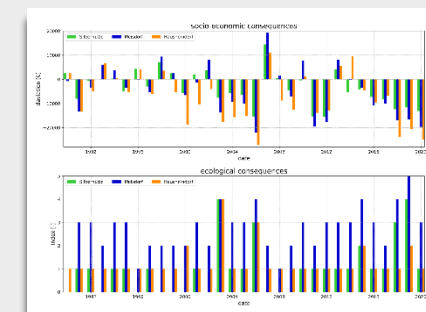
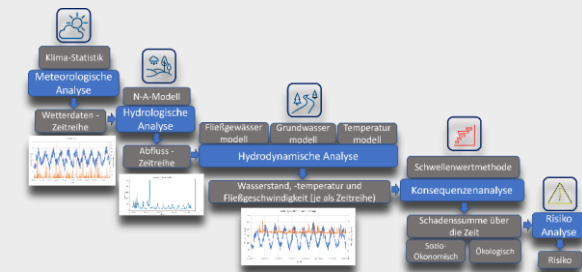


DWA-Fachtagung Wasserkreislauf RheinMain, Essen

NIEDRIGWASSER: RISIKOANALYSE UND - MANAGEMENT

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

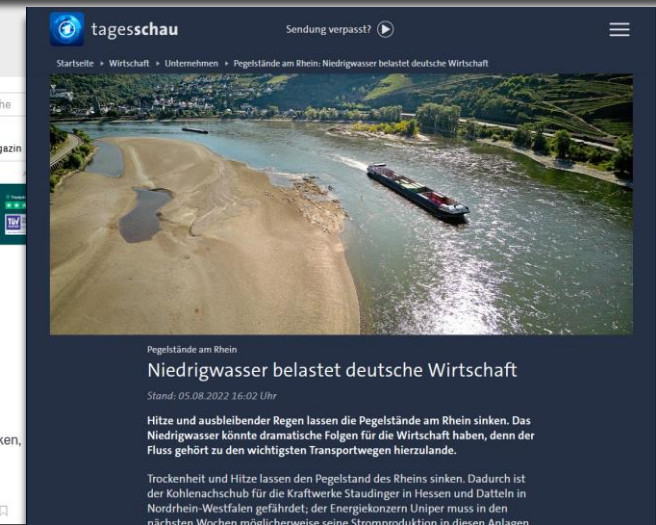


EBBE IM FLUSSBETT

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



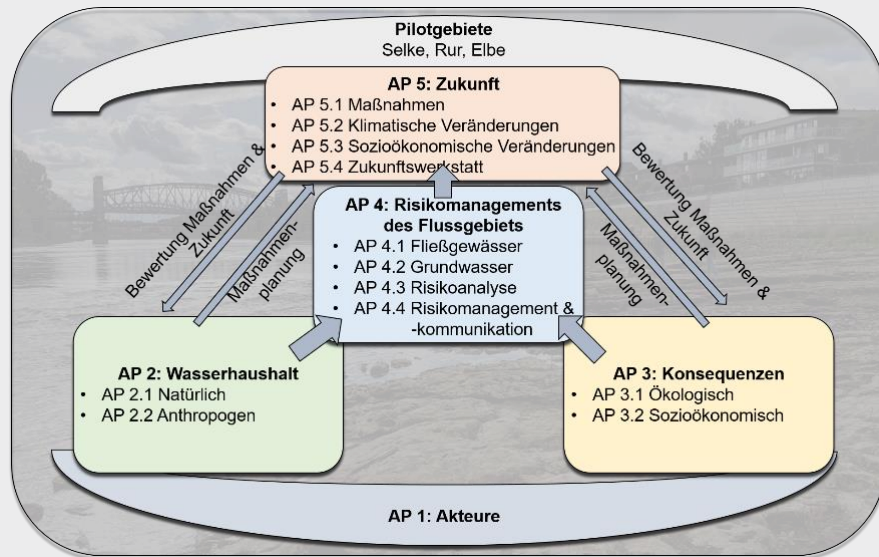
1. Übersicht

Das DryRivers-Projekt



DRYRIVERS

Laufzeit : 2022-2025



Gefördert von:



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Partner

- Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit / Wirtschaft

**Hochschule Magdeburg-Stendal h2
(Koordination)**

- Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft / Institut für Soziologie
RWTH Aachen University

- LimnoPlan** Erfstadt

- umweltbüro essen** Bolle und Partner GbR

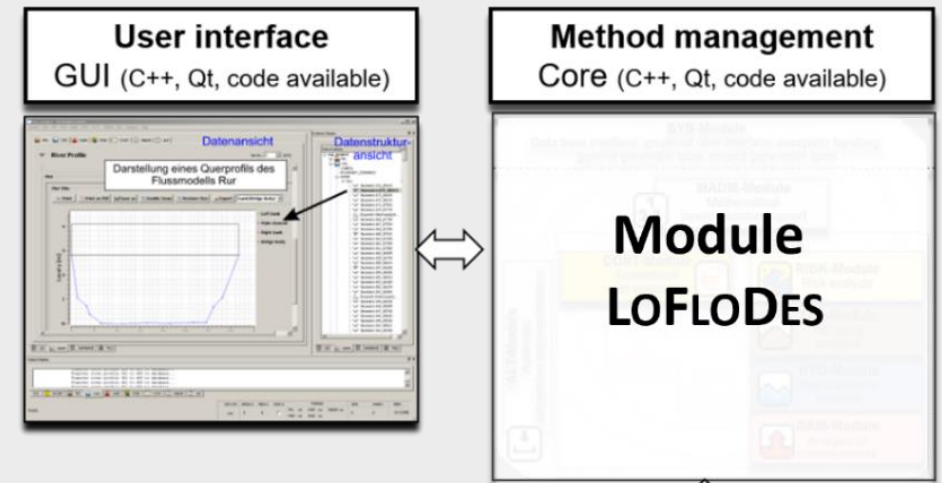


1. Übersicht

Ziel des DryRivers-Projekt

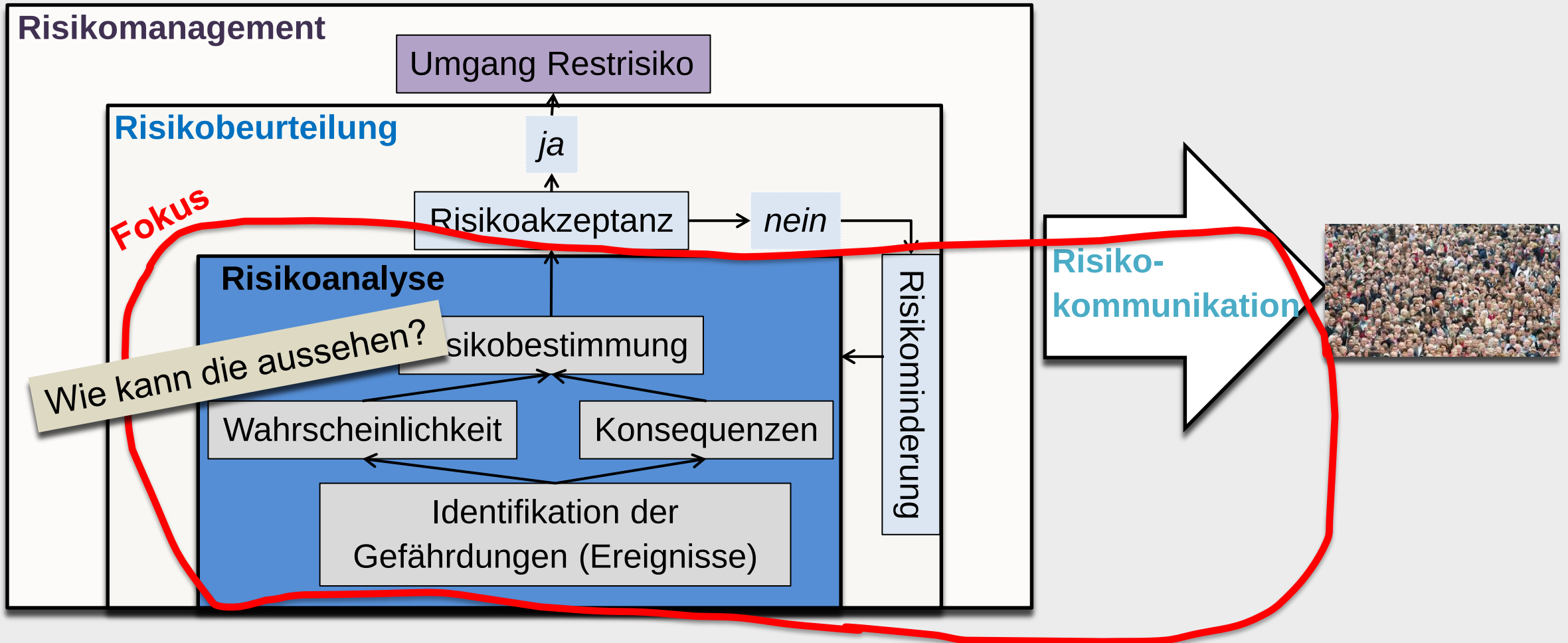
Entwicklung eines Werkzeuges zur Unterstützung des NWRM

- **Quantitative Risikoanalyse** des Ist-Zustandes und zukünftiger Zustände eines Fließgewässer
- Entwicklung, Bewertung und Priorisierung von **Maßnahmen zur Minderung** des Niedrigwasser-risikos
- **Transparente** und **objektive** Unterstützung eines NWRMs

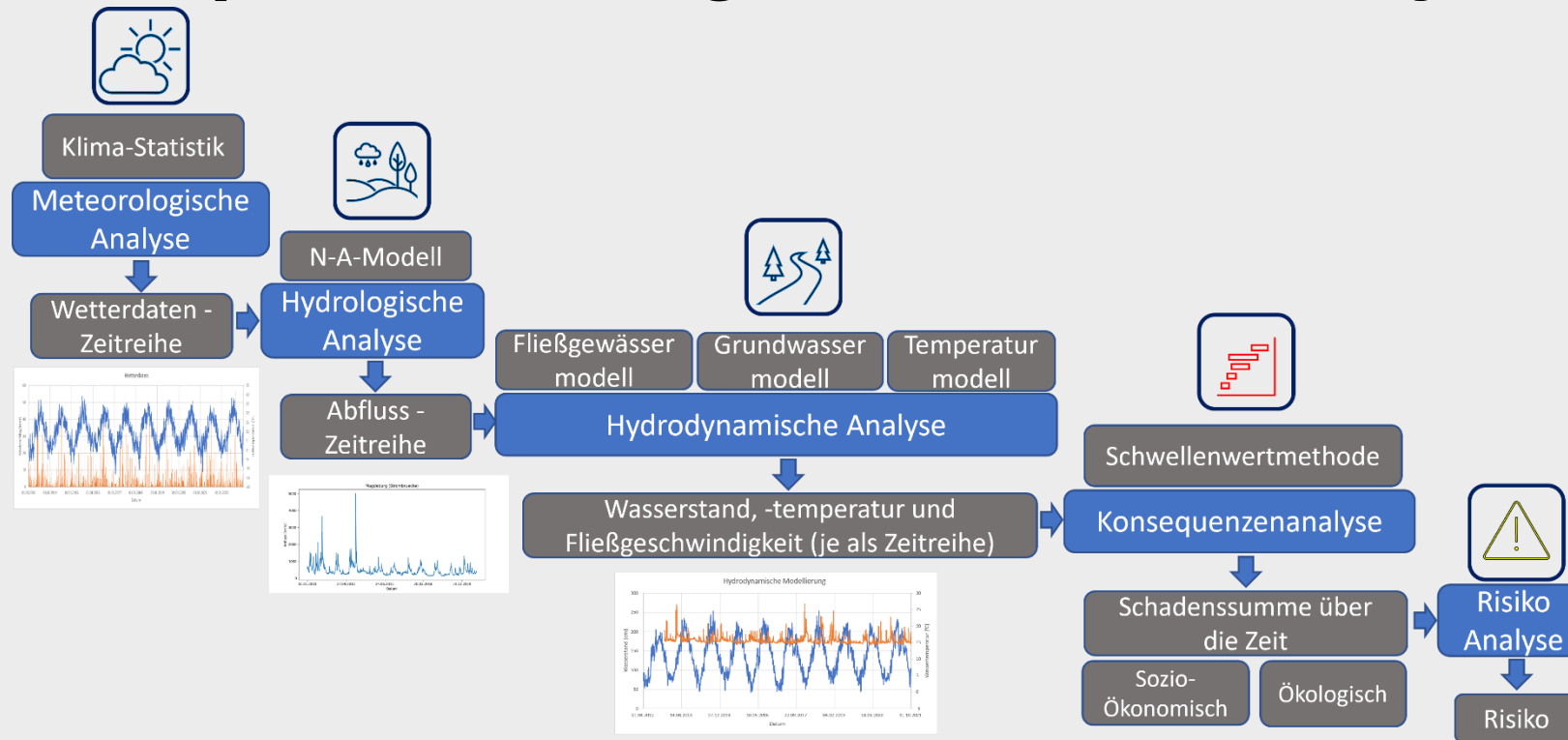


1. Übersicht

Risikoanalyse als Basis



Konzept der Niedrigwasserrisikoanalyse

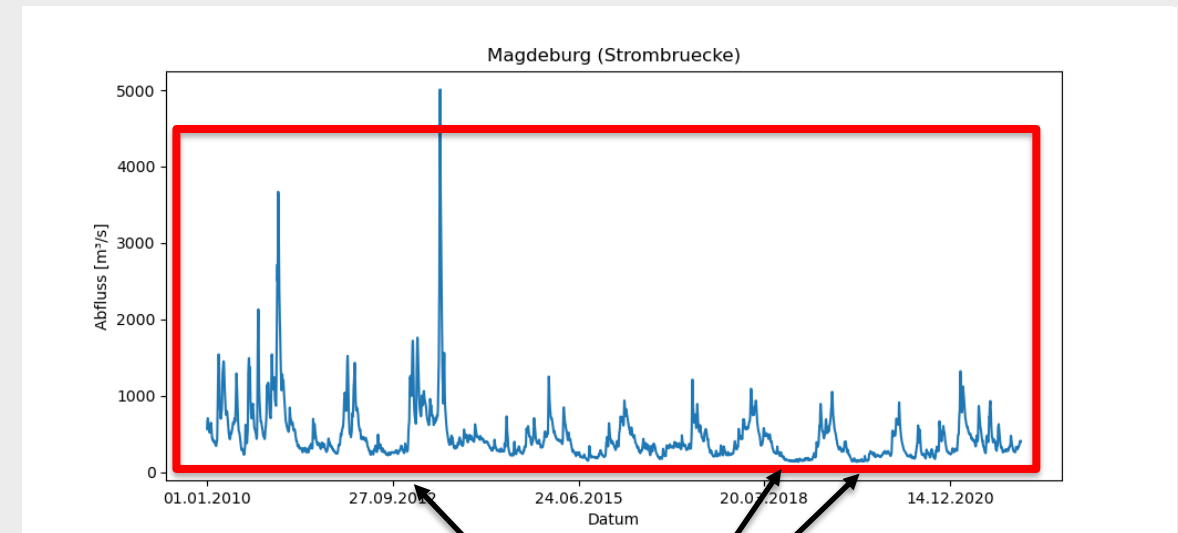


2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

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!“



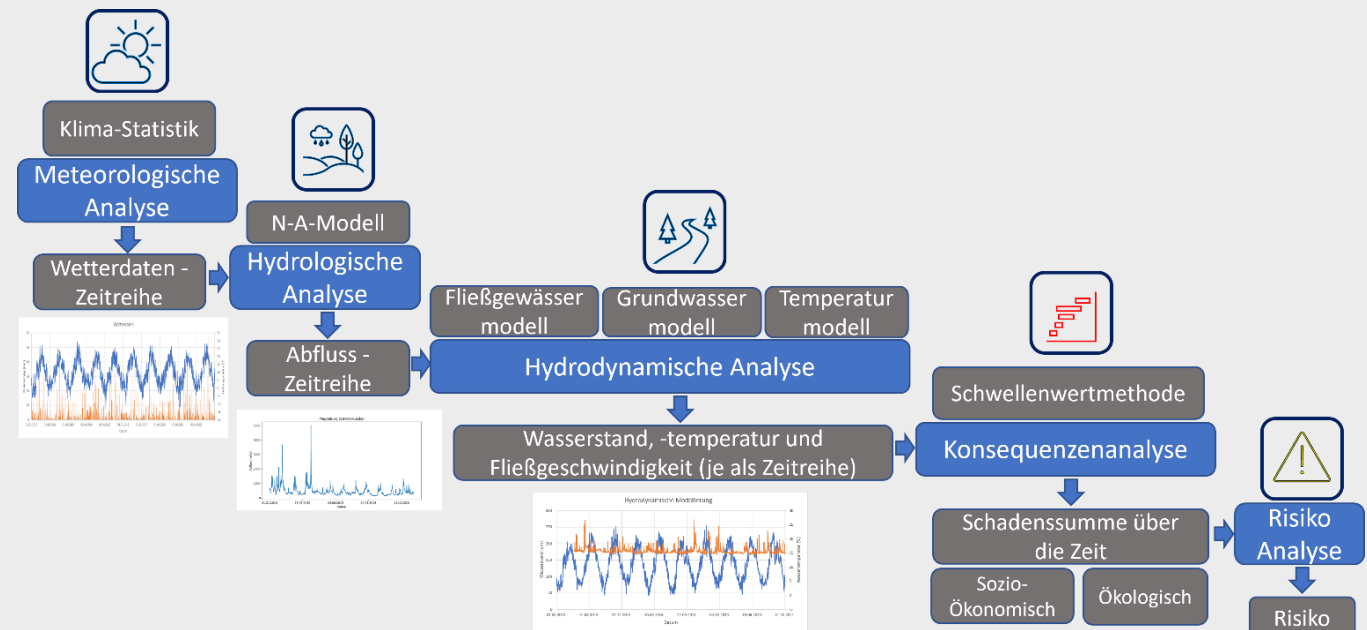
Summe aller Ereignisse

2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Übersicht der Module: umfassende Modellierung

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

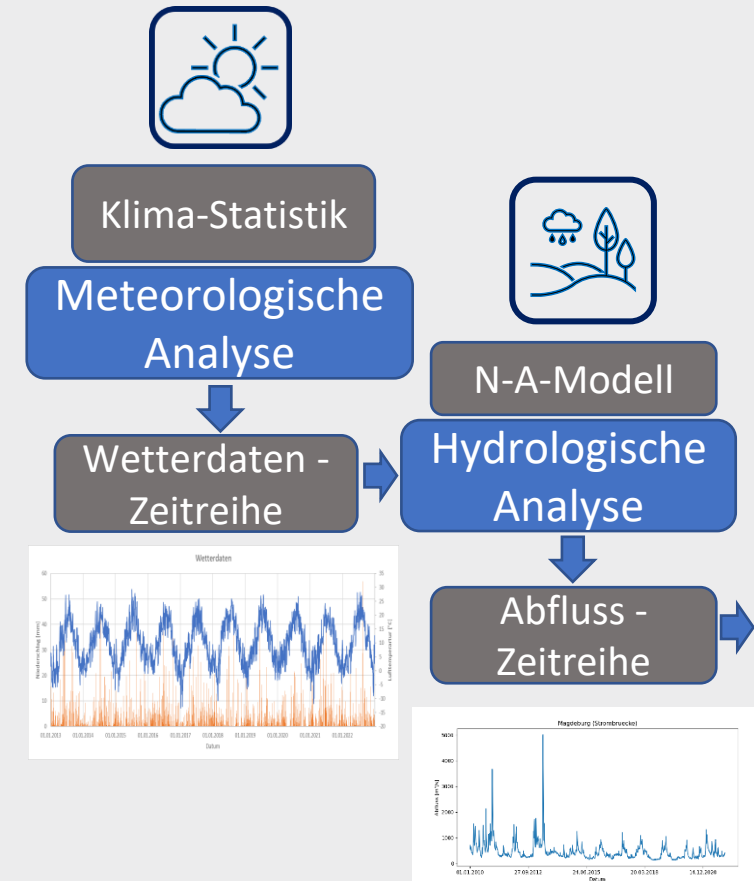
=> Generation und Analyse auf **langjährige Zeitreihen!**



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Meteorologische-Hydrologische Analyse

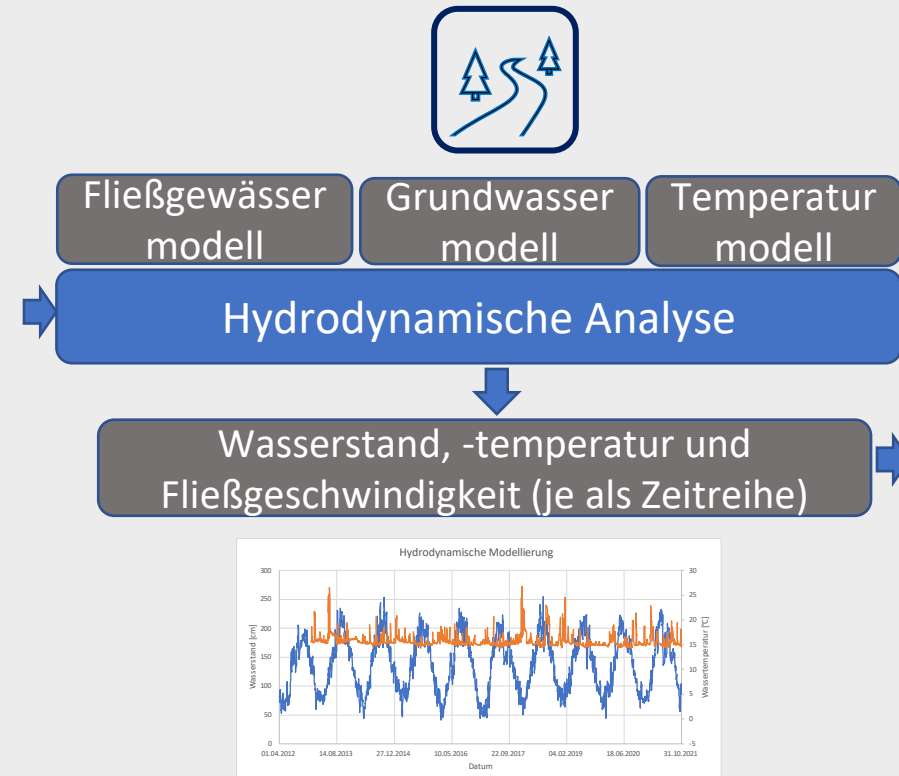
- **Meteorologische Analyse:**
 - Basiert auf der statistischen Beschreibung des aktuellen Klimas
 - Erzeugt synthetische langjährige Wetter-Zeitreihen
- **Hydrologische Analyse:**
 - Transformiert Wetterzeitreihen in Abflusszeitreihen
 - NA-Modellierung (z.B. HBV)



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Hydrodynamische Analyse

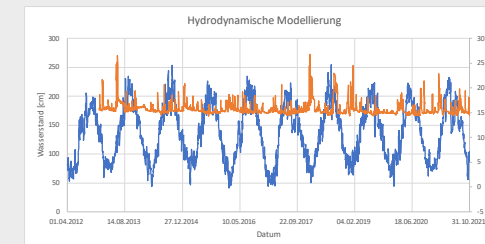
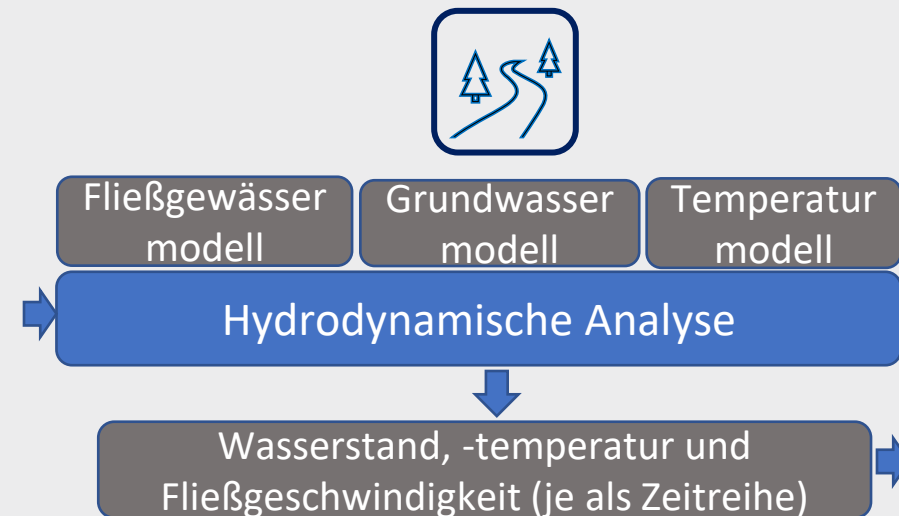
- **1D-Fließgewässersmodell:**
 - Transformiert Abflusszeitreihen in Zeitreihen für Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten im Fließgewässer
 - Hydro-numerische Modellierung
 - Basiert auf vereinfachte SAINT-VENANT-Flachwassergleichungen



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Hydrodynamische Analyse

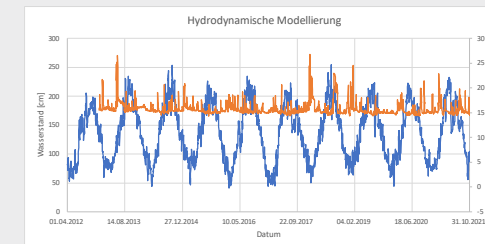
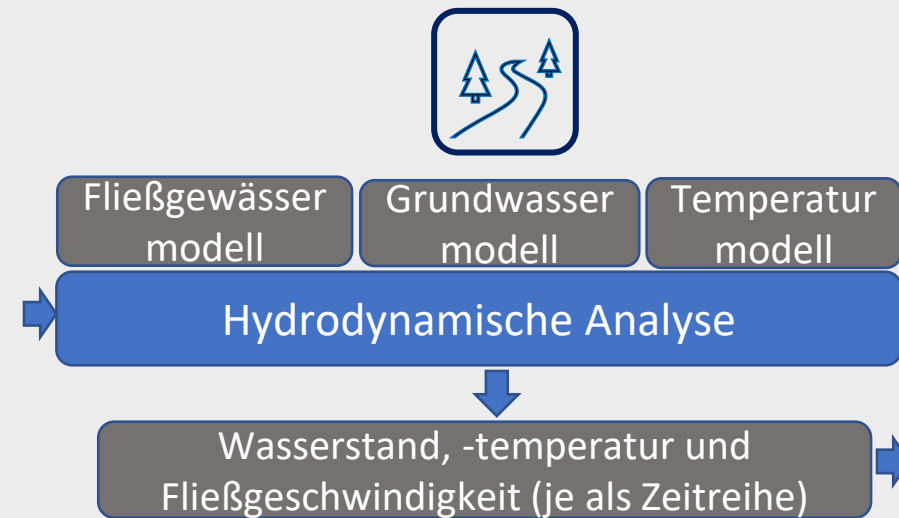
- **Grundwassermodell:**
 - Oberflächennahes Grundwasser in Gewässernähe
 - Berechnet Ex-/Infiltration zwischen Grundwasser und Fließgewässer
 - bidirektionale Kopplung an das 1D-Fließgewässermodell



2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

Hydrodynamische Analyse

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

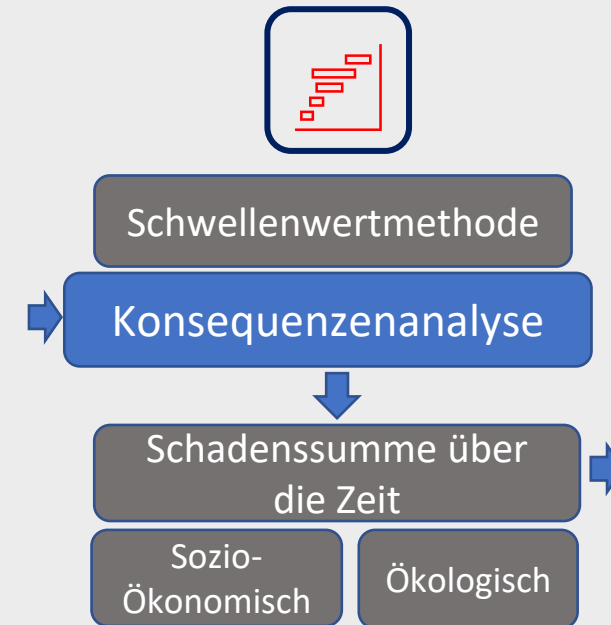


2. Die Niedrigwasserrisikoanalyse

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

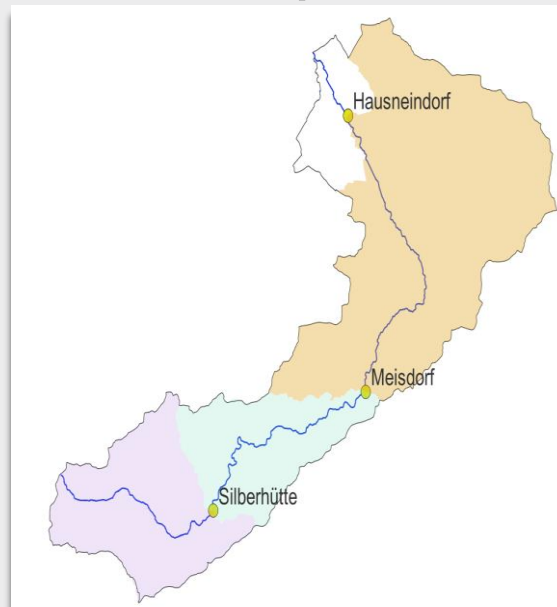
**Risiko Analyse über die Zeitreihen der
Konsequenzenkategorien:**

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

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



Prototypanwendung Selke (historische Betrachtung)

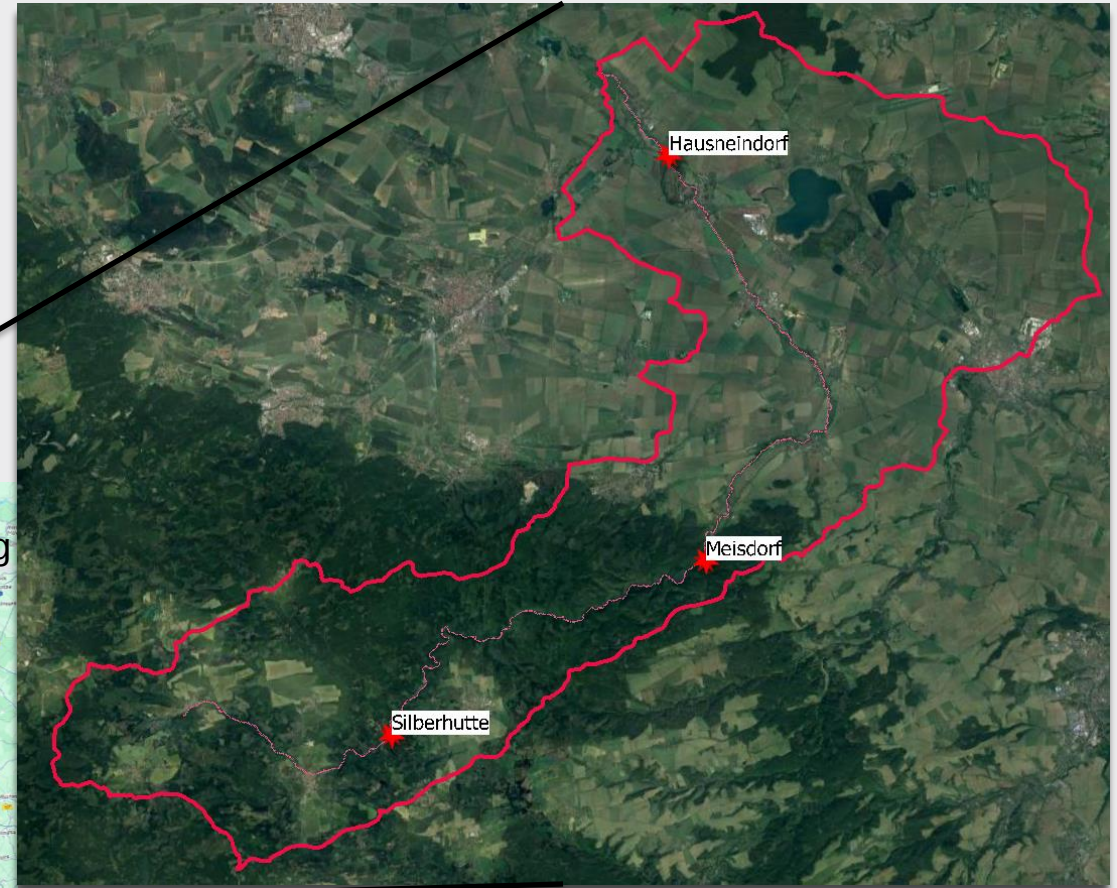


3. Prototypanwendung Selke

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

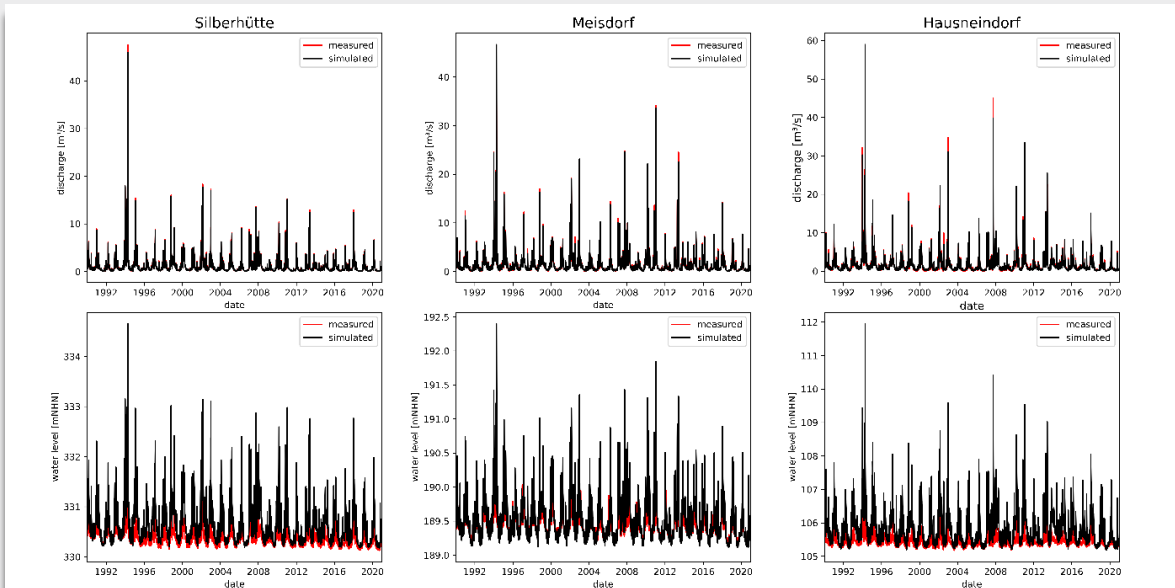
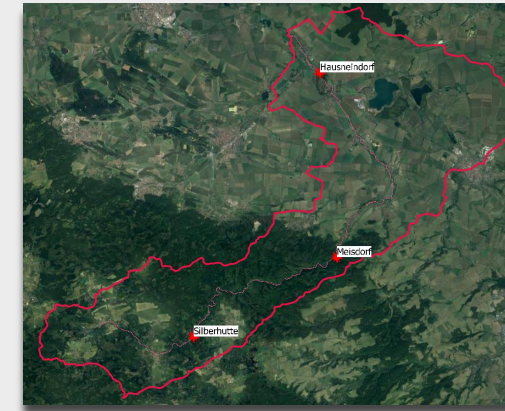
- Historische Abflussdaten 1990 bis 2020 (30 Jahre)
- Wettergenerator und Hydrologie hier noch nicht angewendet

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

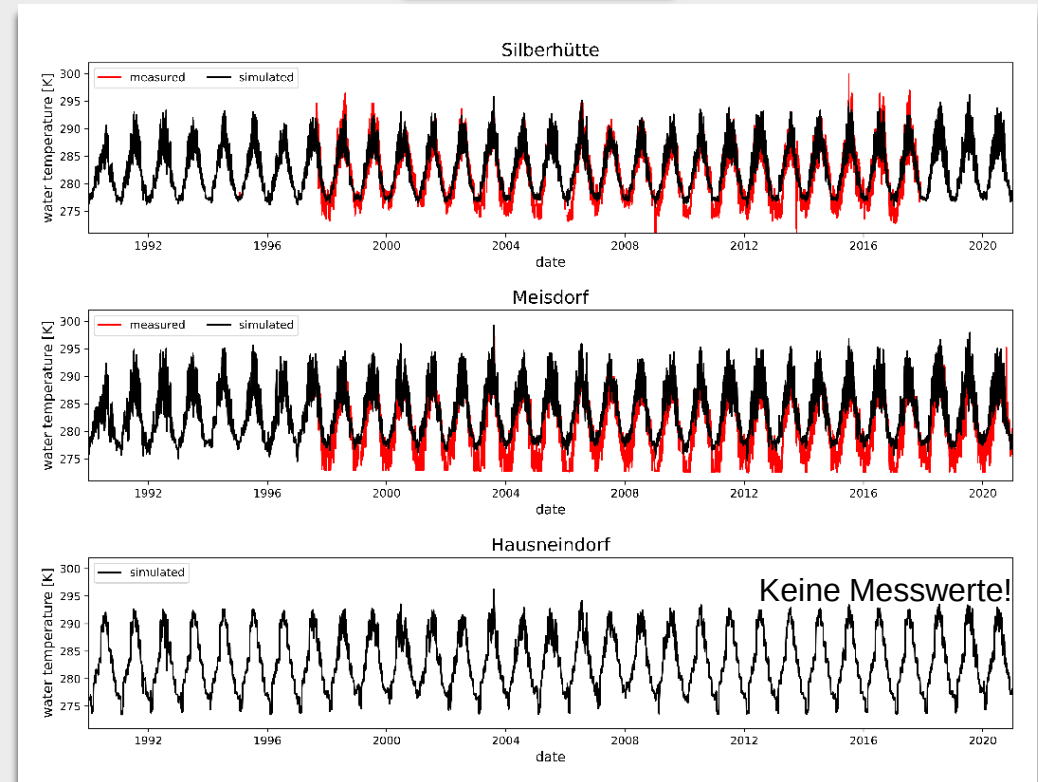
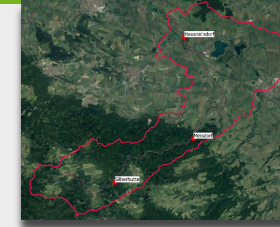
- Historische Wetterdaten des DWD 1990 bis 2020 (30 Jahre) für Stationen Harzgerode, Aschersleben-Mehringen

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

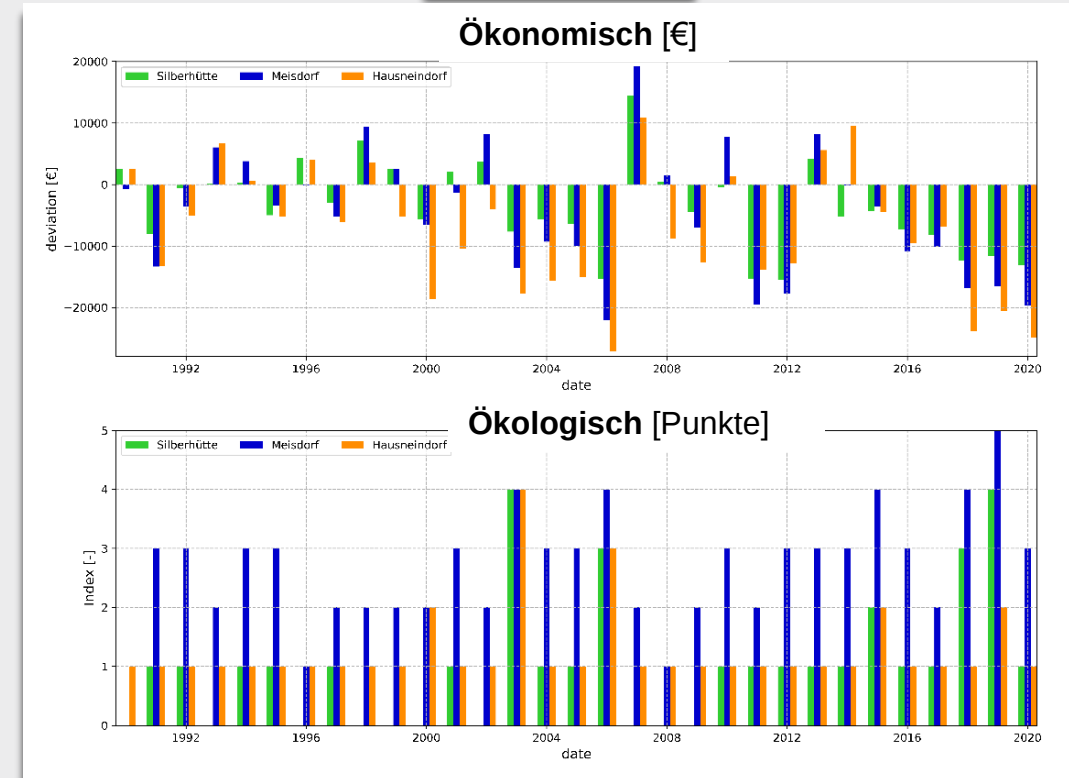
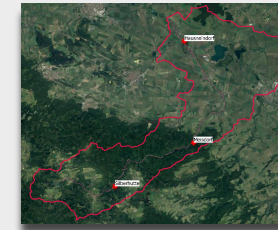
- Fiktive Konsequenzen für Wasserkraft (ökonomisch) und Ökologie für drei Abschnitte (in diesem Fall gewählt drei Pegelabschnitte)

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

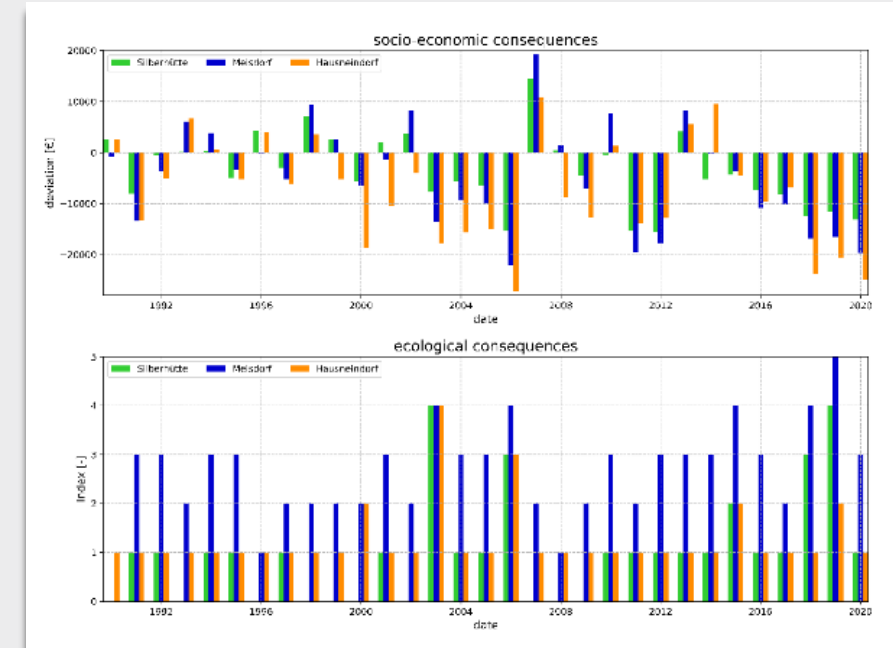


3. Prototypanwendung Selke

Risikoanalyse (historischer Betrachtungszeitraum)

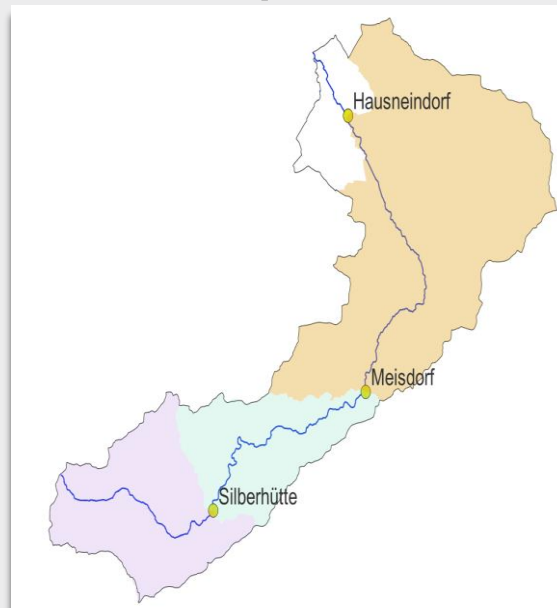
Niedrigwasserrisiko (für Betrachtungszeitraum)
für die Selke beträgt ca.

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



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

Prototypanwendung Selke (100 Jahre fiktive Zeitreihe)

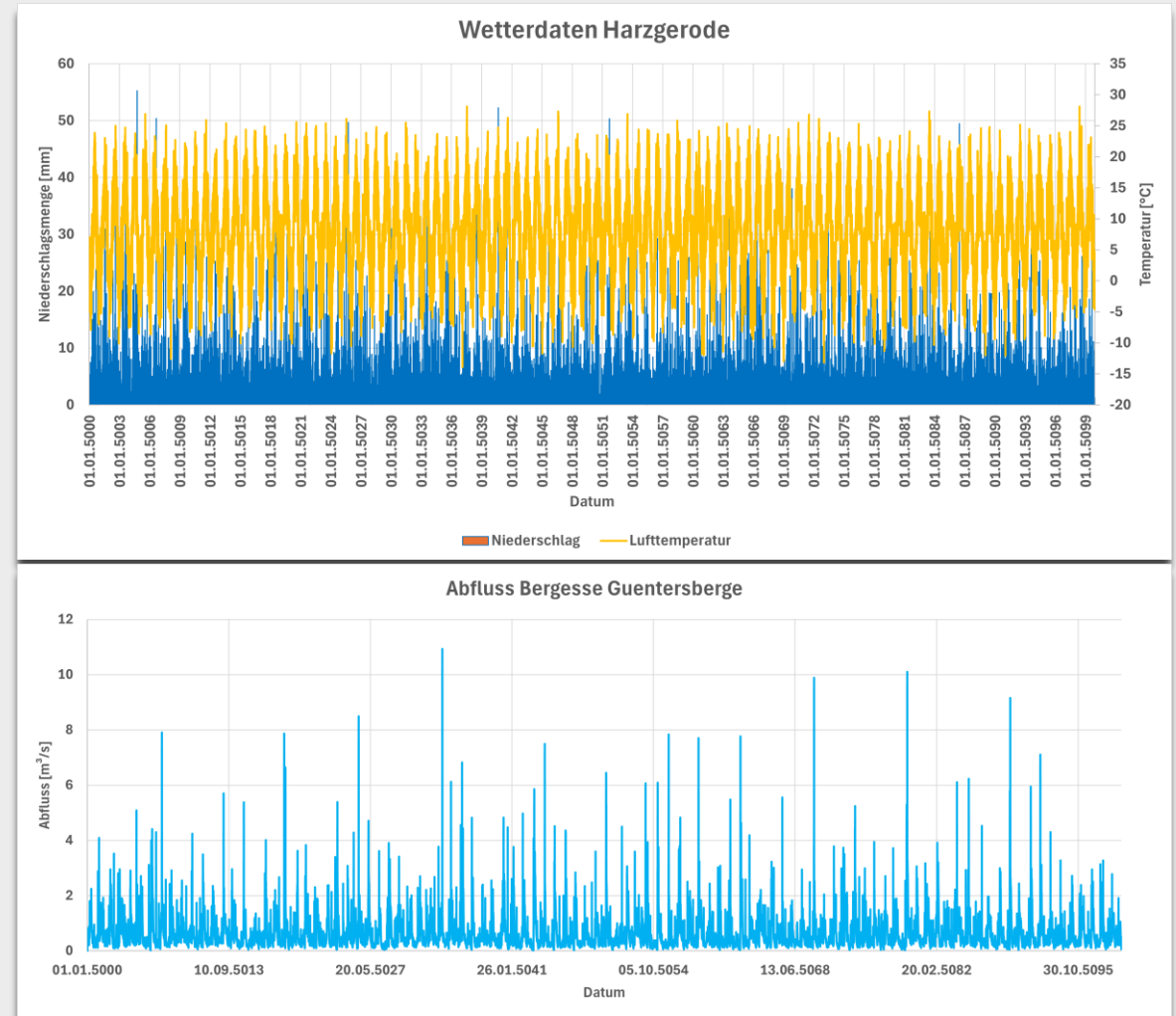
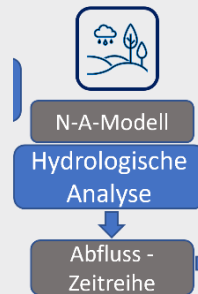


3. Prototypanwendung Selke

Erster Testlauf der gesamten Modellkette der Risikoanalyse

100 Jahre

Niedrigwasserrisikoanalyse (für 100 Jahre) für die Selke

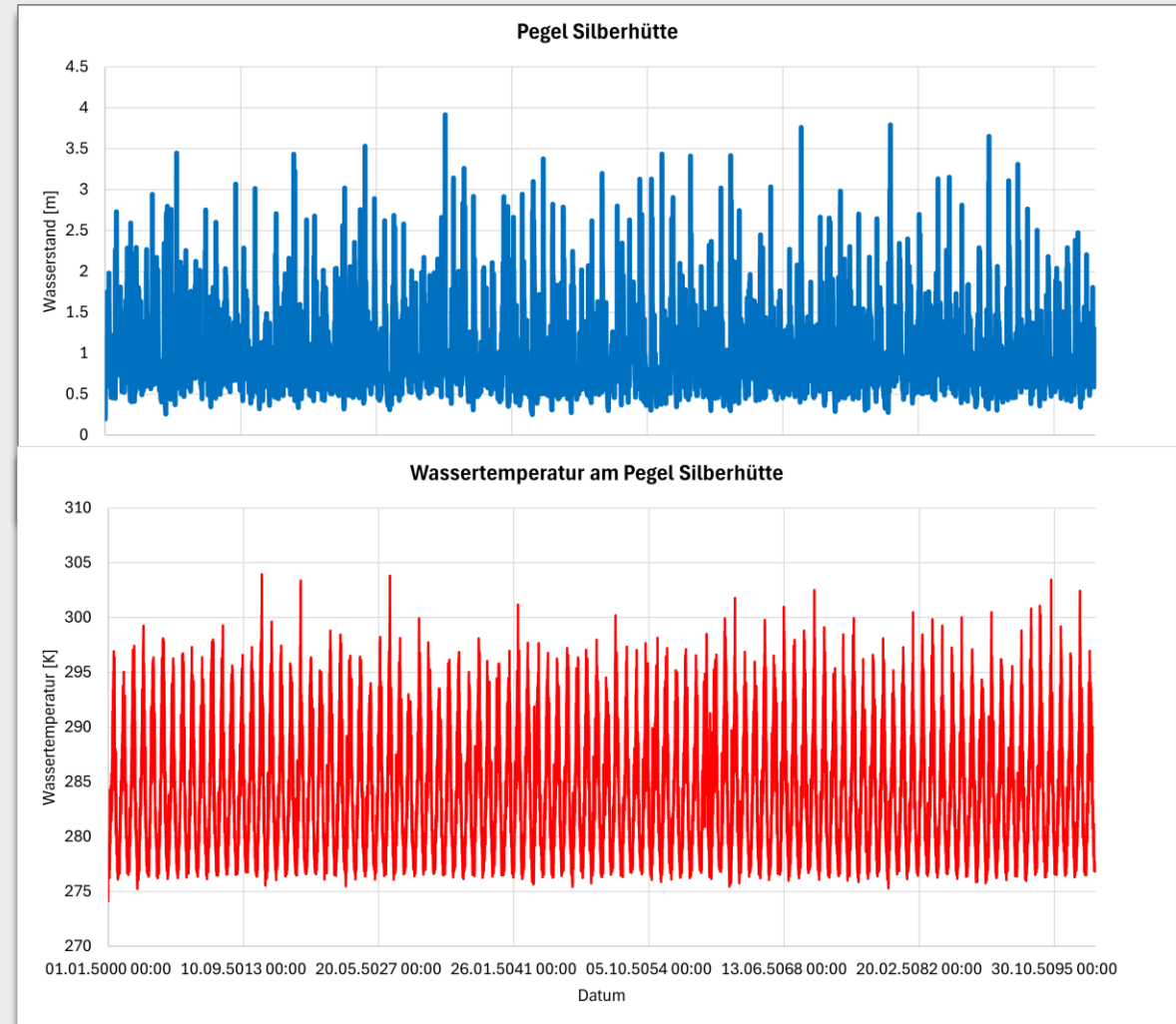
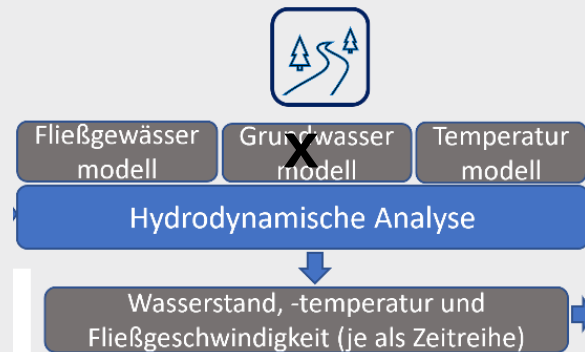


3. Prototypanwendung Selke

Erster Testlauf der gesamten Modellkette der Risikoanalyse

100 Jahre

Niedrigwasserrisikoanalyse (für 100 Jahre) für die Selke

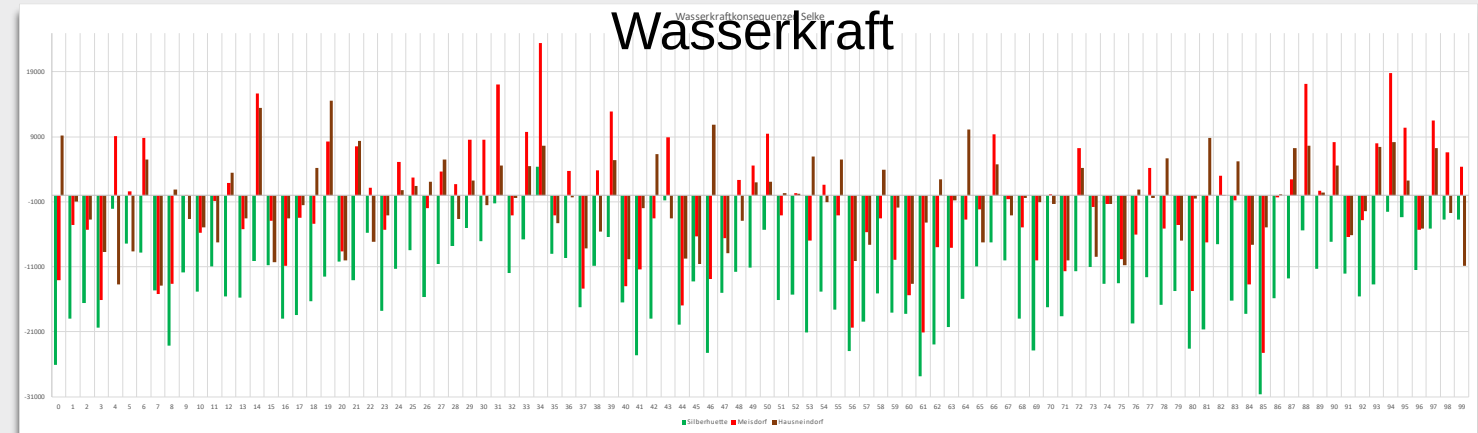
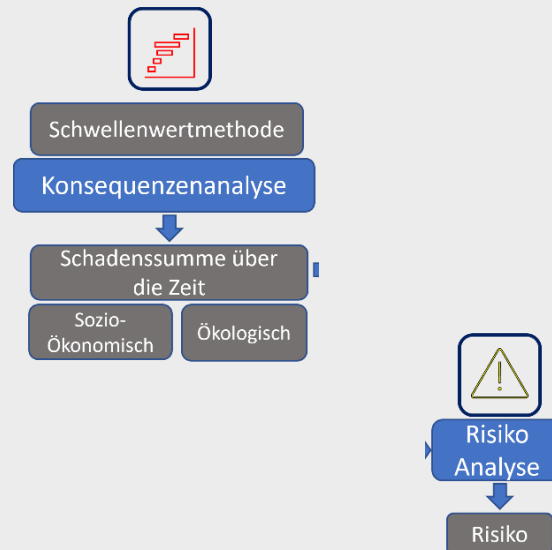


3. Prototypanwendung Selke

Erster Testlauf der gesamten Modellkette der Risikoanalyse

100 Jahre

Niedrigwasserrisikoanalyse (für 100 Jahre) für die Selke



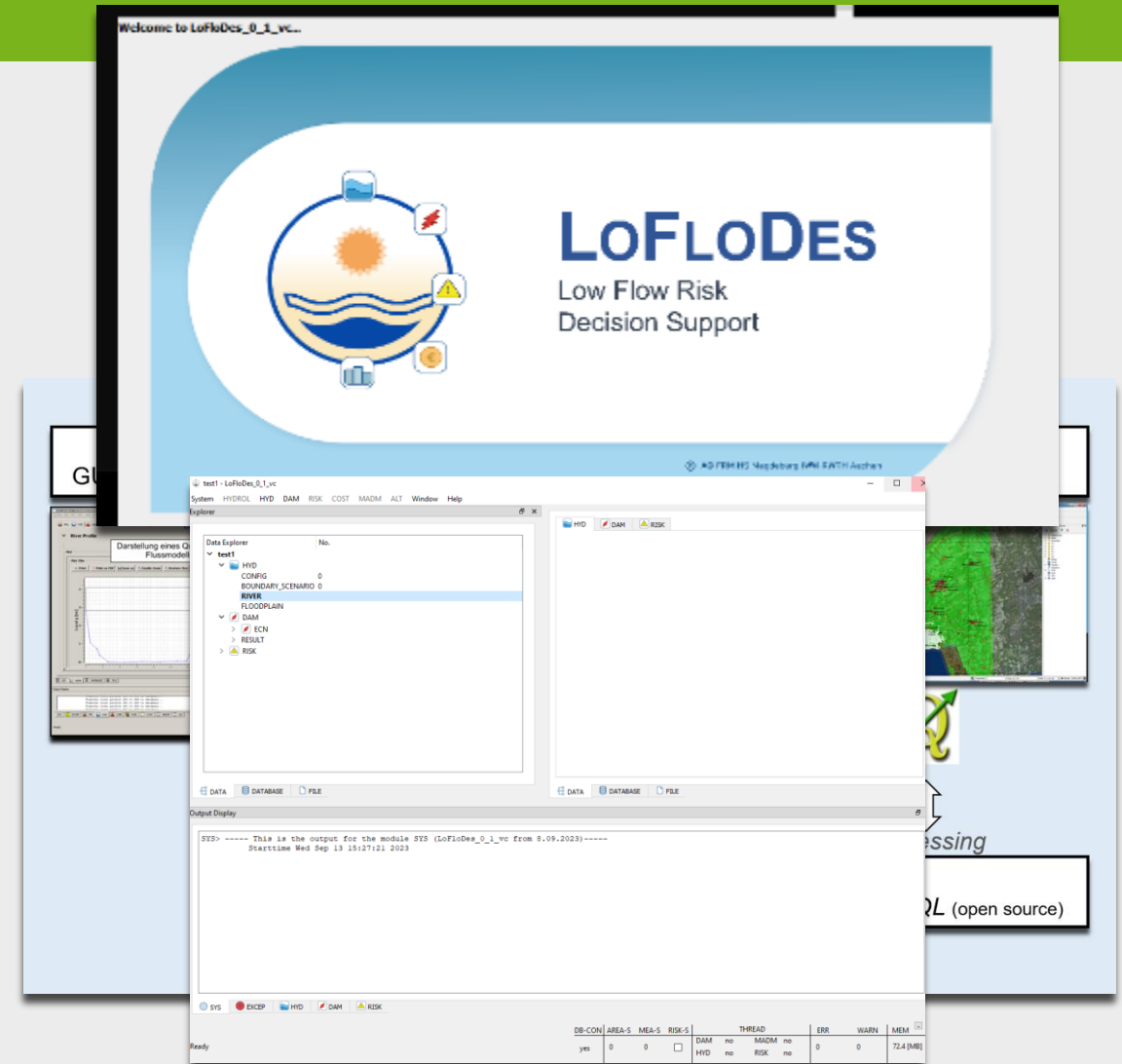
- Gesamtschaden (ökonomisch/Wasserkraft):
1.614.441 € (100 a)
- Verlust-Risiko (ökonomisch/Wasserkraft):
16.144 €/a

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

Ökologische Schäden werden ergänzt?

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

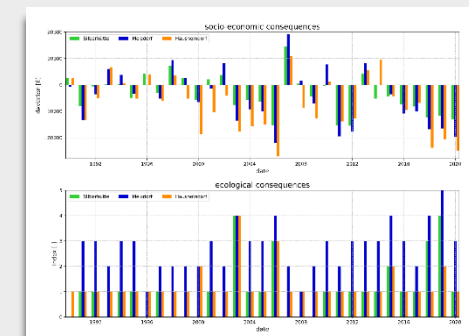
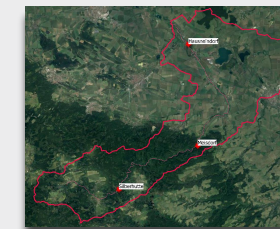
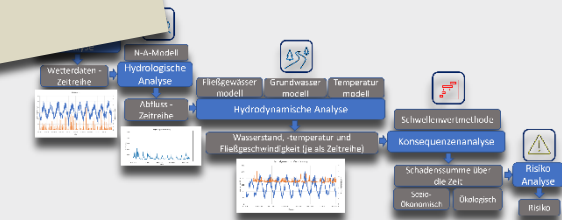
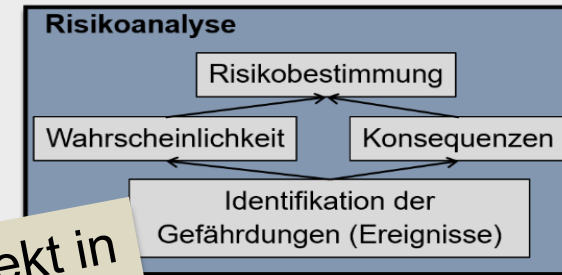


4. Zusammenfassung

- **Niedrigwasserrisikoanalyse** für ein Niedrigwasserrisikomanagement für Fließgewässer unter Berücksichtigung unterschiedliche Kategorien von Konsequenzen (sozioökonomisch / ökologisch)

Erkenntnisse fließen direkt in die DWA-AG „Niedrigwasser“

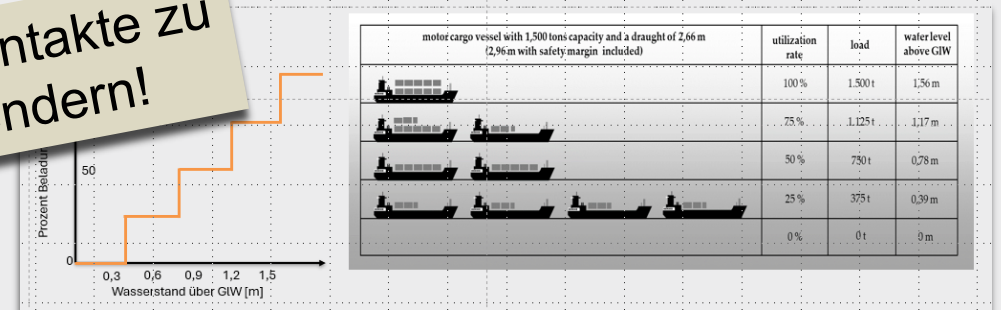
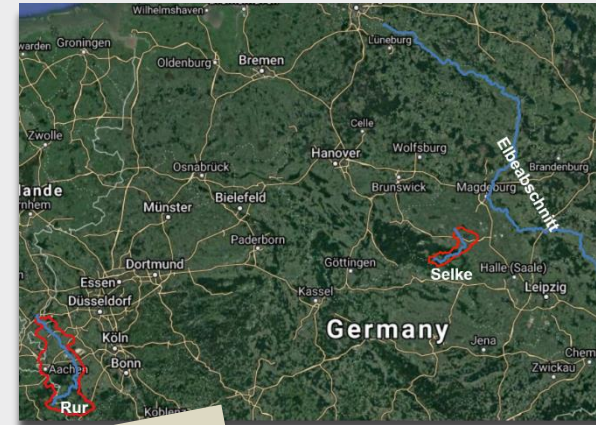
- **Kontinuierlicher Ansatz** basierend auf langjährige Zeitreihen
- **Umfassender Ansatz:** vom Wetter bis zu den Konsequenzen
- **Erste Prototypanwendung** an der Selke: Praxisanwendung ist möglich!



4. Ausblick

- Ansatz Niedrigwasserrisikoanalyse wird weiter getestet und verfeinert (Selke, Elbe und Rur)
- Ergänzung und Tests von Ansätzen zur Schadensberechnung, z.B.
 - Schifffahrt (Ökonomie)
 - Entnehmer (Ökonomie)
 - Makrozoobenthos (Ökologie)
 - Fische (Ökologie)
- Risikobasierte Bewertung von potenziellen Maßnahmen zur Niedrigwasserrisikominderung

Freuen uns über Kontakte zu
möglichen Anwendern!



Niedrigwasser		Hochwasser		Stille Wasser		Stille Wasser	
Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen
1. Setzen & Bauen	2. Setzen & Bauen	3. Setzen & Bauen	4. Setzen & Bauen	5. Setzen & Bauen	6. Setzen & Bauen	7. Setzen & Bauen	8. Setzen & Bauen
9. Setzen & Bauen	10. Setzen & Bauen	11. Setzen & Bauen	12. Setzen & Bauen	13. Setzen & Bauen	14. Setzen & Bauen	15. Setzen & Bauen	16. Setzen & Bauen
17. Setzen & Bauen	18. Setzen & Bauen	19. Setzen & Bauen	20. Setzen & Bauen	21. Setzen & Bauen	22. Setzen & Bauen	23. Setzen & Bauen	24. Setzen & Bauen
25. Setzen & Bauen	26. Setzen & Bauen	27. Setzen & Bauen	28. Setzen & Bauen	29. Setzen & Bauen	30. Setzen & Bauen	31. Setzen & Bauen	32. Setzen & Bauen
33. Setzen & Bauen	34. Setzen & Bauen	35. Setzen & Bauen	36. Setzen & Bauen	37. Setzen & Bauen	38. Setzen & Bauen	39. Setzen & Bauen	40. Setzen & Bauen
41. Setzen & Bauen	42. Setzen & Bauen	43. Setzen & Bauen	44. Setzen & Bauen	45. Setzen & Bauen	46. Setzen & Bauen	47. Setzen & Bauen	48. Setzen & Bauen
49. Setzen & Bauen	50. Setzen & Bauen	51. Setzen & Bauen	52. Setzen & Bauen	53. Setzen & Bauen	54. Setzen & Bauen	55. Setzen & Bauen	56. Setzen & Bauen
57. Setzen & Bauen	58. Setzen & Bauen	59. Setzen & Bauen	60. Setzen & Bauen	61. Setzen & Bauen	62. Setzen & Bauen	63. Setzen & Bauen	64. Setzen & Bauen
65. Setzen & Bauen	66. Setzen & Bauen	67. Setzen & Bauen	68. Setzen & Bauen	69. Setzen & Bauen	70. Setzen & Bauen	71. Setzen & Bauen	72. Setzen & Bauen
73. Setzen & Bauen	74. Setzen & Bauen	75. Setzen & Bauen	76. Setzen & Bauen	77. Setzen & Bauen	78. Setzen & Bauen	79. Setzen & Bauen	80. Setzen & Bauen
81. Setzen & Bauen	82. Setzen & Bauen	83. Setzen & Bauen	84. Setzen & Bauen	85. Setzen & Bauen	86. Setzen & Bauen	87. Setzen & Bauen	88. Setzen & Bauen
89. Setzen & Bauen	90. Setzen & Bauen	91. Setzen & Bauen	92. Setzen & Bauen	93. Setzen & Bauen	94. Setzen & Bauen	95. Setzen & Bauen	96. Setzen & Bauen
97. Setzen & Bauen	98. Setzen & Bauen	99. Setzen & Bauen	100. Setzen & Bauen	101. Setzen & Bauen	102. Setzen & Bauen	103. Setzen & Bauen	104. Setzen & Bauen
105. Setzen & Bauen	106. Setzen & Bauen	107. Setzen & Bauen	108. Setzen & Bauen	109. Setzen & Bauen	110. Setzen & Bauen	111. Setzen & Bauen	112. Setzen & Bauen
113. Setzen & Bauen	114. Setzen & Bauen	115. Setzen & Bauen	116. Setzen & Bauen	117. Setzen & Bauen	118. Setzen & Bauen	119. Setzen & Bauen	120. Setzen & Bauen
121. Setzen & Bauen	122. Setzen & Bauen	123. Setzen & Bauen	124. Setzen & Bauen	125. Setzen & Bauen	126. Setzen & Bauen	127. Setzen & Bauen	128. Setzen & Bauen
129. Setzen & Bauen	130. Setzen & Bauen	131. Setzen & Bauen	132. Setzen & Bauen	133. Setzen & Bauen	134. Setzen & Bauen	135. Setzen & Bauen	136. Setzen & Bauen
137. Setzen & Bauen	138. Setzen & Bauen	139. Setzen & Bauen	140. Setzen & Bauen	141. Setzen & Bauen	142. Setzen & Bauen	143. Setzen & Bauen	144. Setzen & Bauen
145. Setzen & Bauen	146. Setzen & Bauen	147. Setzen & Bauen	148. Setzen & Bauen	149. Setzen & Bauen	150. Setzen & Bauen	151. Setzen & Bauen	152. Setzen & Bauen
153. Setzen & Bauen	154. Setzen & Bauen	155. Setzen & Bauen	156. Setzen & Bauen	157. Setzen & Bauen	158. Setzen & Bauen	159. Setzen & Bauen	160. Setzen & Bauen
161. Setzen & Bauen	162. Setzen & Bauen	163. Setzen & Bauen	164. Setzen & Bauen	165. Setzen & Bauen	166. Setzen & Bauen	167. Setzen & Bauen	168. Setzen & Bauen
169. Setzen & Bauen	170. Setzen & Bauen	171. Setzen & Bauen	172. Setzen & Bauen	173. Setzen & Bauen	174. Setzen & Bauen	175. Setzen & Bauen	176. Setzen & Bauen
177. Setzen & Bauen	178. Setzen & Bauen	179. Setzen & Bauen	180. Setzen & Bauen	181. Setzen & Bauen	182. Setzen & Bauen	183. Setzen & Bauen	184. Setzen & Bauen
185. Setzen & Bauen	186. Setzen & Bauen	187. Setzen & Bauen	188. Setzen & Bauen	189. Setzen & Bauen	190. Setzen & Bauen	191. Setzen & Bauen	192. Setzen & Bauen
193. Setzen & Bauen	194. Setzen & Bauen	195. Setzen & Bauen	196. Setzen & Bauen	197. Setzen & Bauen	198. Setzen & Bauen	199. Setzen & Bauen	200. Setzen & Bauen

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!
Fragen, Ideen und Diskussionen?

daniel.bachmann@h2.de

Twitter: @Bachmann_h2

Facebook: <https://www.facebook.com/IWOWater>

Linkedin: <https://linkedin.com/in/daniel-bachmann/>

Youtube: https://www.youtube.com/channel/UCHLAK3ErvmworN8Lx_CFRw

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Bachmann-2>

DryRivers: <https://promaides.myjetbrains.com/youtrack/articles/LFD-A-23/Publications>

Prof. Dr.-Ing. Daniel Bachmann
Udo Satzinger

