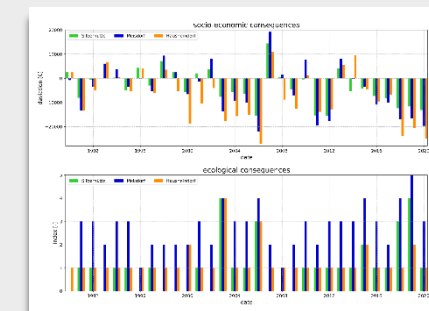
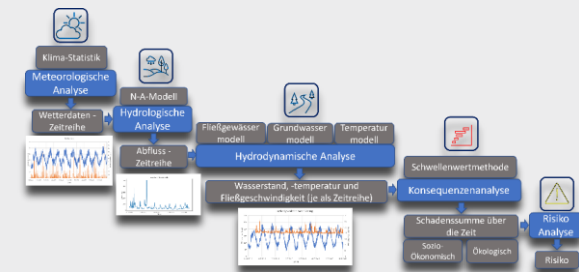


Essener Tagung, Essen

NIEDRIGWASSERRISIKOMANAGEMENT: HERAUSFORDERUNGEN UND POTENTIALS

Prof. Dr.-Ing. Daniel Bachmann,
Udo Satzinger M.Eng.



Veranlassung

Domfelsen Magdeburg, Elbe 2019



Jungferngrund, Rhein 2018



Quelle: BAW <https://flickr.com/photos/64906758@N07/47427282351>;
letzter Zugriff: 13.11.2023

1. Übersicht

Veranlassung

Zunehmende **Trockenheit** in unseren **Fließgewässern** (Blauwasser-Dürre) führen zu **Konsequenzen**

- Beispiele: Ereignisse Sommer 2018/2019/2022 führten zu
 - **hydrologischen** Niedrigwasserrekorden,
 - **Konsequenzen** für Wirtschaft und Ökologie (*interdisziplinäre Aufgabe!*)
- **Zukünftige Verschärfung** der Situation aufgrund klimatischer Veränderungen



EBBE IM FLUSSBETT

Kein Wasser im Flussbett der Selke in Hedersleben: Angler wollen Gewässer abfischen und Fische retten

Wedderstedt - Zum ersten Mal können die Mitglieder eines Angelvereins im leeren Bett des Flusses spazieren gehen. Wie der Landkreis auf den fatalen Zustand reagiert.

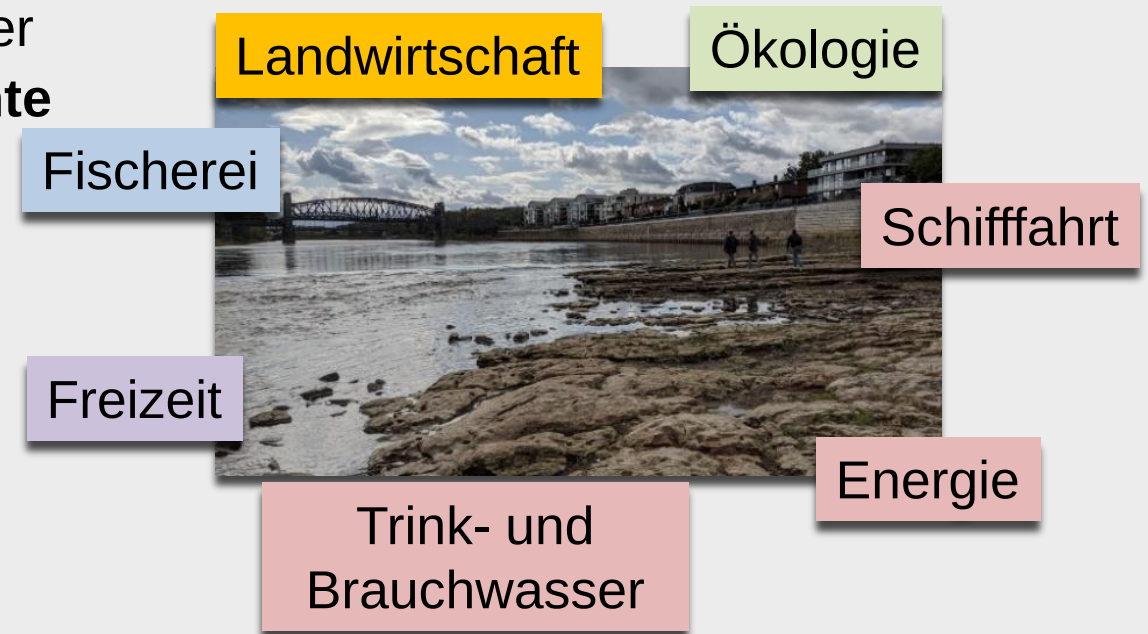
Von Benjamin Richter 16.08.2019, 05:56



1. Übersicht

Veranlassung

- Interesse an Wasser ist groß!
- Wie sieht ein **transparentes Management** der **Niedrigwasserproblematik** und eine **gerechte Verteilungsstrategie** aus?
(*interdisziplinäre Aufgabe!*)

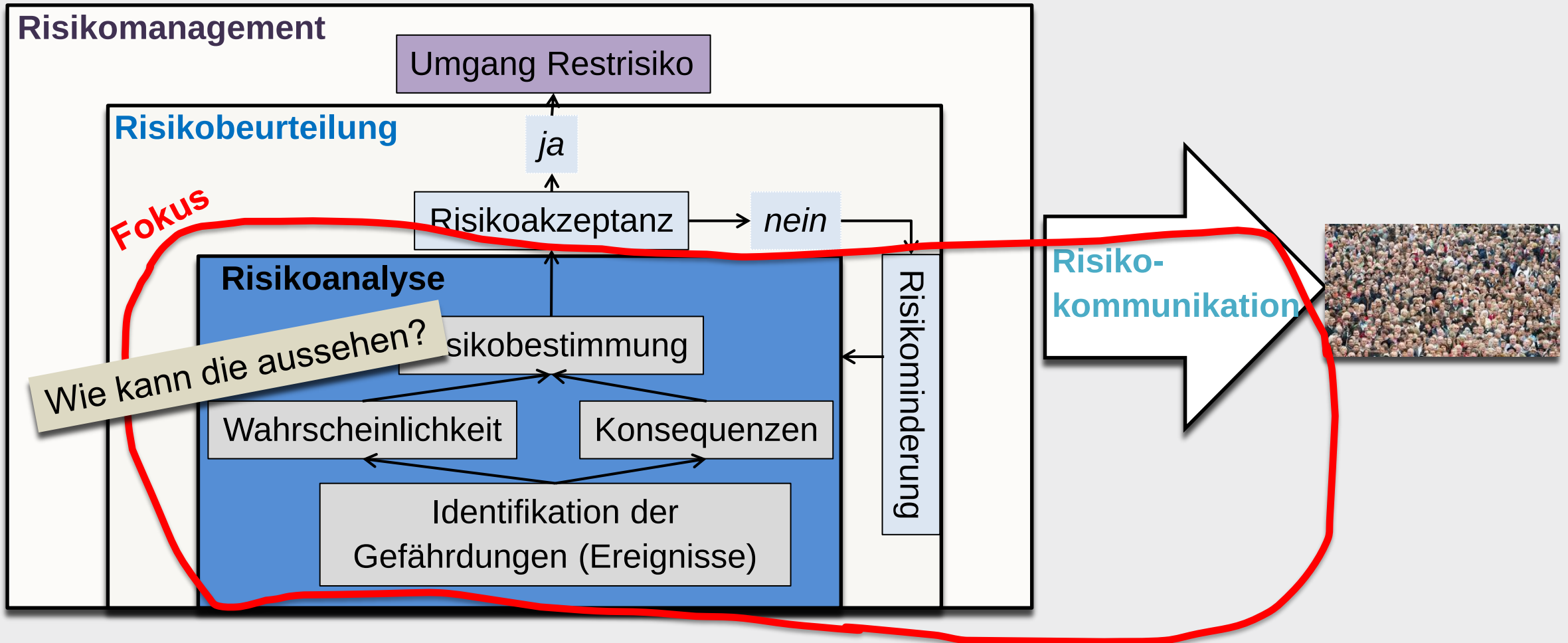


=> **Lösung: Niedrigwasserrisikomanagement**
(Entwicklungen im Rahmen des BMBF WaX-DRYRIVERS-Projekt)

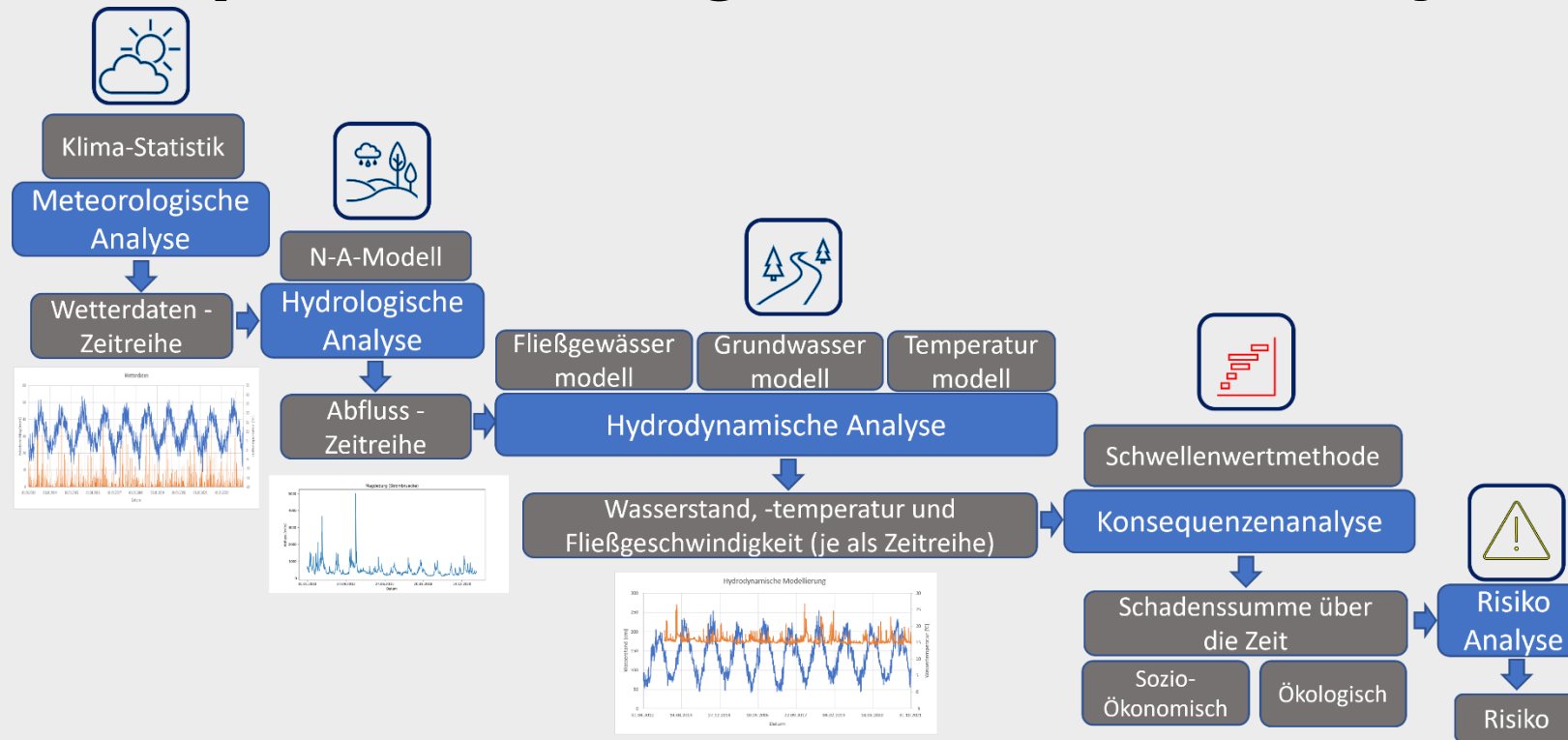


1. Übersicht

Risikoanalyse als Basis



Konzept der Niedrigwasserrisikoanalyse

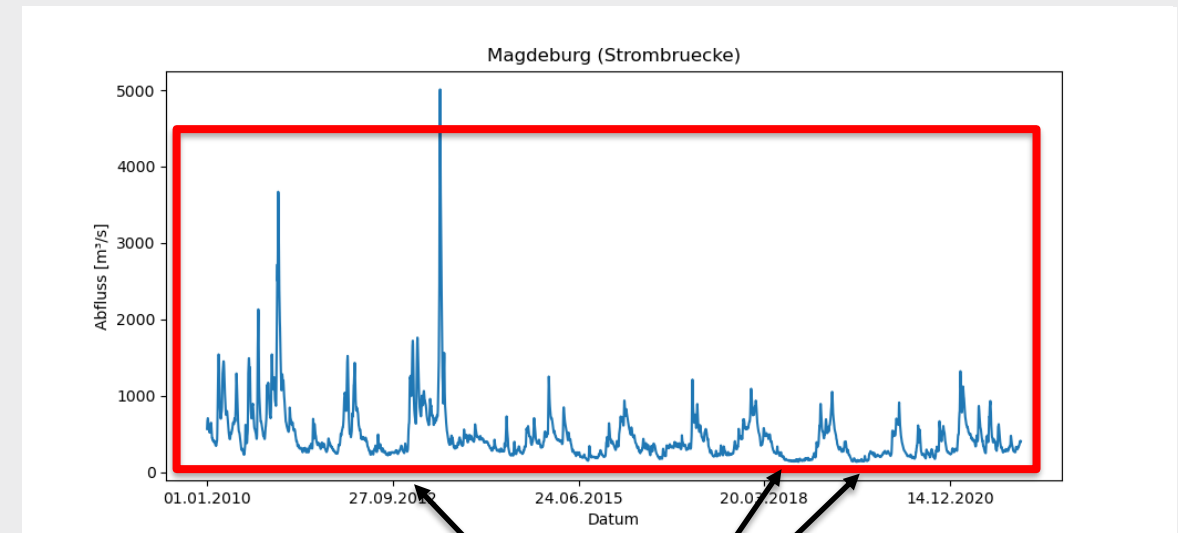


2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Szenarien-basierter Risikoansatz vs. Kontinuierlicher Risikoansatz

- **Szenarien-basierter Risikoansatz**
 - Hochwassermodellierung häufig Szenario-basiert (z. B. HQ100)
 - Niedrigwasser: Was ist ein Szenario ?
- **Niedrigwasser hat ein „Gedächtnis“**
 - Entstehung und Auftreten über Monate/Jahre
 - Ereignisse „unterbrochen“ durch kleinere Niederschlagsereignisse
 - langjährige Zeitreihen
- **Kontinuierlicher Risikoansatz:**
 - Analyse langjähriger Zeitreihen
 - Niedrigwasserrisiko [€/a] = $(\sum_{\text{über Jahre}} \text{Konsequenzen}) / \text{Anzahl Jahre}$

=> „Man muss sich nicht um Szenarien kümmern!“



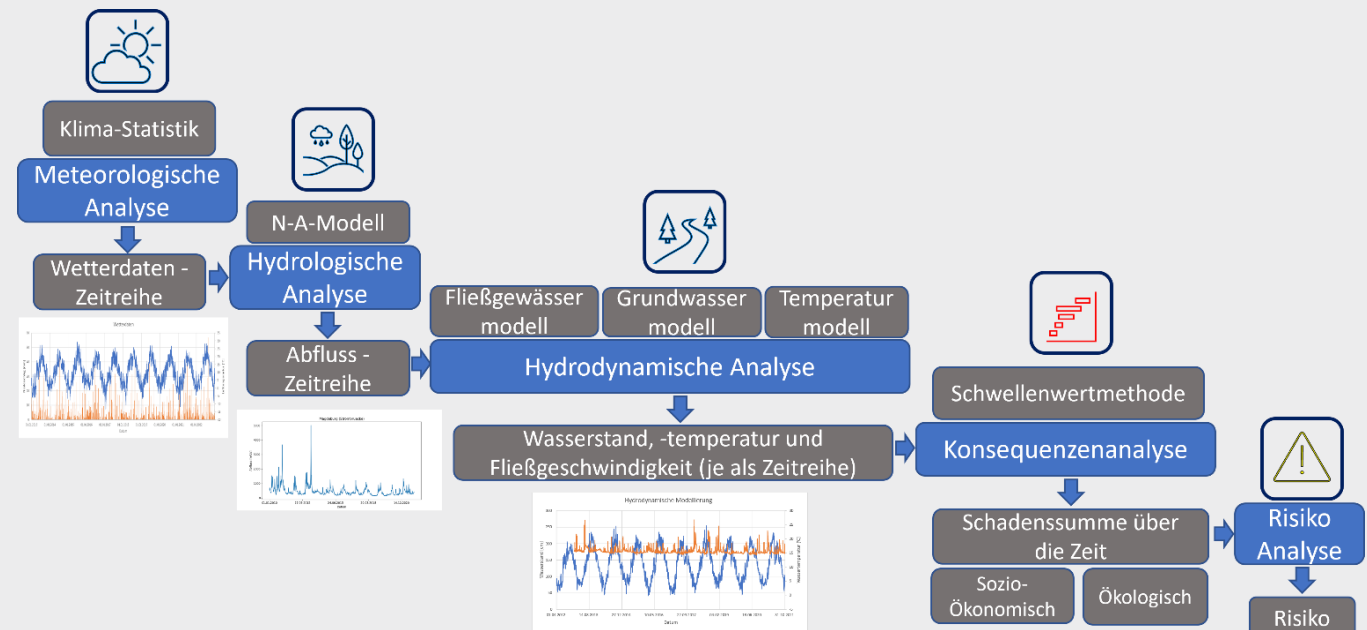
Summe aller Ereignisse

2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Übersicht der Module: umfassende Modellierung

- Meteorologische Analyse
- Hydrologische Analyse
- Hydrodynamische Analyse
- Konsequenzenanalyse
- Risikoanalyse

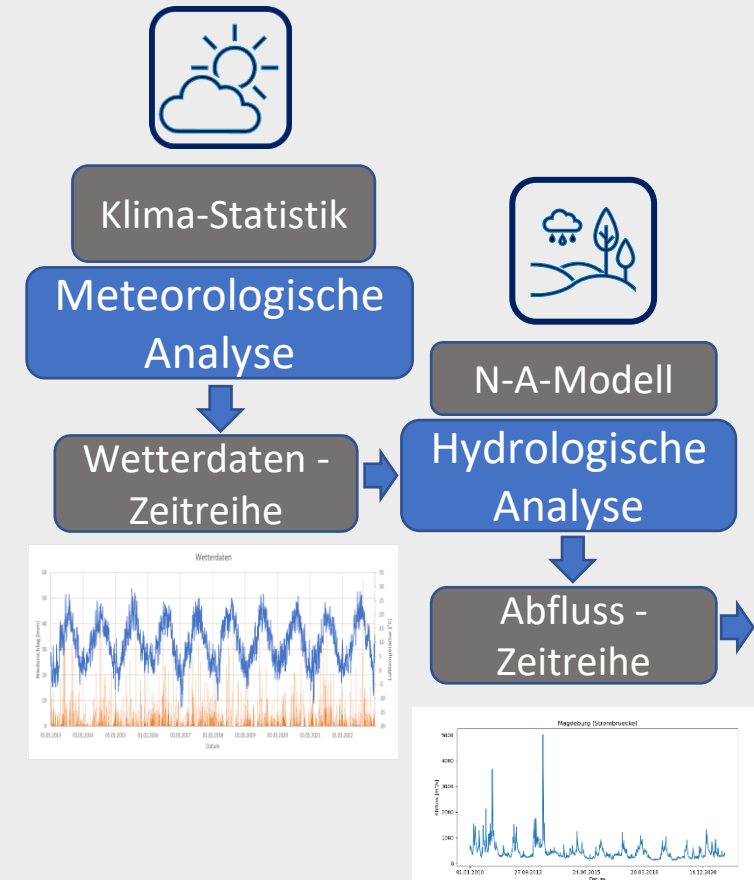
=> Generation und Analyse auf **langjährige Zeitreihen!**



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Meteorologische-Hydrologische Analyse

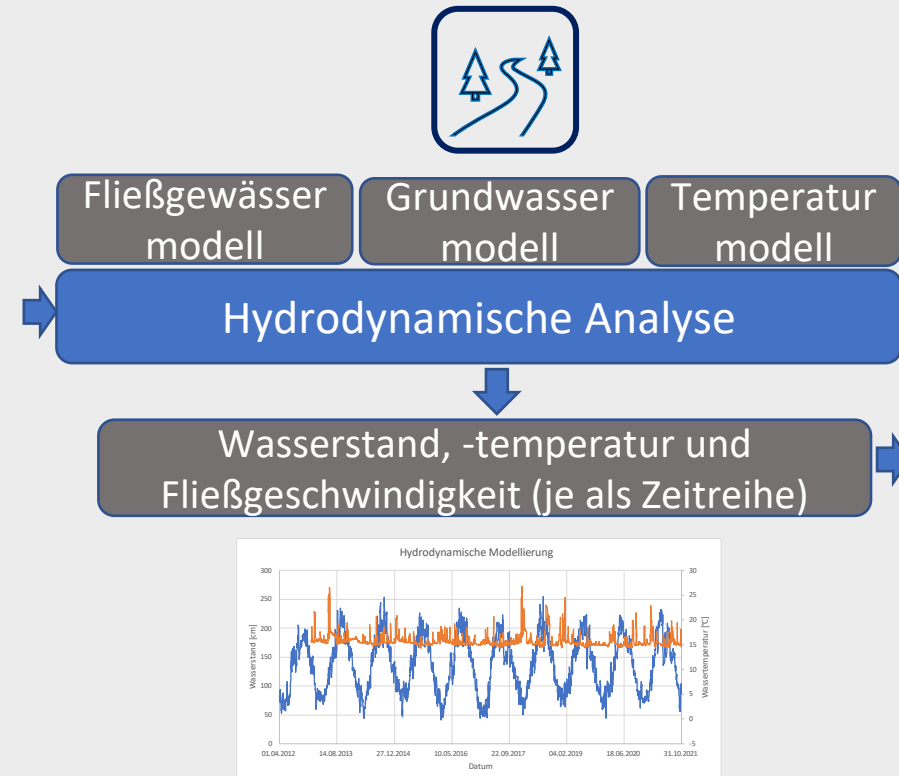
- **Meteorologische Analyse:**
 - Basiert auf der statistischen Beschreibung des aktuellen Klimas
 - Erzeugt synthetische langjährige Wetter-Zeitreihen
- **Hydrologische Analyse:**
 - Transformiert Wetterzeitreihen in Abflusszeitreihen
 - NA-Modellierung (z.B. HBV)



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Hydrodynamische Analyse

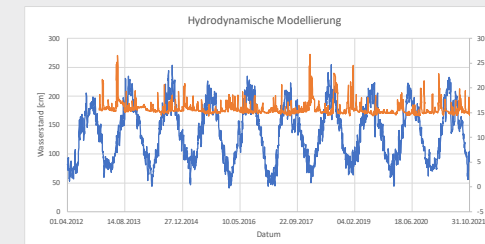
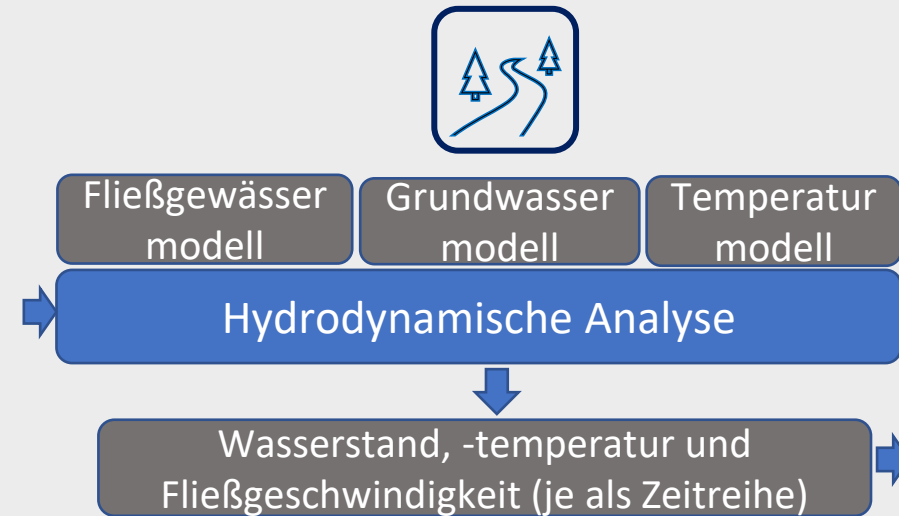
- **1D-Fließgewässersmodell:**
 - Transformiert Abflusszeitreihen in Zeitreihen für Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten im Fließgewässer
 - Hydro-numerische Modellierung
 - Basiert auf vereinfachte SAINT-VENANT-Flachwassergleichungen



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Hydrodynamische Analyse

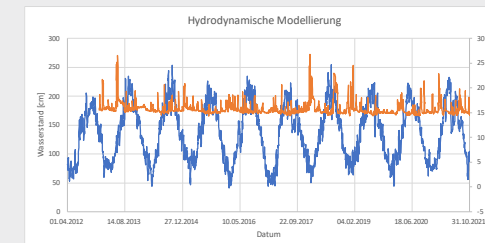
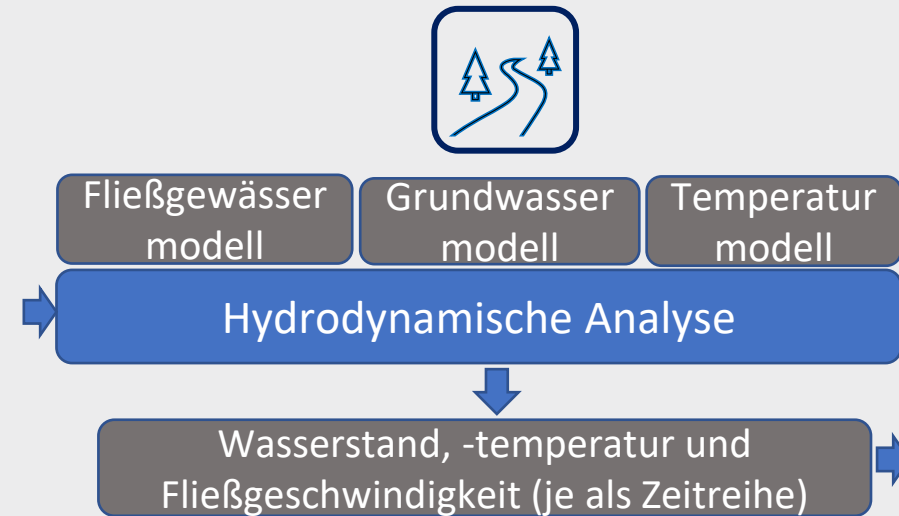
- **Grundwassermodell:**
 - Oberflächennahes Grundwasser in Gewässernähe
 - Berechnet Ex-/Infiltration zwischen Grundwasser und Fließgewässer
 - bidirektionale Kopplung an das 1D-Fließgewässermodell



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Hydrodynamische Analyse

- **Temperaturmodell:**
 - Berechnet Zeitreihen für Wassertemperatur im Fließgewässer
 - Unidirektionale Kopplung an das 1D-Fließgewässermodell

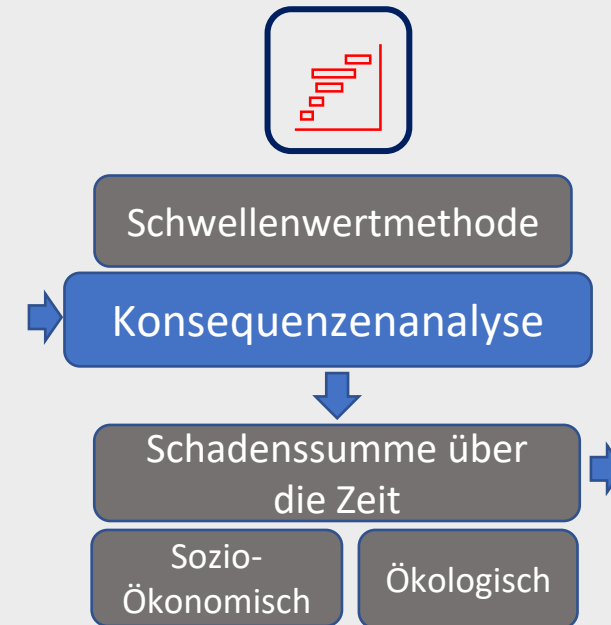


2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Konsequenzenanalyse

- **Sozio-ökonomische Konsequenzen:**
 - Unterschiedliche Konsequenzkategorien: Schifffahrt, Wasserkraft, Freizeit, Energie, Brauchwasser Industrie und Landwirtschaft etc.
 - Schwellenwertansätze
- **Ökologische Konsequenzen:**
 - Fische
 - Makrozoobenthos
 - Schwellenwertansätze (empirisch)

=> **Zeitreihen** der Konsequenzen pro Kategorie



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Risiko Analyse

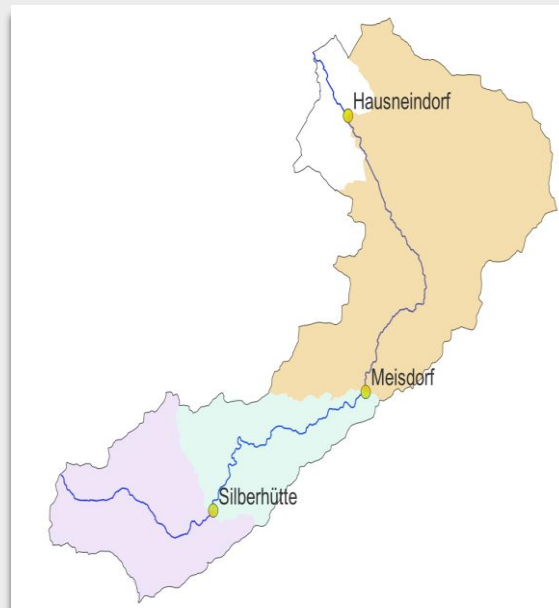
**Risiko Analyse über die Zeitreihen der
Konsequenzenkategorien:**

Niedrigwasserrisiko [€/a] =
($\sum_{\text{über Jahre}}$ Konsequenzen) / Anzahl Jahre

$$\rightarrow R_i = \frac{\sum_{j=0}^n K_{i,j}}{n}$$



Prototypanwendung Selke

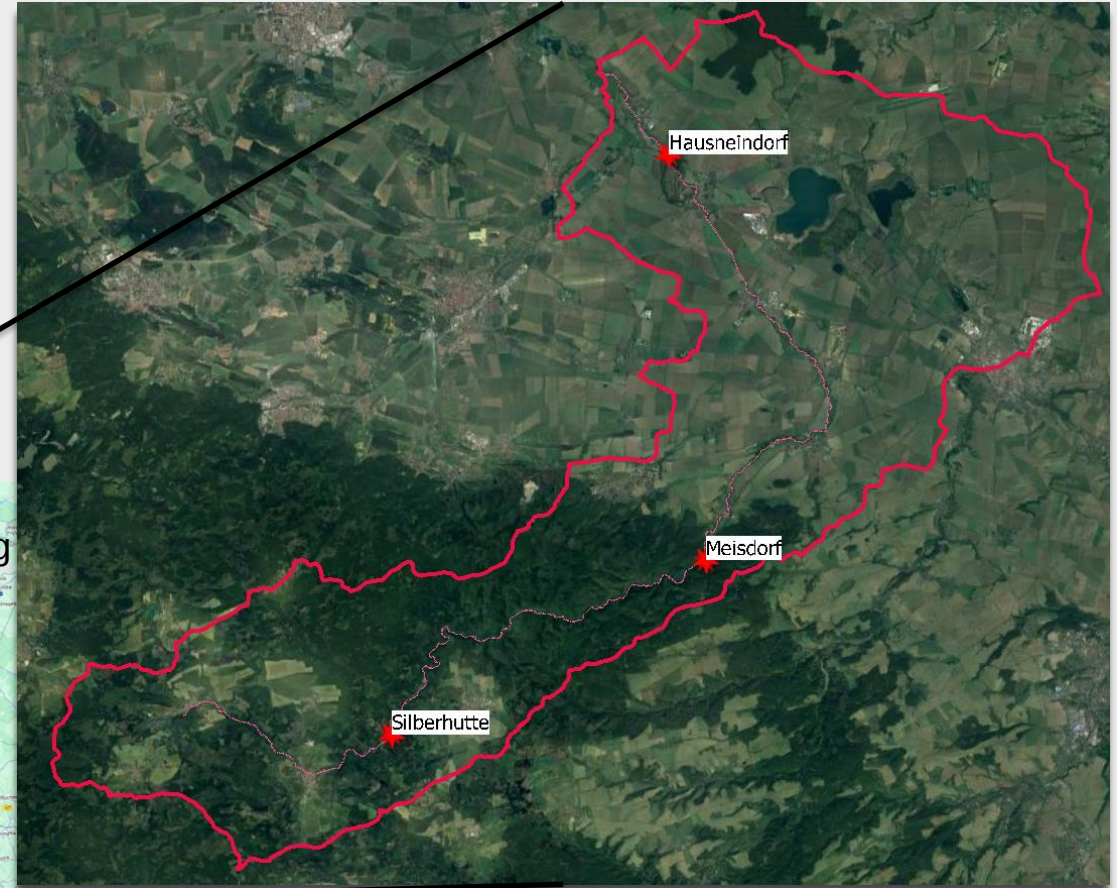


3. Prototypanwendung Selke

Untersuchungsgebiet

Selke- Einzugsgebiet

- Süd-östlicher Harz
- 64 km lang
- 500 km² Fläche
- Durchschnittlicher Niederschlag
660 mm/a
- Mittlere Abfluss an der Mündung
1,7 m³/s
- Ländlich geprägt



3. Prototypanwendung Selke

Hydrodynamik

Randbedingungen

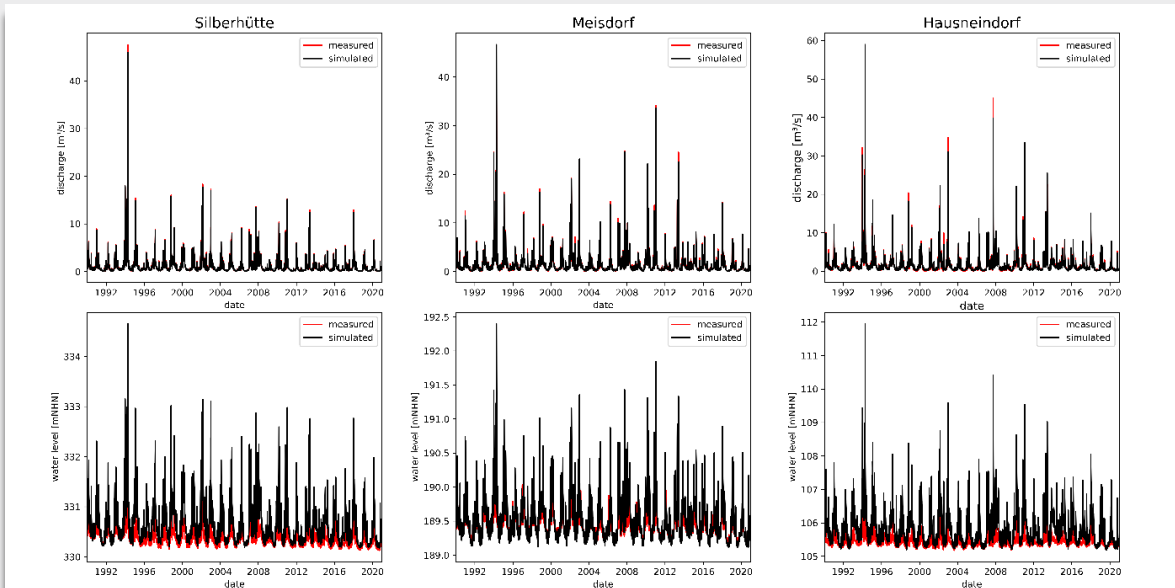
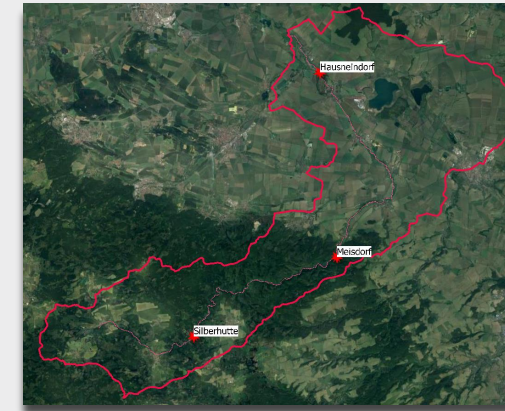
- Historische Abflussdaten 1990 bis 2020 (30 Jahre)
- Wettergenerator und Hydrologie hier noch nicht angewendet

Modellierung

- 1d-hydrodynamisches Modell der Selke (1250 Profile) im Werkzeug LoFLODES

Ergebnisse: 30 Jahre Zeitreihe Abfluss und Wasserstand u.a. an 3 Pegel

- sehr gute Übereinstimmung des Abflusses
- gute Übereinstimmung mit gemessenen Wasserständen (0,06 bis 0,12 m bei NW)



3. Prototypanwendung Selke

Hydrodynamik-Temperatur

Randbedingungen

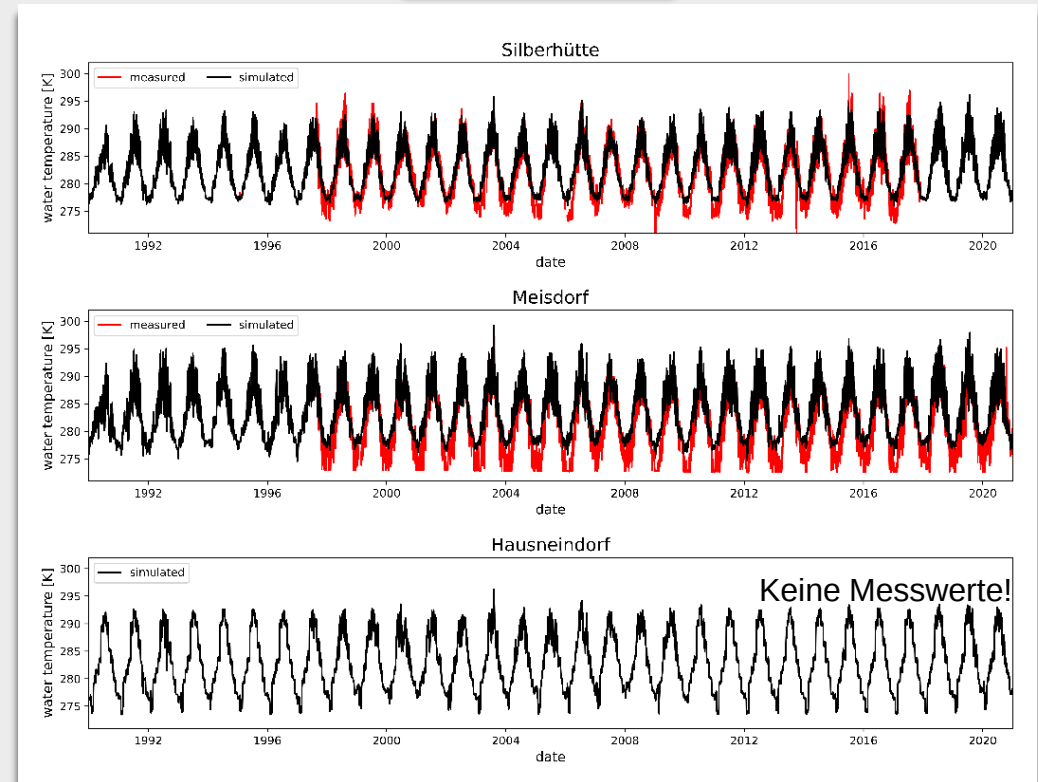
- Historische Wetterdaten des DWD 1990 bis 2020 (30 Jahre) für Stationen Harzgerode, Aschersleben-Mehringen

Modellierung

- 1d-Temperatur Modell der Selke im Werkzeug LOFLODES mit uni-direktionaler Kopplung zur Hydrodynamik

Ergebnisse: 30 Jahre Zeitreihe Wassertemperatur u.a. an 3 Pegel

- Abweichung der Wassertemperatur ca. 2 bis 3 K
- Einfluss der Temperatur der Nebenflüsse wichtig, oft unbekannt



3. Prototypanwendung Selke

Analyse der Konsequenzen

Randbedingungen

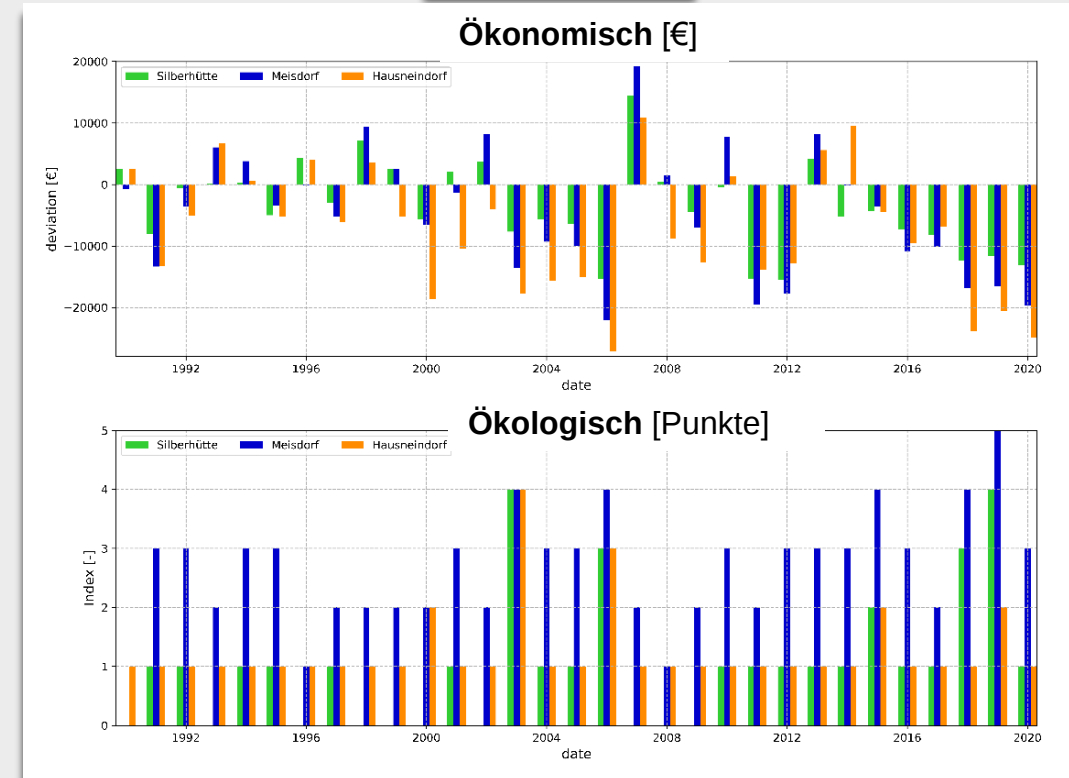
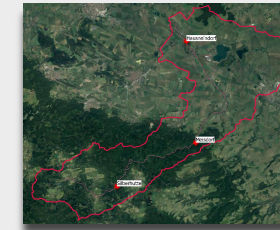
- Fiktive Konsequenzen für Wasserkraft (ökonomisch) und Ökologie für drei Abschnitte (in diesem Fall gewählt drei Pegelabschnitte)

Modellierung (hier sehr einfache Ansätze!)

- Ansatz *Wasserkraft*: Dimensionierung auf Basis historischer Daten, Berechnung des reellen Ertrags
- Punktesystem *Ökologie*: 0 (kein Schaden) bis 5 (Totalausfall) abhängig von Abfluss, Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur

Ergebnisse: 30 Jahre Zeitreihe Konsequenzen u.a. an 3 Pegel

- gute Übereinstimmung mit bekannten NW-Ereignissen an der Selke

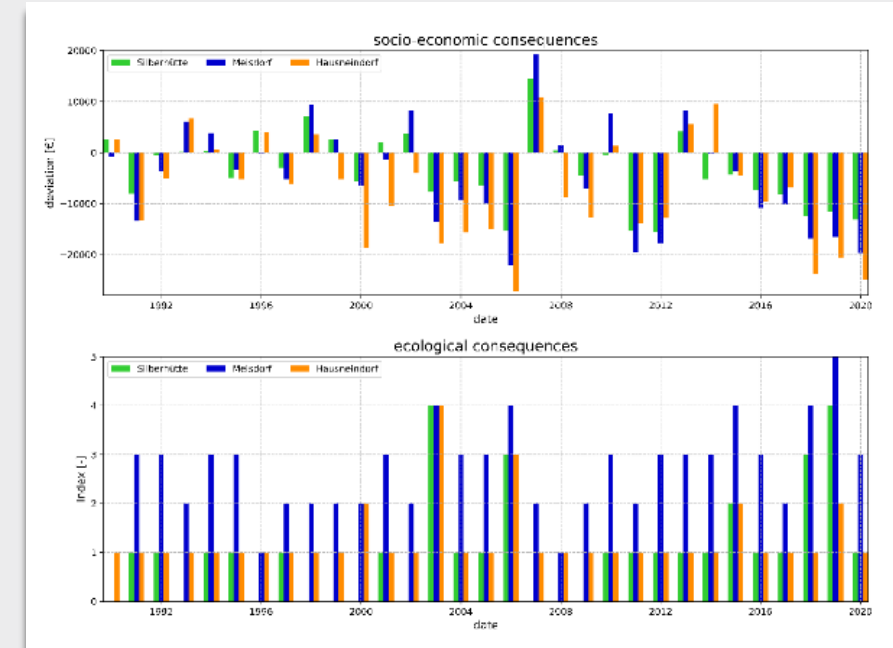


3. Prototypanwendung Selke

Risikoanalyse

Niedrigwasserrisiko für die Selke beträgt ca.

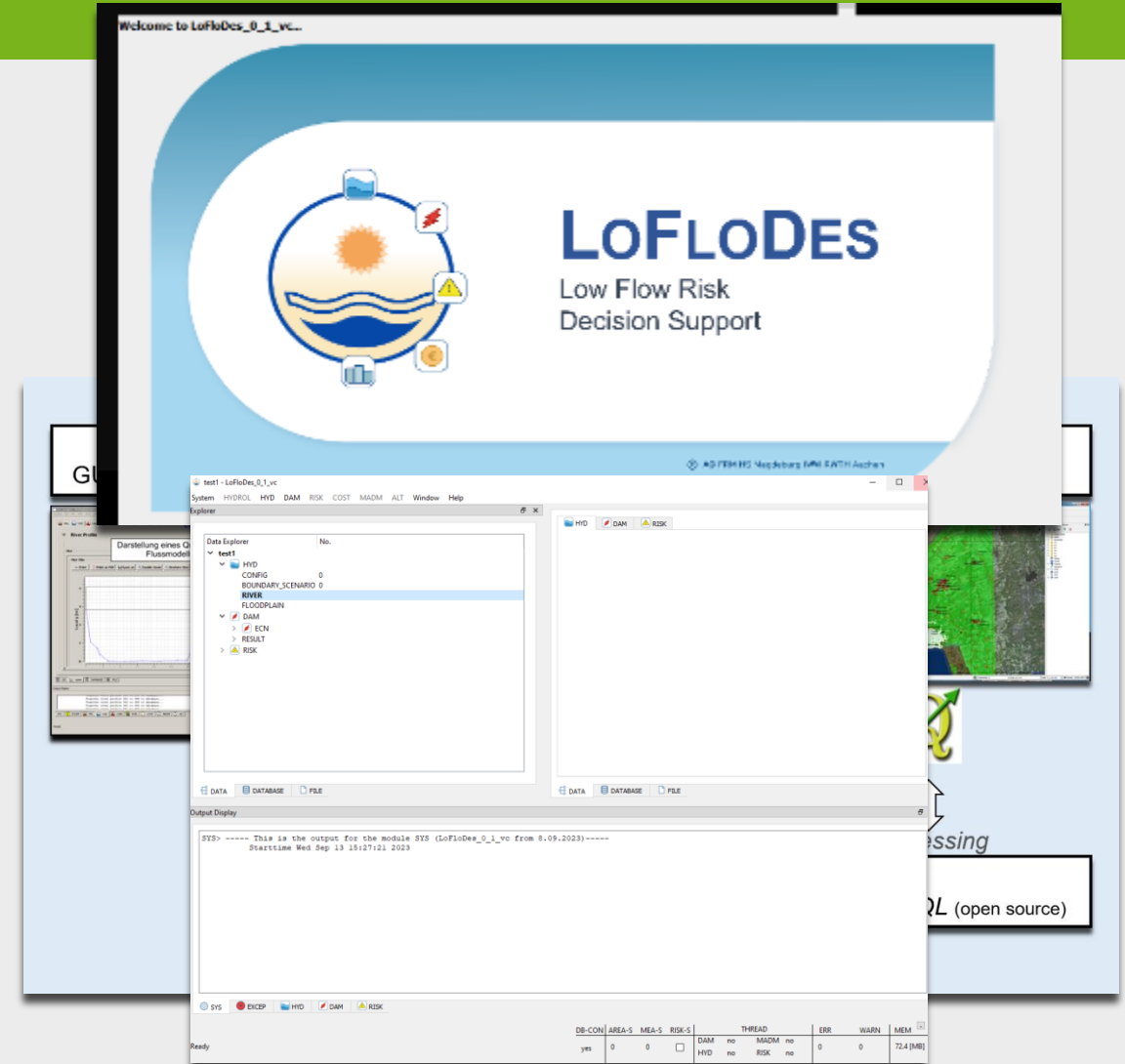
- -15.968 €/a Risiko für die Wasserkraft an der Selke (ökonomisch)
- und 1,65 Bewertungspunkte/a (ökologisch)
[leichte Beeinträchtigung]



$$\rightarrow R_i = \frac{\sum_{j=0}^n K_{i,j}}{n}$$

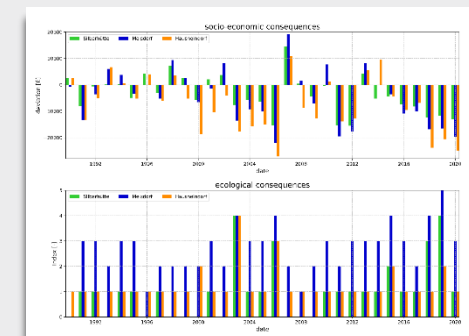
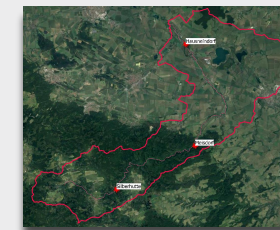
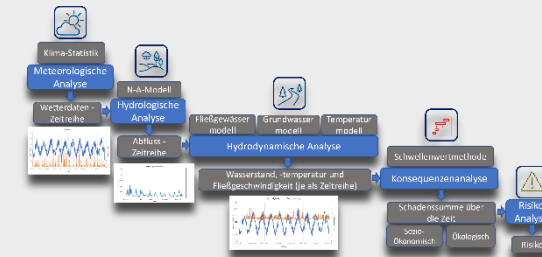
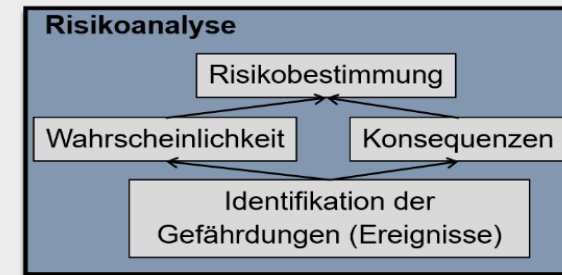
3. Prototypanwendung Selke Werkzeug

- Grundlage ist das Werkzeug PROMAIDES (zur Hochwasserrisikoanalyse <https://promaides.h2.de>)
- Programmstrukturen sind vorhanden: GUI, QGIS-Anbindung, PostgreSQL als Datenmanagementsystem
- Erweiterung/Anpassung zu einem **Werkzeug** für die **Niedrigwasserrisikoanalyse LoFLoDES** (<https://promaides.myjetbrains.com/youtrack/articles/LFD>)
- QGIS-plugins zur Unterstützung Modellaufbau und Visualisierung
- Dokumentation



4. Zusammenfassung

- **Niedrigwasserrisikoanalyse** für ein Niedrigwasserrisikomanagement für Fließgewässer unter Berücksichtigung unterschiedliche Kategorien von Konsequenzen (sozioökonomisch / ökologisch)
- **Kontinuierlicher Ansatz** basierend auf langjährige Zeitreihen
- **Umfassender Ansatz:** vom Wetter bis zu den Konsequenzen
- **Erste Prototypanwendung** an der Selke: Praxisanwendung ist möglich!



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!
Fragen, Anmerkungen, Ideen...?
Mehr Literatur und Infos zu den Arbeiten
<https://promaides.myjetbrains.com/youtrack/articles/LFD-A-23/Publications>

Essener Tag

NIEDR

HERAU

POTENT

Prof. Dr.-Ing.

Udo Satzinger M.Eng.

