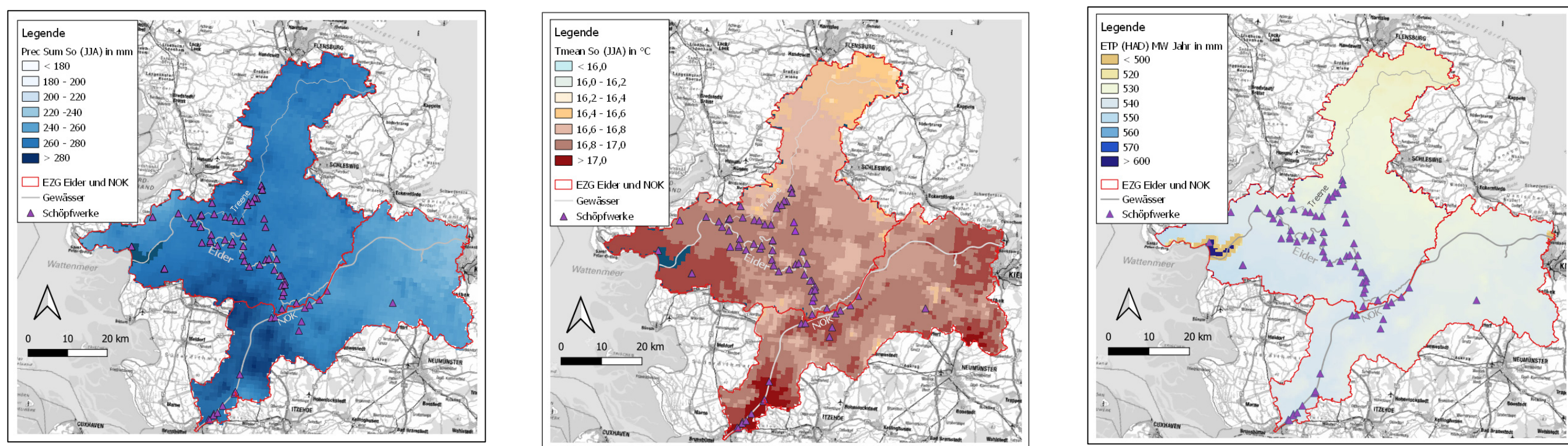




Wasserwirtschaftliche Modellierung und Systemanalyse für das Eider-Einzugsgebiet

1 Modellgestützte wasserwirtschaftliche Beschreibung

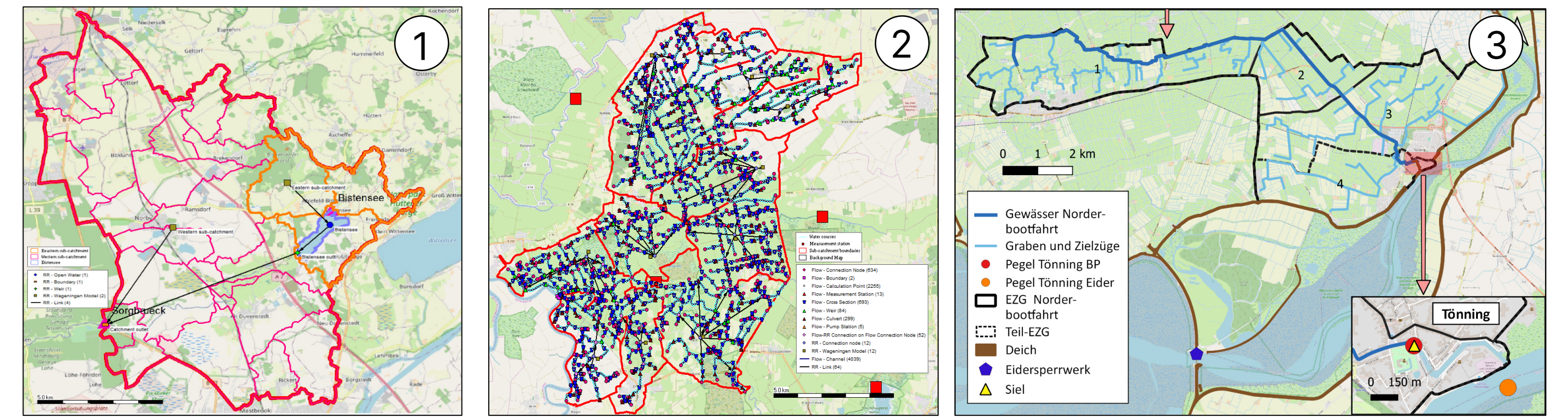
Die wasserwirtschaftliche Beschreibung erfordert die Betrachtung des gesamten Eider-Treene-Systems und beschränkt sich daher nicht auf die Gewässerläufe, sondern berücksichtigt auch die zahlreichen hydrologischen Prozesse in der Fläche. Wesentlicher Aspekt ist dabei die Kombination der hydrologischen Prozesse mit Implikationen wasserhaushaltsrelevanter Veränderungen im Gebiet (Bauwerkssteuerungen, landschaftspflegerische Maßnahmen etc.) sowie mit Einflüssen, die als meteorologischer / klimatischer Faktoren von „außen“ auf das System einwirken.



Räumliche Verteilung der Winterniederschläge (links), Sommertemperaturen (Mitte) und jährlichen potentiellen Verdunstung (rechts) im Einzugsgebiet von Eider und Nord-Ostsee-Kanal

Vorstudien zur Tieflandhydrologie

In Vorbereitung auf die hydrologische Modellierung des gesamten Eidergebiets wurden im Vorfeld 3 Teileinzugsgebiete mit unterschiedlicher Charakteristik (freifließend, Schöpfwerk-gesteuert, Sielbetrieb mit Tideeinfluss) und unterschiedlicher Datenverfügbarkeit ausgewählt^[2]. Ziel dieser Vorstudien war die Erprobung und Weiterentwicklung von Modellansätzen, um die dominierenden Prozesse im Norddeutschen Tiefland mit den typischerweise oberflächennah anstehenden Grundwasserhältnissen bestmöglich abbilden zu können^[3].

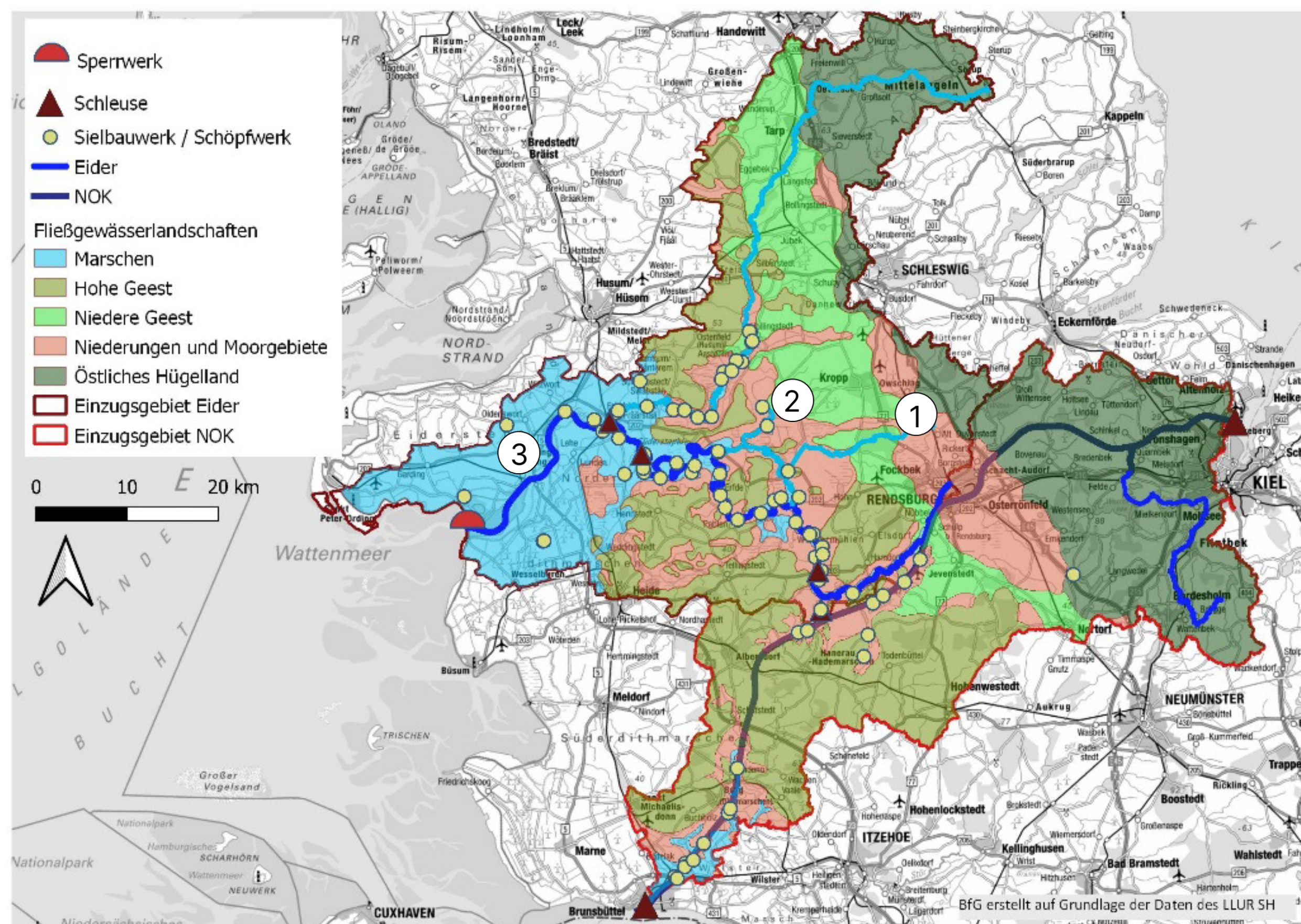


Modellstruktur der drei Vorstudien zur Wasserhaushaltsmodellierung im norddeutschen Tiefland mit unterschiedlichen Modellkonzepten

Um auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen sowohl den Ist-Zustand wie auch mögliche zukünftige Situationen zu untersuchen, werden ein Wasserhaushaltsmodell (WHM) und ein eindimensionales hydrodynamisch numerisches Modell (1D HN-Modell) aufgebaut. Beide Modelle sind in der Lage, sowohl Einzelereignisse (Tage bis Wochen) wie auch Simulationen auf der klimatischen Zeitskala (Jahrzehnte bis zum Jahrhundert) zu bewerkstelligen.

3 Wasserhaushaltsmodell

Das Modellframework HydPy ist ein Open-Source Modellsystem für die Wasserhaushaltsmodellierung (<https://github.com/hydropy-dev/>). HydPy erlaubt die einheitliche Entwicklung und Anwendung unterschiedlicher hydrologischer Modellkonzepte. Im Framework integrierte Modelle sind gleichartig bedienbar und flexibel miteinander zu kombinieren.



Die Einzugsgebiete von Eider und Nord-Ostsee-Kanal

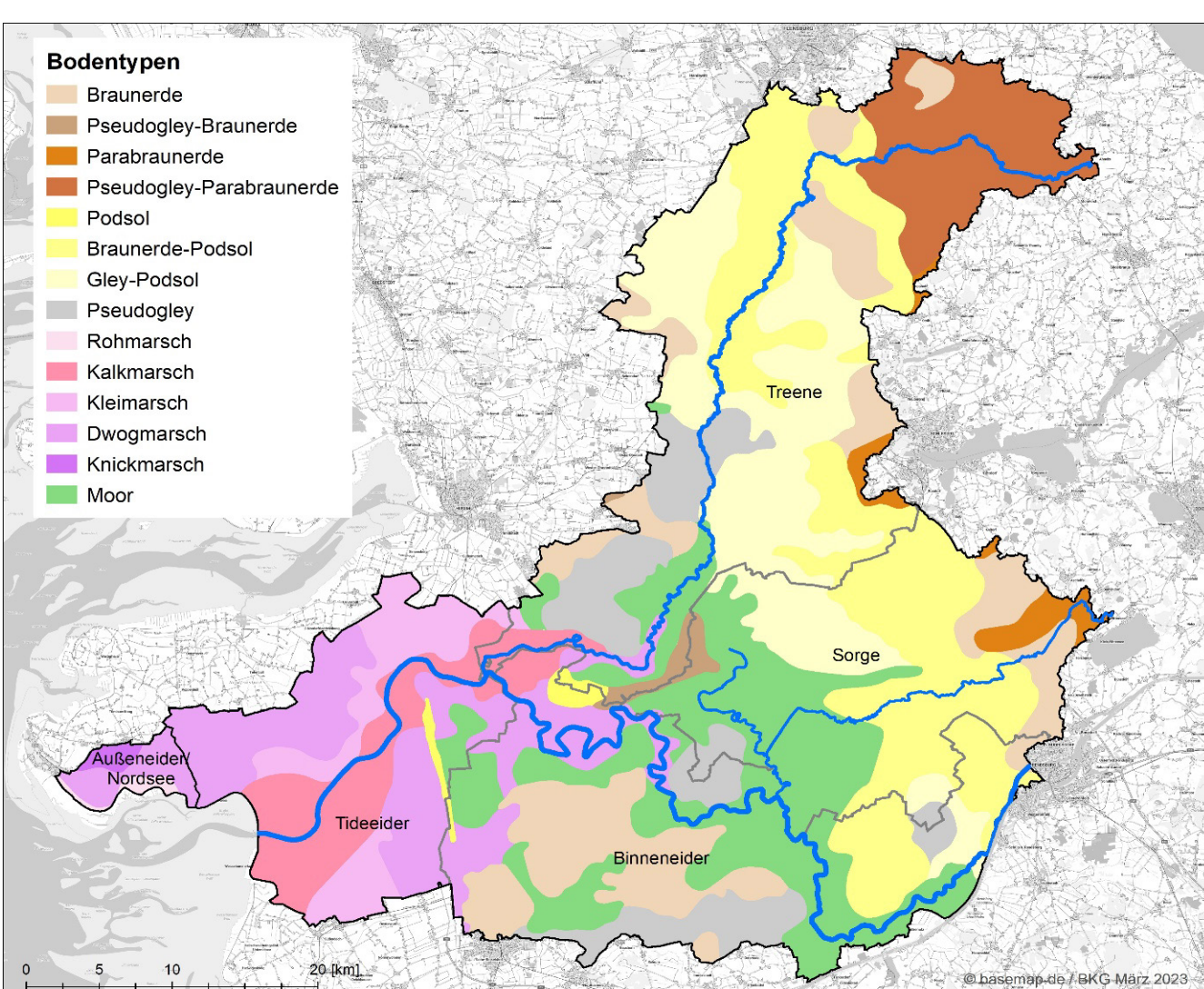
- ① Wasserhaushaltsmodellierung im Teileinzugsgebiet Sorgbrück
- ② Gekoppelte Wasserhaushalts- und Gewässernetzmodellierung im Gebiet Alte Sorge / Steinschleuse
- ③ Gekoppelte Wasserhaushalts- und Gewässernetzmodellierung für das Teileinzugsgebiet Tönning

1D HN-Modell 4

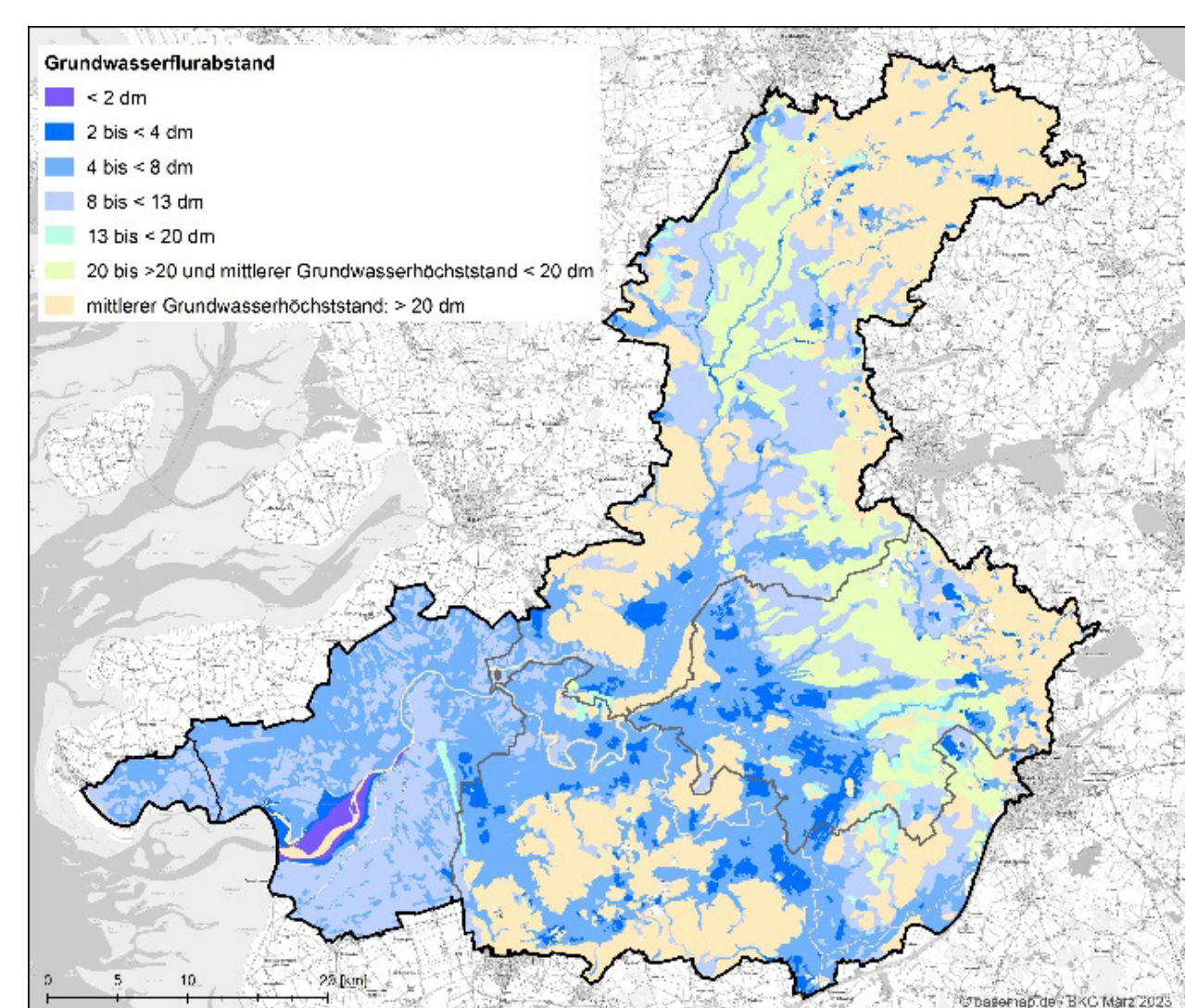
Das 1D HN-Modell erstreckt sich über die ca. 110 km lange Binnen- und Tideeider zwischen Rendsburg und dem Eider-Sperrwerk. Zusätzlich werden der rund 50 km lange Abschnitt der Treene unterhalb des Pegels Eggebek sowie Bereiche der Neuen Sorge (unterhalb des Pegels Sorgbrück) und Alten Sorge (ab Schöpfwerk Börmerkoog) als Modellstränge berücksichtigt, so dass die Gesamtmodellstrecke rund 220 km umfasst.

Das 1D HN-Modell wird auf Basis der Software SOBEK^[4] aufgebaut, ein modulares Softwarepaket zur Modellierung ein- und zweidimensionaler Gerinnehydraulik.

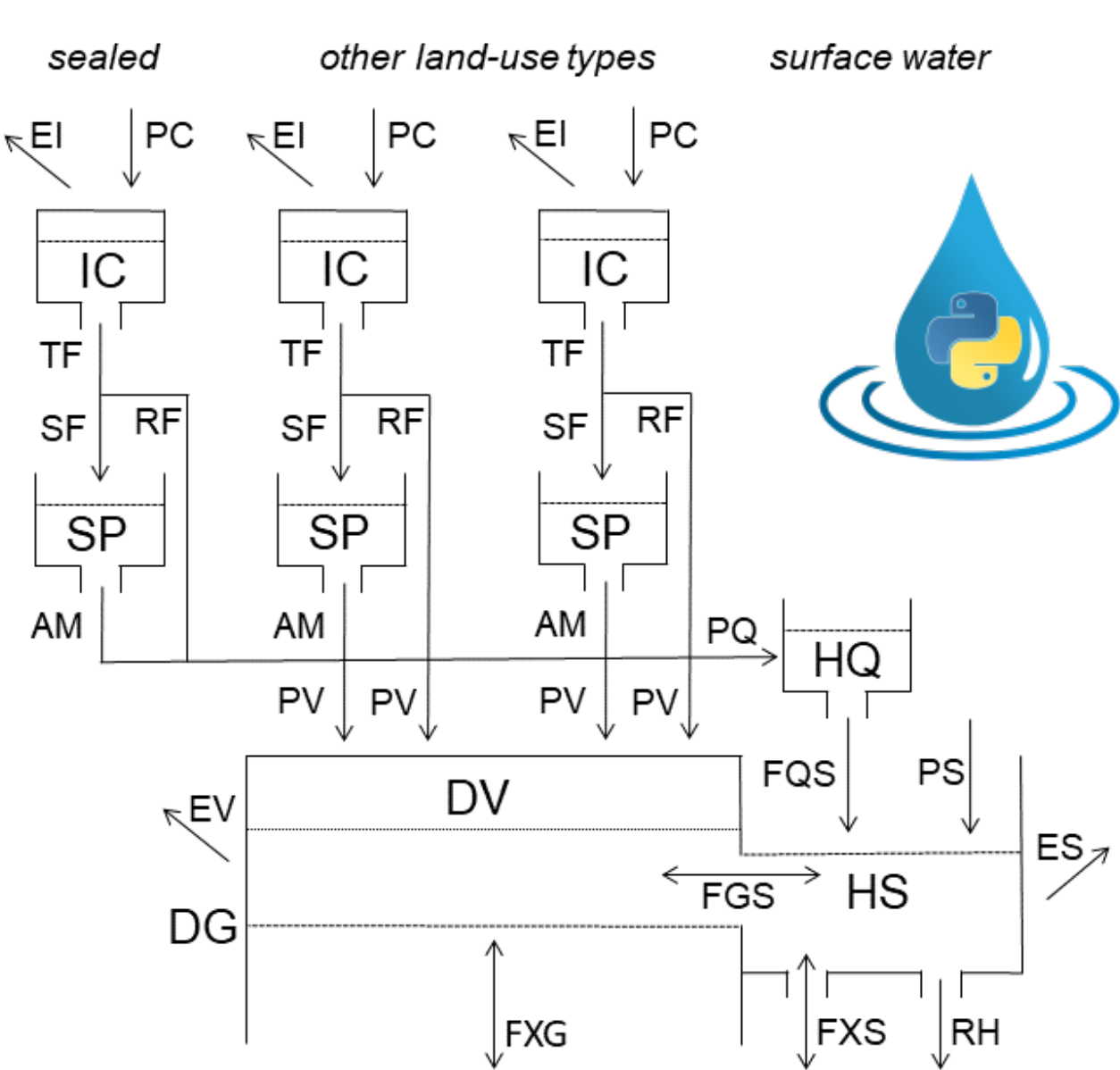
Im Projekt „Zukunft Eider“ kommt SOBEK mit den Modulen D-Flow1D und D-Real Time Control (D-RTC) zum Einsatz. D-RTC ist ein flexibles an SOBEK gekoppeltes Steuerungsmodul, mit dem auch komplexe Betriebsvorschriften nachgebildet werden können. RTC kann darüber hinaus zur modellbasierten Optimierung wasserwirtschaftlicher Steuerungsstrategien genutzt werden.



Vereinfachte Karte der Leitbodentypen im Eidergebiet (Datengrundlage BÜK250, LfU SH)

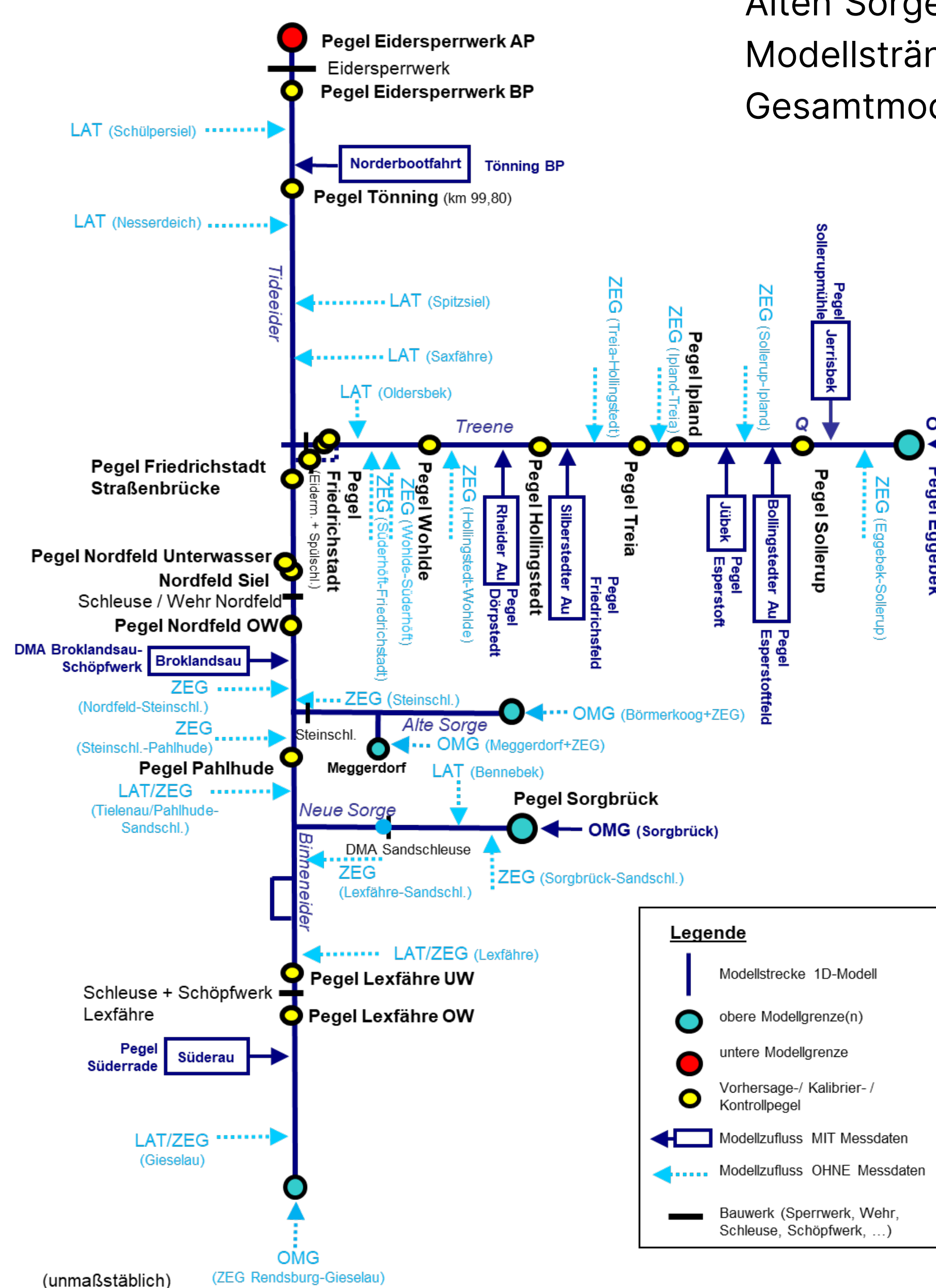


Darstellung der Grundwasserflurabstände im Eidergebiet (Quelle: LfU SH)



Schematische Modellstruktur von HydPy-W (ALRUS)

Das Modellkonzept WALRUS^[1] wurde speziell für die Abbildung der Prozesse in kleinen Tieflandeinzugsgebieten entwickelt und berücksichtigt insbesondere folgende Prozesse: Kapillaraufstieg, dynamische Aufteilung insbesondere folgende Prozesse: Kapillaraufstieg, dynamische Aufteilung zwischen schnellen und langsamen Fließwegen in Abhängigkeit des Wassergehaltes der Bodenoberfläche, Verknüpfung der ungesättigten und gesättigten Bodenzone, Wechselwirkung zwischen Grund- und Oberflächenwasser.



Schematische Systemskizze des 1D HN-Modells Eider-Treene

Quellen/Referenzen:

- [1] Brauer, C.C., Teuling, A.J., Torfs, P.J.J.F., Uijlenhoet, R. (2014): The Wageningen Low-land Runoff Simulator (WALRUS): a lumped rainfall-runoff model for catchments with shallow groundwater. Geoscientific Model Development, 7: 2313-2332. DOI:10.5194/gmd-7-2313-2014
- [2] Deltares (2022): Wasserwirtschaftliche Modellierung von drei Teileinzugsgebieten im tidebeeinflussten Tiefland der Eider. Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, März 2022
- [3] Doeckel, C. (2022): Modellbasierte Sensitivitätsanalysen zum Wasserhaushalt und zur Wasserbewirtschaftung im Eider-Einzugsgebiet am Beispiel der Norderbootfahrt. Bachelorarbeit. Geographisches Institut, Rheinische Friedrichs-Wilhelms-Universität Bonn, März 2022
- [4] Hydrotec (2022): Aufbau eines anwendungsreifen SOBEK-Modells der Ober- und Mittelweser, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Aachen, 2022.

