau einer operationellen Modellumgebung mit dem LARSIM-FEWS-Adapter am Beispiel des WHM-Ruhr

Fabian Netzel, Anne Becker, Georg zur Strassen (Ruhrverband)

Mario Böhm, Greta Moretti, Robert Lang, Annette Luce, Patrick Preuß, Kai Gerlinger (HYDRON)

Tim Ochterbeck, Anton Petry (Hydrotec)

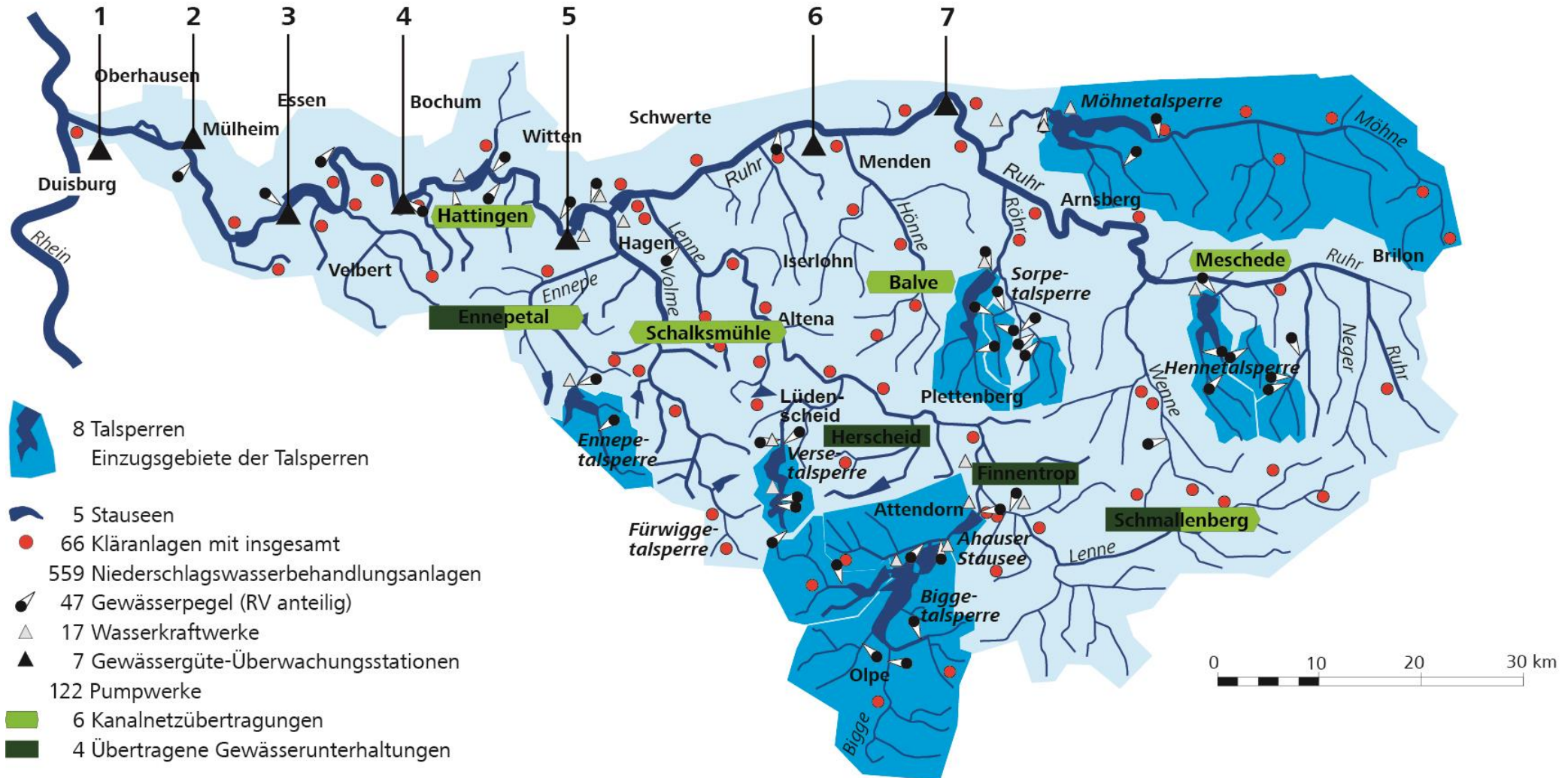
Workshop für LARSIM-Anwenderinnen und Anwender 2025 | 13.-14.05.2025 Augsburg

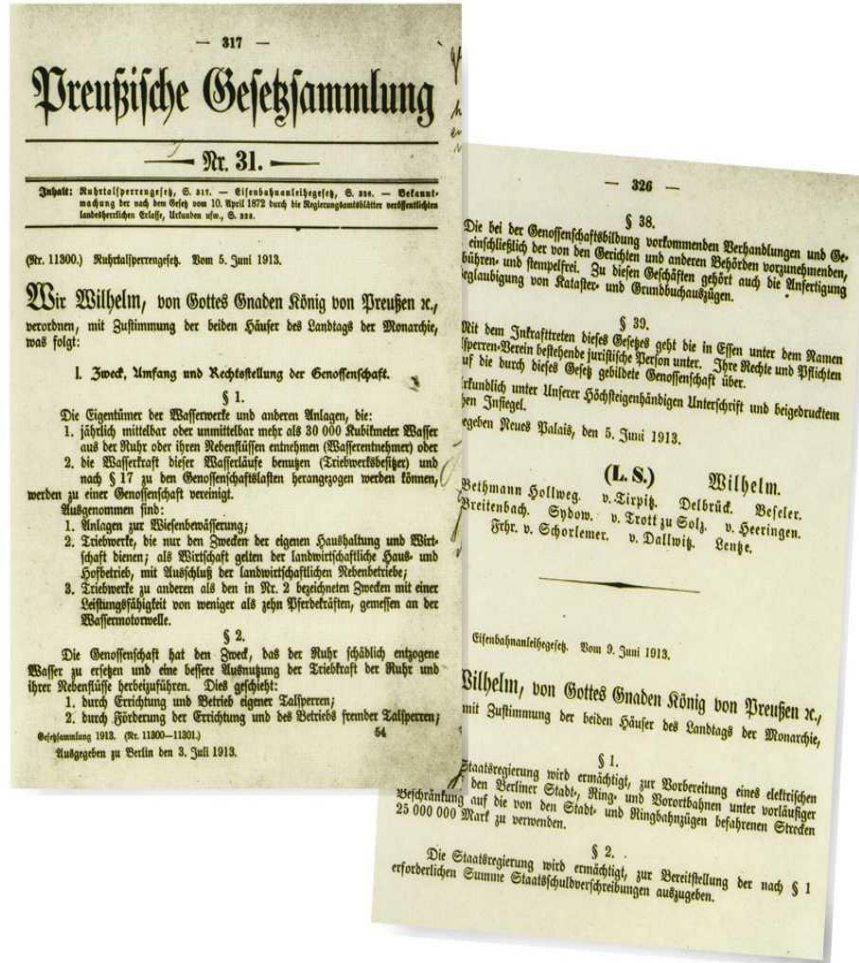


Ausgangslage

Der Ruhrverband und sein Verbandsgebiet

219 km Länge der Ruhr, 4.500 km² natürliches Flusseinzugsgebiet





1899

Gründung des *Ruhrtalsperrenvereins* mit dem Ziel Talsperren zu bauen oder den Bau von Talsperren zu fördern

1913

Umwandlung des Ruhrtalsperrenvereins in eine öffentlich-rechtliche Körperschaft durch die Verabschiedung des Ruhrtalsperrengesetzes vom 5. Juni 1913 mit der Aufgabe das aus der Ruhr schädlich entzogene Wasser zu ersetzen

Gründung des *Ruhrverbands* durch die Verabschiedung des Ruhrreinhaltegesetzes vom 5. Juni 1913

1990

Novellierung des Ruhrverbandsgesetzes und Vereinigung von Ruhrverband und Ruhrtalsperrenverein zum Wasserverband Ruhrverband am 7. Februar 1990

Gewährleistung eines Mindestabflusses

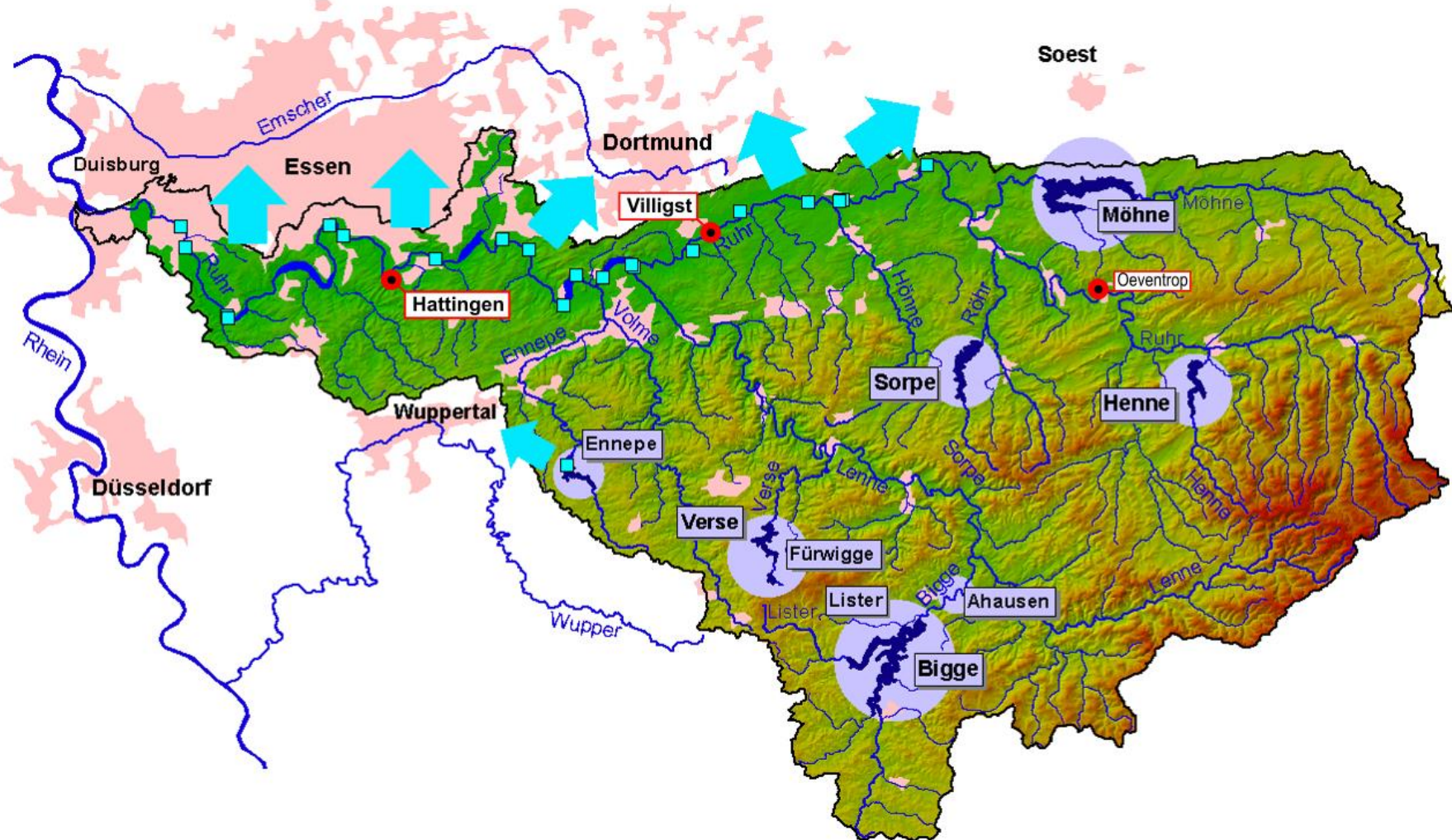
2024

Gesetz zur Änderung des Ruhrverbandsgesetzes ab 24.12.2024 bis 24.12.2034

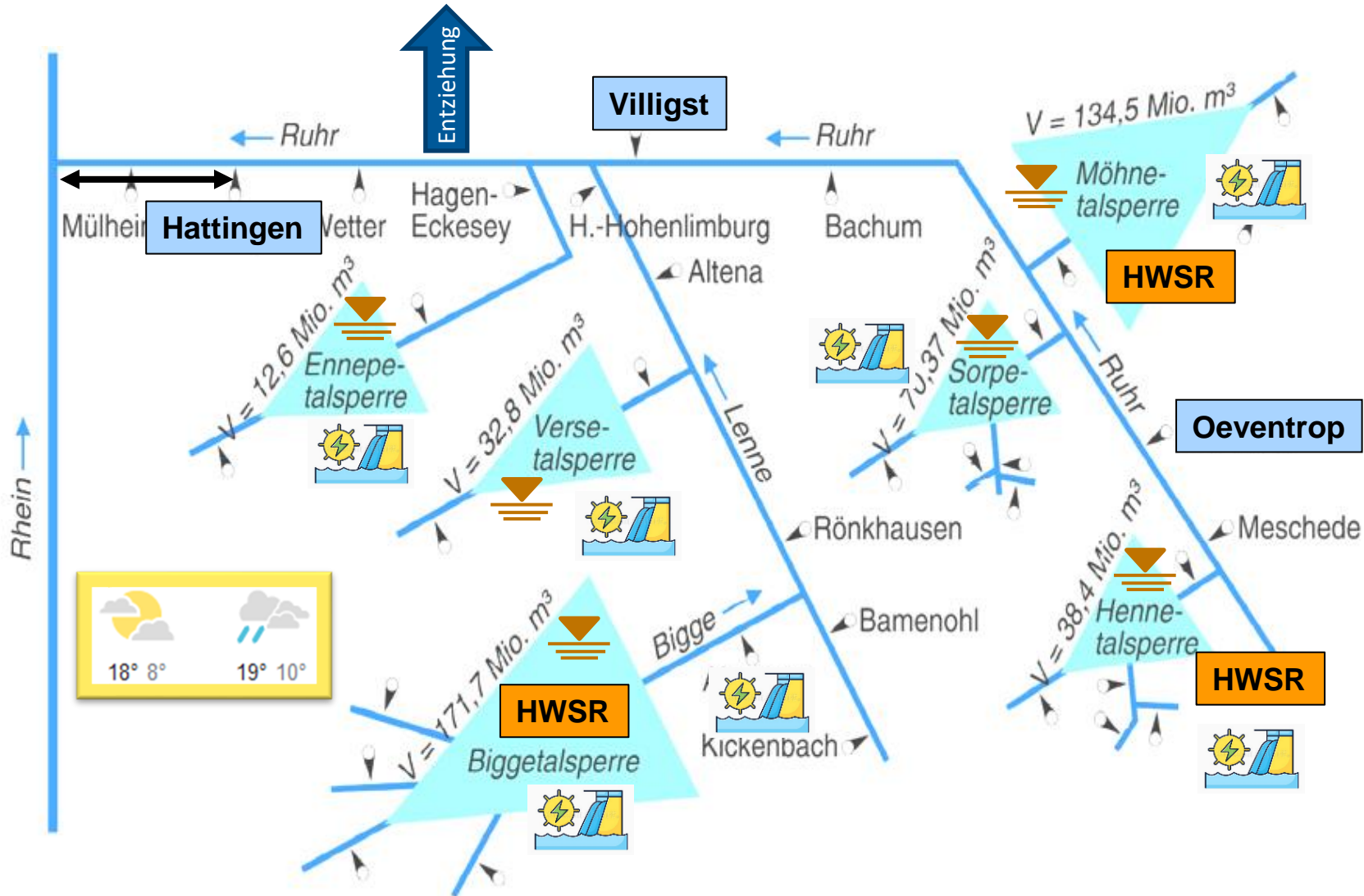
Anpassung & zeitweise Reduzierung des Mindestabflusses

Ruhrgebiet und Einzugsgebiet der Ruhr

Talsperren des Ruhrverbands



Randbedingungen der Talsperrenbewirtschaftung seit 1990



Hattingen bis Ruhrmündung		
RuhrVG 2024	Apr-Jun	Jul-Mrz
Tagesmittel (GWTM):	13 m³/s	10 m³/s
5-Tage-Mittel (GW5TM):	15 m³/s	12 m³/s

Villigst		
RuhrVG 2024	Apr-Jun	Jul-Mrz
Tagesmittel (GWTM):	7,5 m³/s	4,5 m³/s
5-Tage-Mittel (GW5TM):	8,4 m³/s	5,4 m³/s

Oeventrop	
Planfeststellungsbescheid	
Tagesmittel (GWTM):	2,5 m³/s

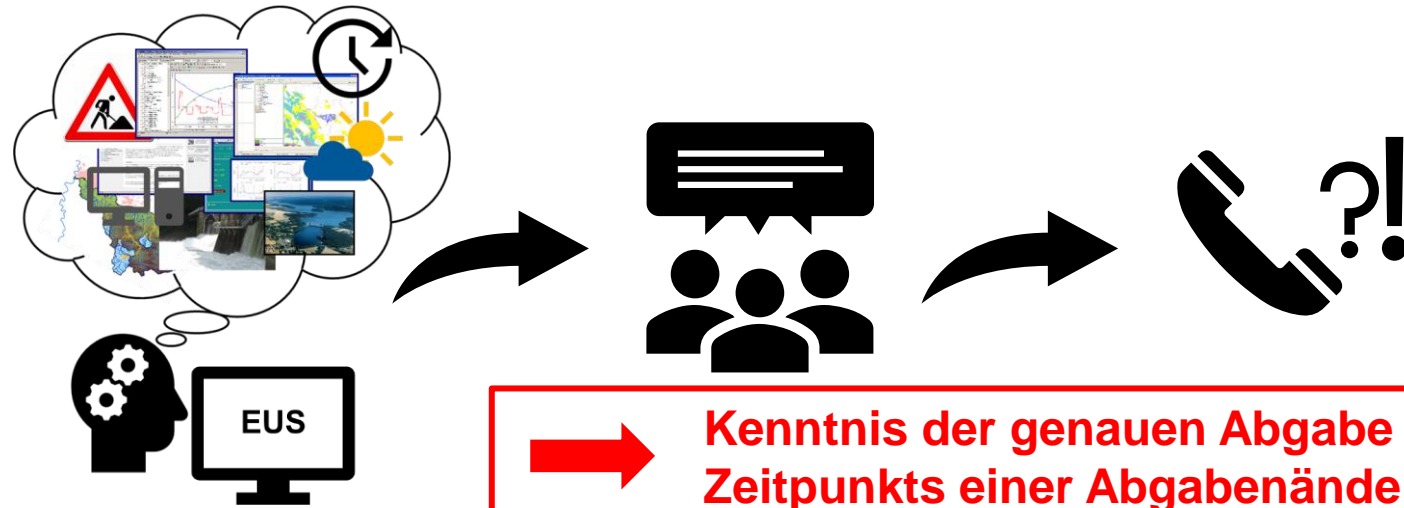
Vorgaben min. und max. Abgaben

Tägliche, zentrale Abgabenplanung und Bewirtschaftung als Talsperrenverbundsystem

- **Resilienz** → Flexibilität in der operationellen Talsperrensteuerung
- **Anpassung** → Nutzung eines stetig in Anpassung und Erweiterung befindlichen Entscheidungsunterstützungssystems (EUS)
- **Wandelbarkeit** → Veränderung von z. B. Grenzwerten in Richtung neuer Entwicklungen, hier: Änderung des RuhrVG (12.2024)

- **Abgabenplanung**

→



WHM_1 2015 LARSIM-WHMs für LANUK-NRW

- Ruhr-EZG als Teilmodell
- Für die Verwendung von Stundenzeitschritten kalibriert

WHM_2 2021-2022 Projekt EKlimA

- Bereitstellung des WHM_1 durch LANUK-NRW
- Weiterentwicklung und Anpassung des WHM_1 für Ruhr-EZG
- Für die Anwendung als Tageswertmodell nachkalibriert

Vereinbarung des Modellaustauschs zwischen LANUK-NRW und Ruhrverband

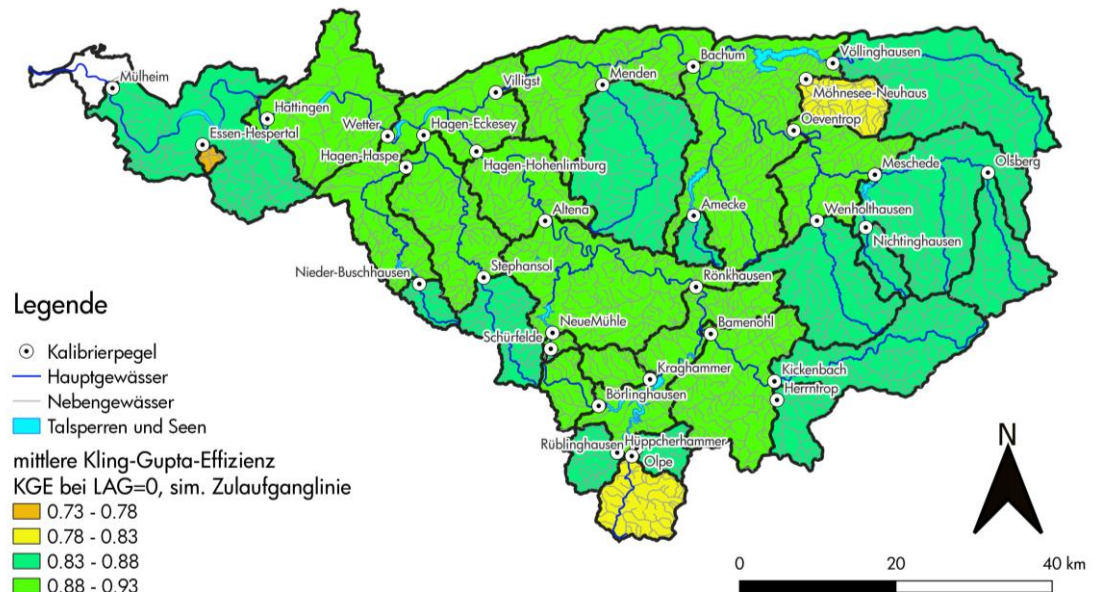
→ **Gemeinsame Nutzung von Weiterentwicklungen & „Single Voice“**

WHM_3 2023 Überarbeitung der LARSIM-WHM für ganz NRW

WHM_4 2025 Operationelles LARSIM-WHM in der Talsperrenleitzentrale des Ruhrverbands

- stundenwertbasiertes LARSIM-Wasserhaushaltsmodell zur operationellen Abflussvorhersage und Talsperrensteuerung mit dem Schwerpunkt Hochwasser für das Ruhreinzugsgebiet

- Nachkalibrierung von insg. 32 Pegeln
 - + 20 Pegel im Vergleich zum im Tageswertzeitschritt kalibrierten WHM_2
 - Z. T. Verwendung der gemessenen Ganglinie am Ablaufpegel der Talsperre bei der Kalibrierung
 - Kalibrierung erfolgte für
 - Gesamten Abflussbereich (hydrologische Jahre 2005 – 2022)
 - Hochwasserbereich (5 mit LANUK abgestimmte HW-Ereignisse)
- insg. sehr gute Kalibrierergebnisse
- Abbildung der Talsperren und Vorbecken
 - Ergänzung und Anpassung von Steuerungsregeln
7 Talsperren, 10 Vorbecken
 - Bigge-Komplex mit Zwischeneinzugsgebiet
- Überführung <tape10> in neu eingeführte Dateiformate
<verzweigungen.dat> und <speicher.dat>



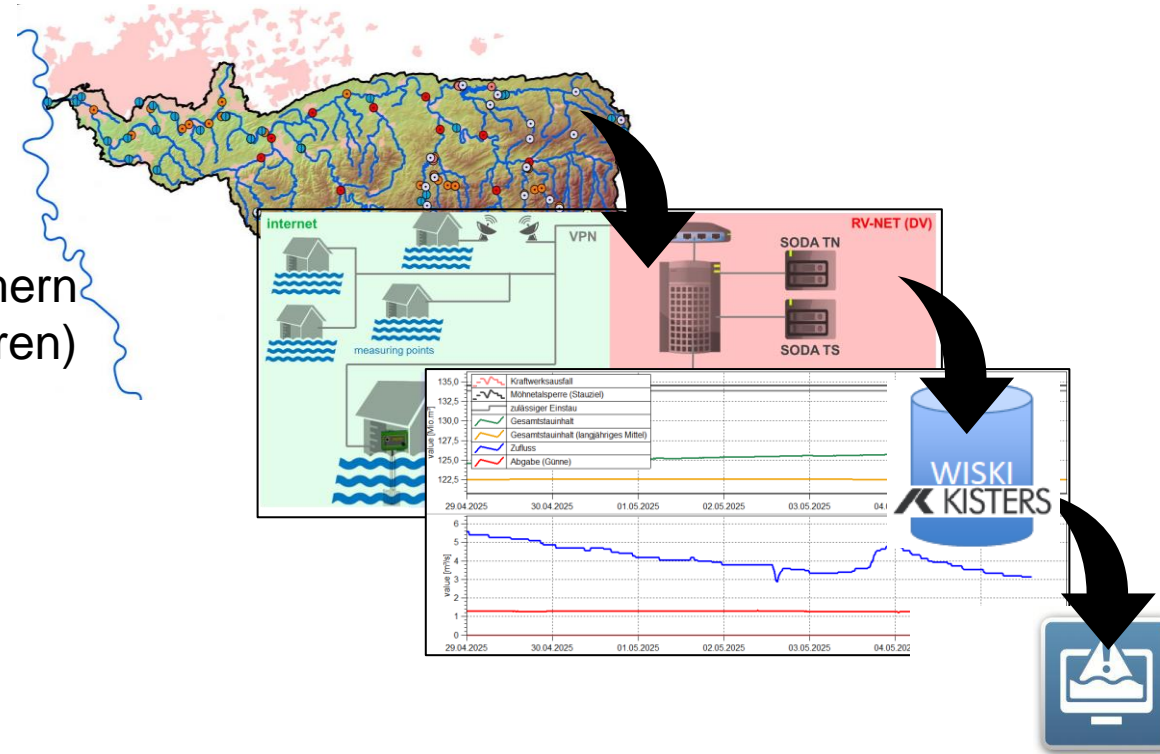


Operationelle Umgebung

Operationelle Umgebung

Beobachtungsdaten

- 48 Gewässerpegel
(33 Ruhrverband, 15 LANUK-NRW)
- 33 Klimastationen
(18 Ruhrverband, 15 LANUK-NRW)
- 346 Entnahmedaten von über 200 Entnehmern
(Gewässer & Direktentnahmen aus Talsperren)
- 12 Stauhöhenerfassung
(Haupt- und Vorbecken der Talsperren)
- Einleitungen in Gewässer
(3 Grubenwasser, 64 Kläranlagen, ...)

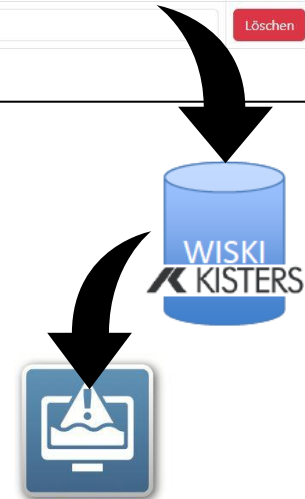
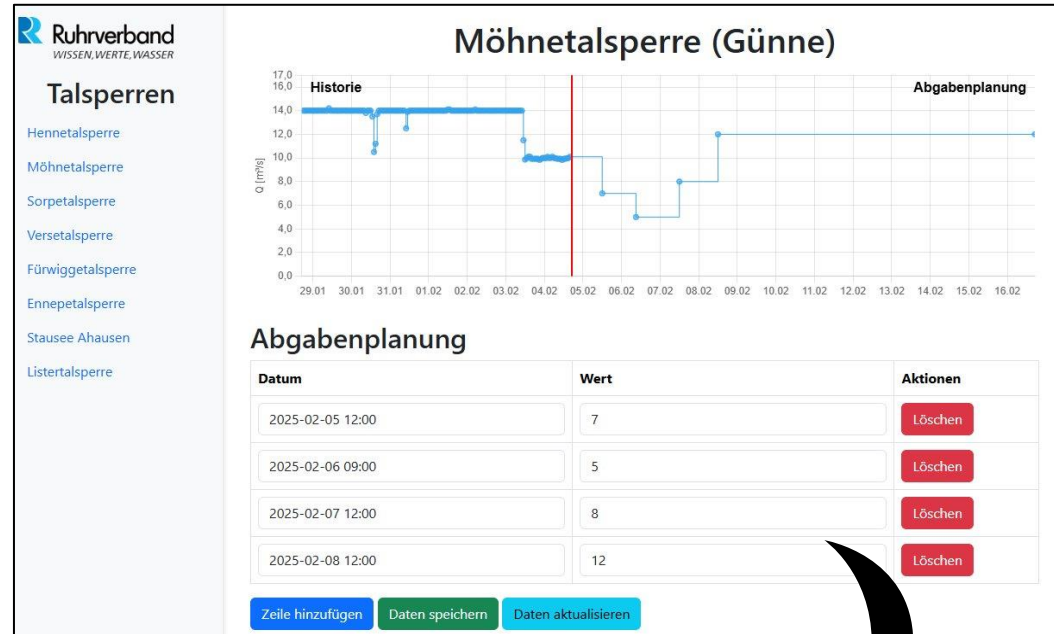


- Stündlicher Abruf der Datenlogger
via VPN, UMTS-Cloud, LoRaWAN (SODA)
- Weiterverarbeitung, Visualisierung und Transfer
(KiDSM & WISKI-Client)

Operationelle Umgebung

Handeingabe Abgabenplanung

- Eigenentwicklung einer Handeingabemaske
- Anbindung an Zeitreihenmanagementsystem
 - Eingabe von Zeitstempel
 - Eingabe von Wert
 - Erstellung eines *.zrx-Files
 - push-Betrieb in WIKSI-Datenbank und Visualisierung
- Export- bzw. Transfer-Jobs
 - WISKI an FEWS (via KiDSM)
Zyklische Datenbereitstellung,
Ausführen von Skripten (R, Python, Perl, ...),
Anbindung von Drittsystemen (DWD)
 - FEWS an LARSIM (via Pre-Adapter)
„Übersetzer“ von FEWS zu LARSIM

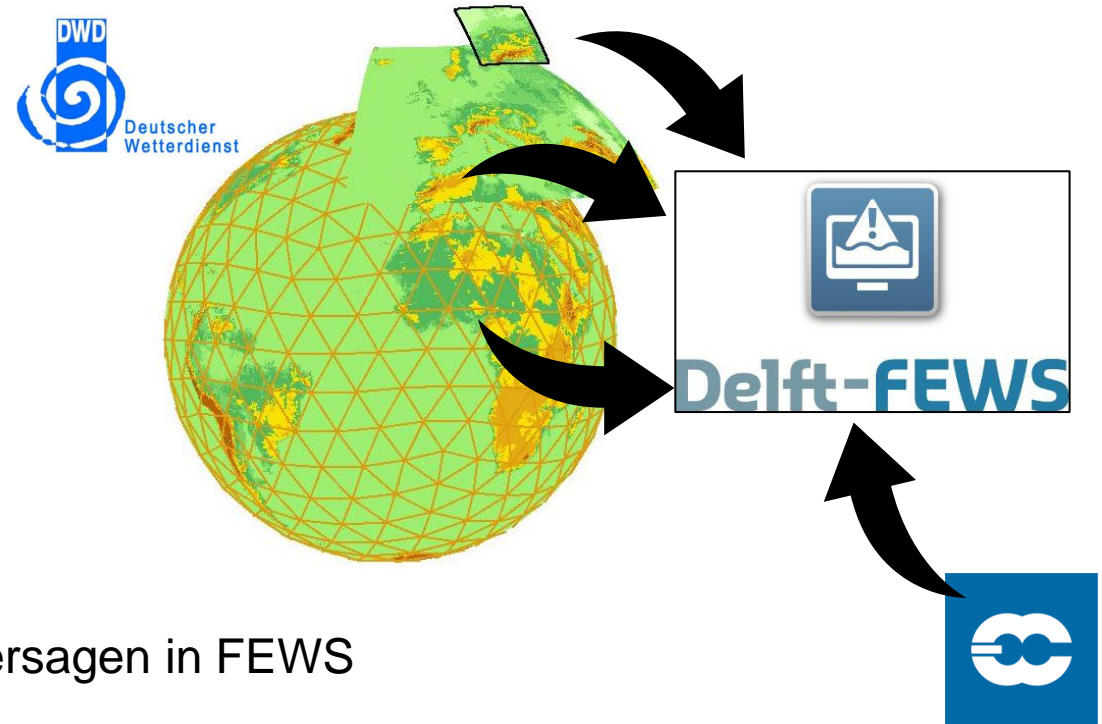


Delft-FEWS

Operationelle Umgebung

Numerische Wettervorhersagen & „Datendrehscheibe“ FEWS

- Kurzfrist 62 Rechenläufe
 - ICON-D2 / -EPS (20+1 Member), +2d
 - ICON-EU / -EPS (40+1 Member), +5d
- Mittelfrist 2 Rechenläufe
 - ICON (1 Member), +7,5d
 - ECMWF (1 Member), +10d
- Import und Aufbereitung der numerischen Wettervorhersagen in FEWS
 - Clipping / Interpolation auf LARSIM-Teilgebiete
- Keine Kombination der Meteo-Vorhersagen in LARSIM
 - Bereitstellung unterschiedlich langer Meteo-Vorhersagen
 - Bereitstellung einer einzelnen Meteo-Vorhersage durch FEWS





LARSIM-FEWS-Adapter

Ausgangslage:

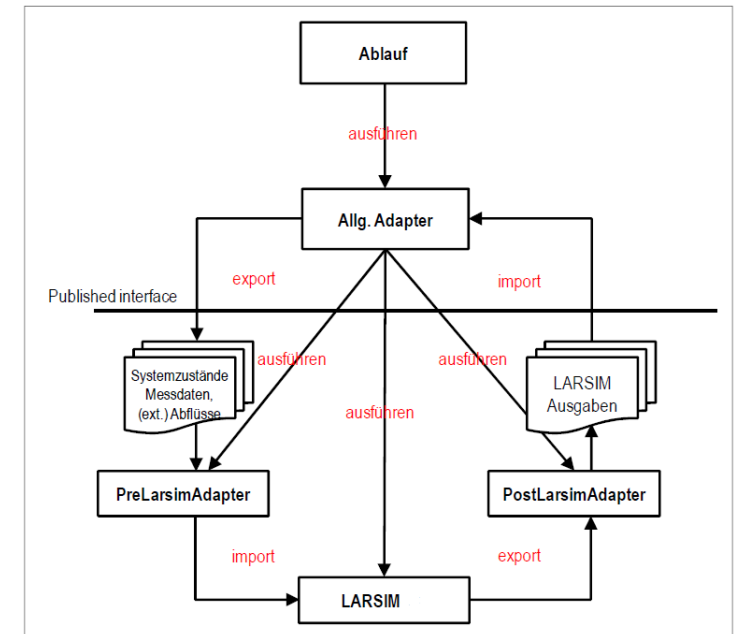
- Bestehendes FEWS-Verbände-System NRW
- Nutzung und Anpassung des bereits verfügbaren LARSIM-FEWS-Modelladapters des Bundesamts für Umwelt der Schweiz (BAFU)

Ziel:

- Grundlegend lauffähige Modellumgebung
- Keine Übertragung von sog. „Modifiern“
- Kein Setzen/Ändern von Parametern in der LARSIM-Steuerungsdatei

Aufgaben des Adapters:

- Regelung des Datentransfers zwischen FEWS-System & Modellkern
- Steuerung des LARSIM-Modells über
 - **Pre-Adapter:** Übergabe der benötigten Eingabedateien
 - **Ausführung** des LARSIM-Modells
 - **Post-Adapter:** Rückgabe von Ergebnissen, Ausgaben und Systemzustände des LARSIM Rechenlaufs an FEWS



Anpassungen FEWS-Seitig

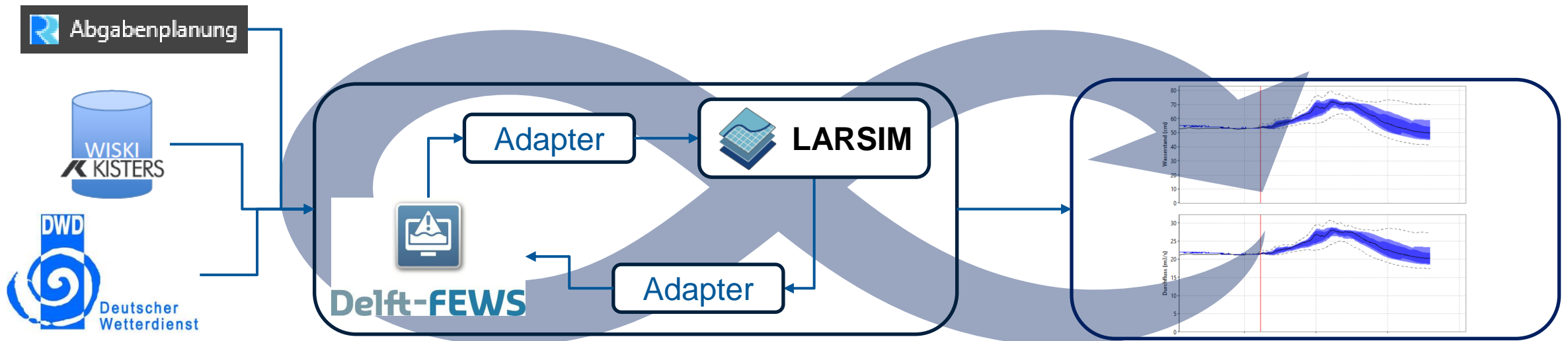
- Datenströme
 - Ergänzung von Stationen und Parametern
 - Anpassung der Teileinzugsgebiete
 - Einbindung zusätzlicher numerischer Wettervorhersagen (ECMWF)
- Modellanbindung
 - Anpassungen für Simulations- (Update-) und Vorhersagelauf
 - Intensiver Austausch und Zusammenarbeit mit Anpassungen an LARSIM-FEWS-Adapter
 - Darstellung der Modellergebnisse
- Datenexport
- ...

Anpassungen Adapter-Seitig

- Struktur <pfade.dat>
- Anpassung netCDF Dateien
- Zusätzliche Ein- und Ausgabezeitreihen (Talsperrenabgaben und –volumina)
- Jahresgänge von Einleitern und Entnahmen
- Meteodaten auf TGB-Ebene (keine Stationsdaten) und als KALA-Dateien (keine Einzeldateien)
- Zusätzliche Rechenläufe für das Ihne-Zwischeneinzugsgebiet (Bigge-Komplex)
- Angepasste Rückgabe der Zeitreihen aus der LARSIM-Datei <ergebnis.lila>
- Übergabe der LARSIM Log-Dateien an FEWS
- ...



Umsetzung im operationellen Betrieb der Talsperrenleitzentrale



Nutzung von:

- Täglich aktualisierten Abgabenplanungen
- Hydrometeorologische Beobachtungsdaten
- Numerischen Wettervorhersagen
- ...

Ausgabe von:

- W- und Q-Vorhersagen
- Stauinhaltsentwicklungen
- ...

Umsetzung im operationellen Betrieb der Talsperrenleitzentrale

Weitere Schritte

Nach erfolgter Einbindung in das FEWS-System:

- Stündlich durchgeführte Rechenläufe
- Abflussvorhersagen für insgesamt 74 Pegel im Ruhr-EZG
- Stauinhaltsvorhersagen an 7 Talsperren (inkl. 10 Vorbecken)

Nach erfolgter Einbindung in das Entscheidungsunterstützungssystem

- Ruhrverbandsinterne Erprobung des WHM
Verteilung und Erklärung der Ergebnisse intern
- Stetiger Abgleich der Modellergebnisse mit dem LANUK-NRW → „Single Voice“
- Erarbeitung einer Arbeitsroutine für den Abgleich von Modellanpassungen und –änderungen (Versionierung)
- Bewertung der operationellen Modellergebnisse für verschiedene Abflusssituationen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!