



# Niedrigwasser in Deutschland - Hydrologische Bewertung und Herausforderungen für die Zukunft

Prof. Dr. habil. Frido Reinstorf  
Hochschule Magdeburg-Stendal

1. Was bedeutet eigentlich „Niedrigwasser“?
2. Beispiele für Ereignisse/Phasen in Deutschland (2015, 2018-19, 1957-2018, 1806-2018)
3. Hydrologische Bewertung
4. Herausforderungen für die Zukunft
5. Fazit

# Der Deciner Hungerstein (ca. 1417) ist eines der ältesten hydrologischen Denkmäler an der Elbe



## Neuer Hungerstein für 2018 in der Elbe bei Meißen



**Niedrigwasser** charakterisiert einen hydrologischen Zustand in einem oberirdischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluss einen bestimmten Wert (Schwellenwert) erreicht oder unterschritten hat (DVWK, 120/1983; DWA-M 541).

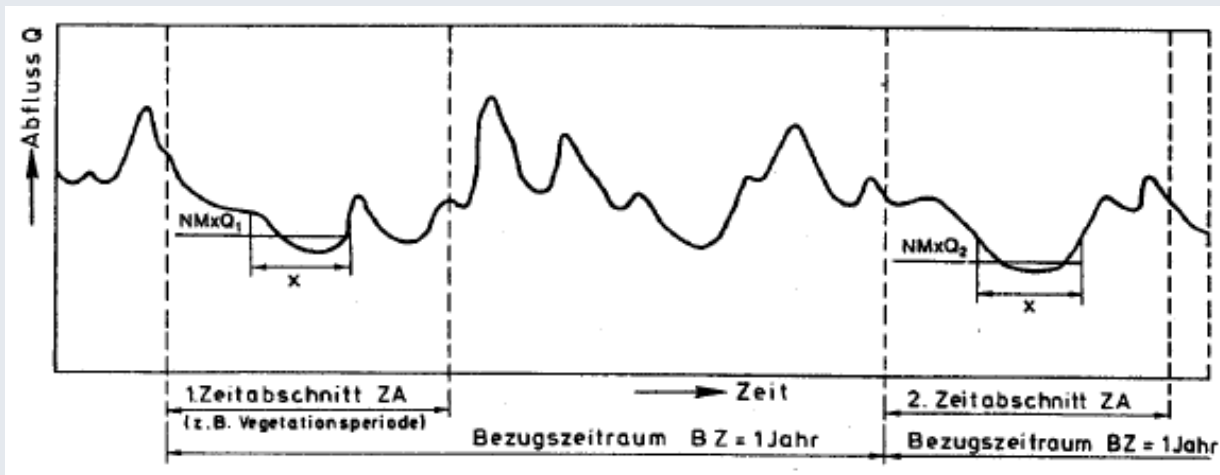
Je nach Betrachtungsweise werden bestimmte **Kennwerte** zur Beschreibung von Niedrigwasser genutzt:

- Extremwerte,
- Mittelwerte,
- Häufigkeit der Unter- oder Überschreitung von Schwellenwerten (NMxQ, NMxW)
- Dauer der Unter- oder Überschreitung von Schwellenwerten (maxD, SumD)
- Durchflussdefizite (maxV, SumV)

## Welche Kennwerte beschreiben eigentlich Niedrigwasser?

Mittlerer Abfluss oder Wasserstand während des Ereignisses für eine festzulegende Zahl aufeinanderfolgender Tage.

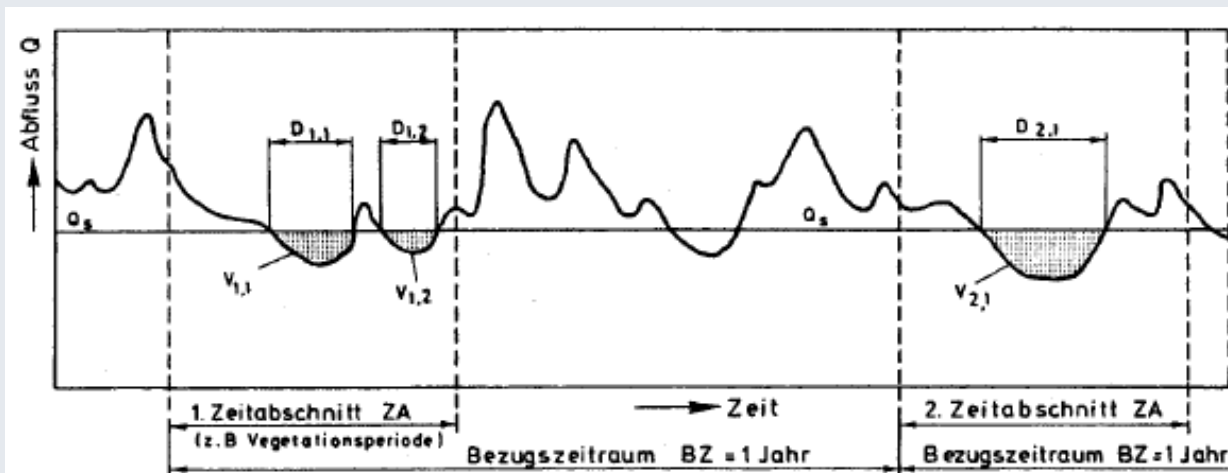
Als Niedrigwasserabfluss  $NMxQ$  ( $m^3/s$ ) ( $NMxQ$  = mittlerer *Niedrigwasserdurchfluss*, als arithmetisches Mittel von  $x$  aufeinanderfolgenden Tagesmittelwerten des Abflusses innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes definiert



Ermittlung der Kenngröße  $NMxQ$ . (DVWK, 1983, S.3)

## Welche Kennwerte beschreiben eigentlich Niedrigwasser?

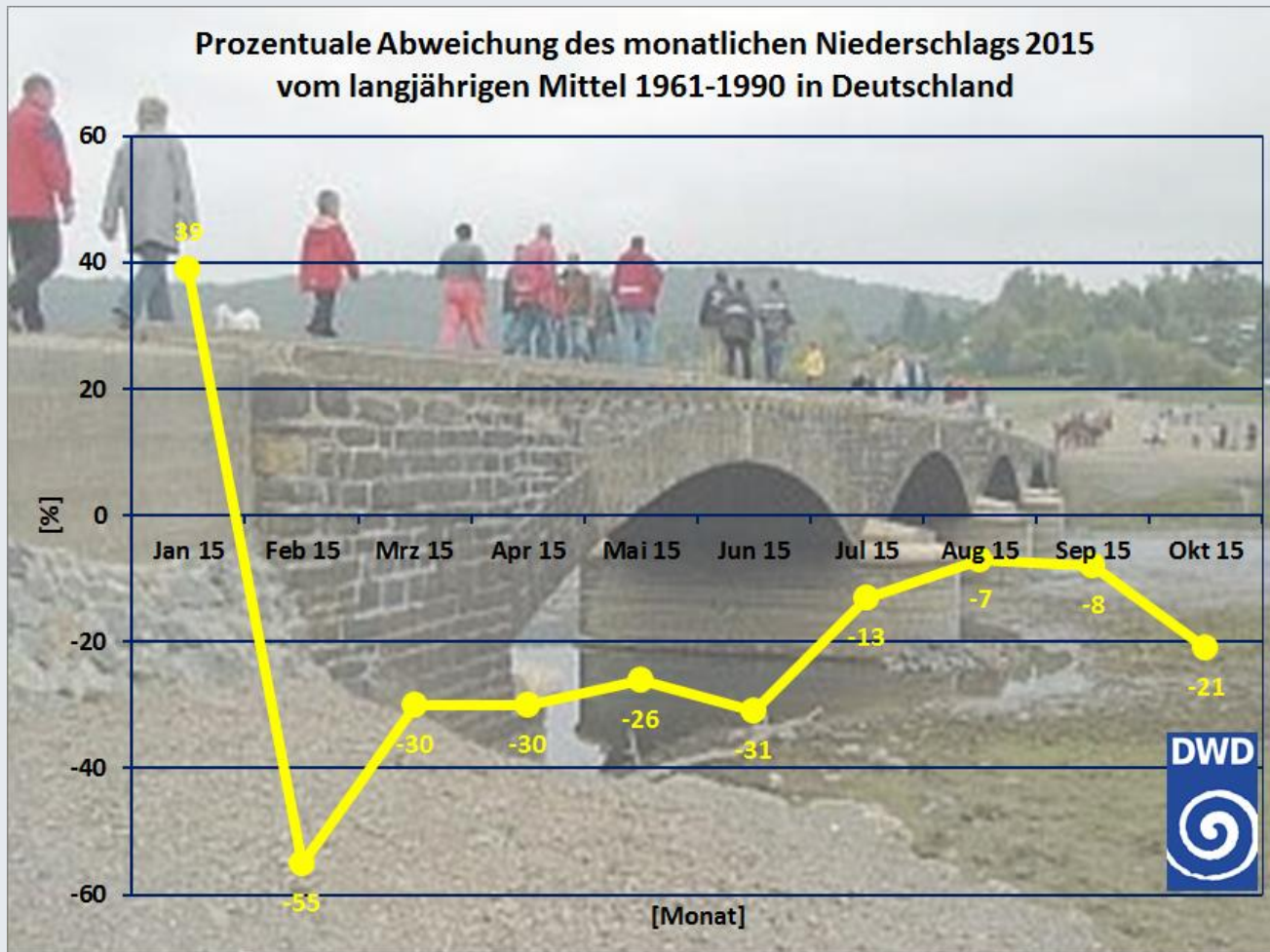
Es kann die maximale Unterschreitungsdauer **maxD (d)** eines Schwellenwertes innerhalb des Zeitabschnittes definiert werden. Oder es wird die Summe der Unterschreitungsdauern **SumD (d)** eines Schwellenwertes als Kenngröße definiert



Ermittlung der Kenngrößen D und V.  
(DVWK, 1983, S.3)

Das Abflussdefizit, als fehlende Abflussfracht zwischen der Abflussganglinie und einem festzulegenden Schwellenwert.

Als Kenngröße kann etwa das maximale Abflussdefizit **maxV (m<sup>3</sup>)** gewählt werden. Oder es wird die Summe aller Abflussdefizite **SumV (m<sup>3</sup>)** eines Zeitabschnittes zur Untersuchung herangezogen.



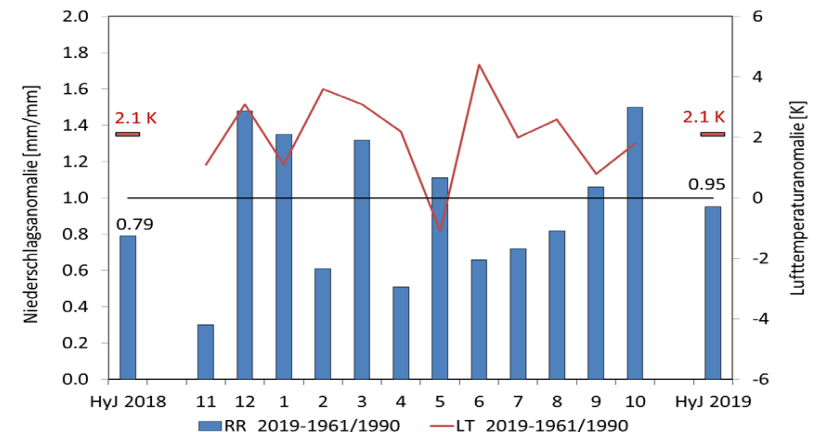
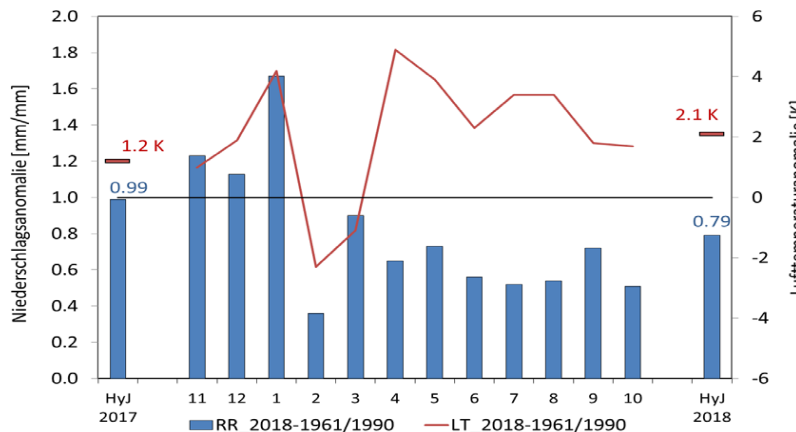
Copyright (c) Deutscher Wetterdienst



## Flächenmittel des Niederschlages (blau / jeweils linke Skala) und der Lufttemperatur (rot / jeweils rechte Skala) für Deutschland

**Hydrologisches Jahr 2018: zumeist hohe Temperaturen, ab Februar verknüpft mit teils deutlich unterdurchschnittlichen Niederschlägen**

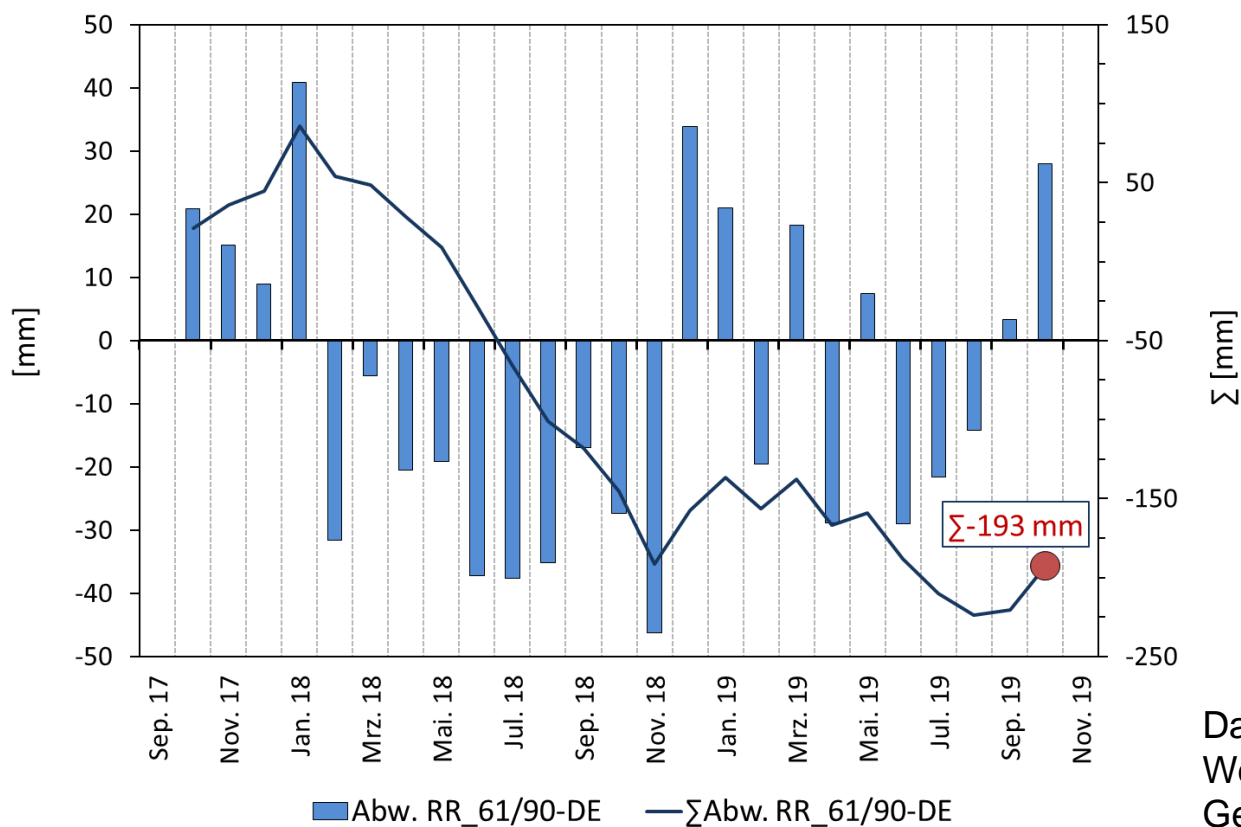
**Hydrologisches Jahr 2019: hohe Temperaturen, nur von Juni bis August verknüpft mit konsequent unterdurchschnittlichen Niederschlägen, herbstliche Erholung**



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, BfG (2019)

# Niedrigwasser 2018/2019: Prozesshintergründe

## Absolute und aufsummierte Monatsanomalien 10/2017-10/2019 der Flächenmittel des Niederschlages für Deutschland



**193 mm Defizit, d.h. rd. 1/5 des mittleren Jahresniederschlages**

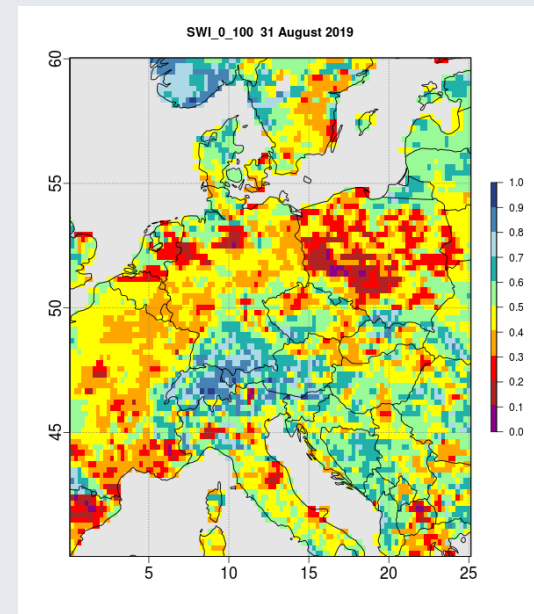
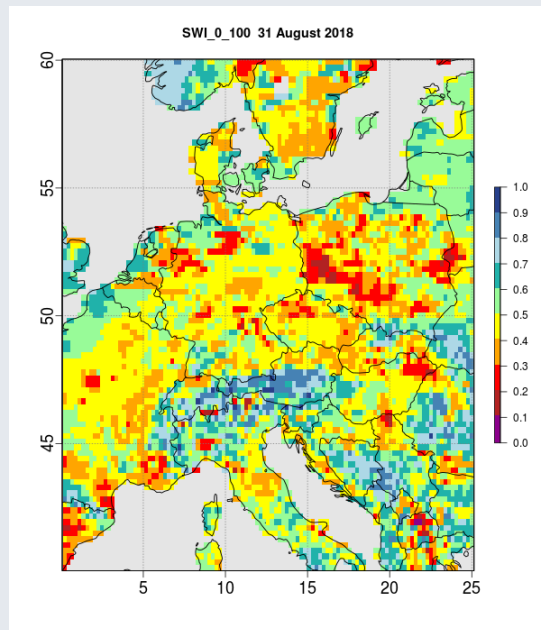
Σ-193 mm

Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Bundesanstalt für Gewässerkunde

## Bodentrockenheit in Mitteleuropa und den angrenzenden Gebieten: Rasterbasierter Bodenfeuchteindex (BFI)

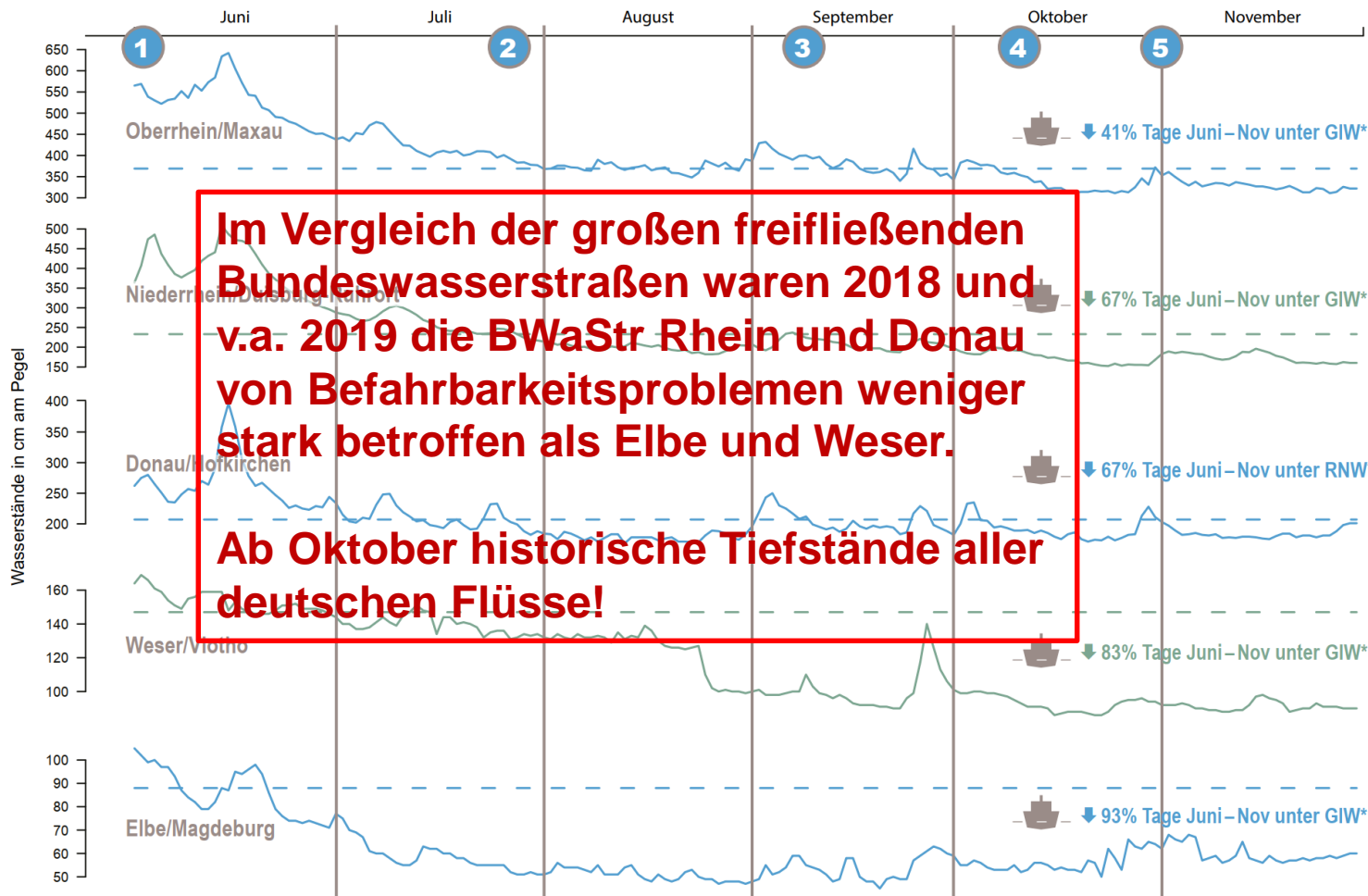
**BFI / Momentaufnahme 31.8.2018:** teils feuchter Norden, trockene Mitte, trockener Südosten, feuchter Südwesten

**BFI / Momentaufnahme 31.8.2019:** relativ nasser äußerster Norden, trockene Mitte, trockener Osten und nasser Süden



Quelle: Dürremonitor, UFZ

# Zeitliche Entwicklung der Wasserstände ausgewählter Flüsse



Zeitliche Entwicklung der Wasserstände (durchgezogene Linie) ausgewählter Flüsse und des jeweiligen pegelspezifischen Niedrigwasserrichtwerts (gestrichelte Linie). Vorläufige Daten. Daten WSV, Abbildung BfG

# Die Situation: Niedrigwasser 2018/19: Rekorde, Rekorde, Rekorde?

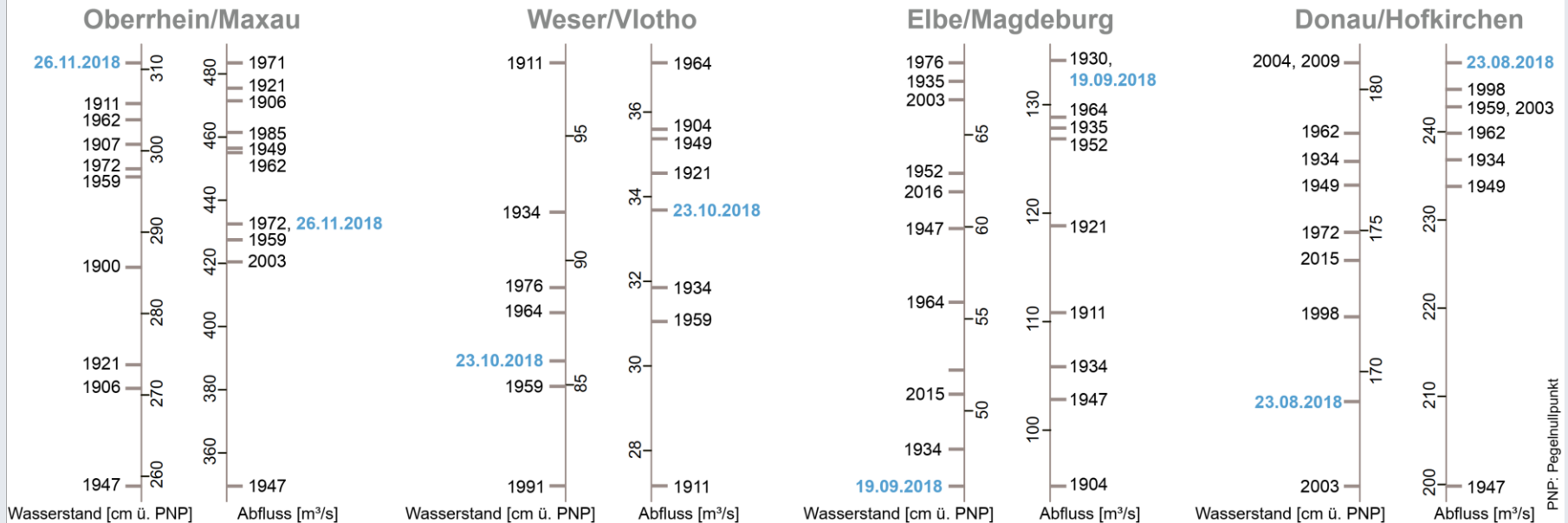
Pegel	NNW alt [cm]	NW 2018 [cm]	NNW neu [cm]	Datum NNW neu	NW 2019 [cm]	NNW neu(2019) [cm]	Datum NNW neu	NNQ alt [m³/s]	NQ 2018 [m³/s]	NNQ	NQ
<b>RHEIN</b>											
Basel-Rheinhalle	486	489	462	19.11.2018	491	-	-	272	392		
Maxau	231	311	-	-	406	-	-	335	434		
Speyer	152*	167	-	-	265	-	-	364*	406		
Worms	16	2	2	20.10.2018	93	-	-	370	435		
Mainz	110	122	-	-	195	-	-	452	536		
Kaub	35	25	25	22.10.2018	99	-	-	476	535		
Koblenz	27	19	19	22.10.2018	94	-	-	-	-		
Andernach	36	24	24	22.10.2018	108	-	-	560	614		
Köln	81	69	69	23.10.2018	146	-	-	470*	645		
Ruhrort	158	153	153	23.10.2018	230	-	-	512*	683		
Wesel	111	94	94	24.10.2018	174	-	-	601	698		
Rees	63	42	42	29.10.2018	121	-	-	590	747		
Emmerich	28	7	7	23.10.2018	76	-	-	615	744		
<b>WESER</b>											
Hann.-Münden	59	70	-	-	69	-	-	15,7	25,4		
Bodenwerder	80	84	-	-	87	-	-	20,1	31,3		
Vlotho	76	86	-	-	88	-	-	26,3	33,7		
Dörverden	197	214	-	-	211	-	-	23,8	72,3		
Intschede	6	13	-	-	4	4	21.09.2019	59,0	73,2		
<b>ELBE</b>											
Dresden	21	45	-	-	49	-	-	31,0	73,9		
Torgau	35	36	-	-	36	-	-	50,7	90,1		
L. Wittenberg	73	67	67	25.08.2018	68	-	-	57,0	83,9		
Aken	32	26	26	26.08.2018	33	-	-	74,0	104,0		
Barby	29	20	20	26.08.2018	23	-	-	94,0	137,0		
Magdeb.-Strombr.	48	46	46	20.09.2018	45	45	31.07.2019	95,0	134,0		
Tangermünde	86	96	-	-	100	-	-	93,0	135,0		
Wittenberge	45	66	-	-	66	-	-	116,0	164,0		
Neu Darchau	67	63	63	04.09.2018	61	61	08.09.2019	125,0	163,0		
<b>DONAU</b>											
Schwabelweis	277	278	-	-	282	-	-	91,9	98,3		
Hofkirchen	166	169	-	-	188	-	-	193,0	237,0		
Achleiten	239	239	-	-	252	-	-	349,0	536,0		
<b>ODER</b>											
Eisenhüttenstadt	135	148	-	-	138	-	-	63,6	73,2		

\* eisbeeinflusst

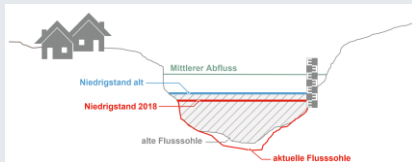
- **Wasserstand (W) 2018:**  
viele Niedrigstwerte (NNW)
- **Wasserstand (W) 2019:**  
einzelne NNW, v.a. im Elbegebiet
- **Abfluss (Q) :**  
2018 gebietsübergreifend, dagegen 2019 nur regional extrem niedrig, aber keine Rekorde

Belz, 2019

# Niedrigster Pegelstand der letzten Jahre = Neuer Rekord?



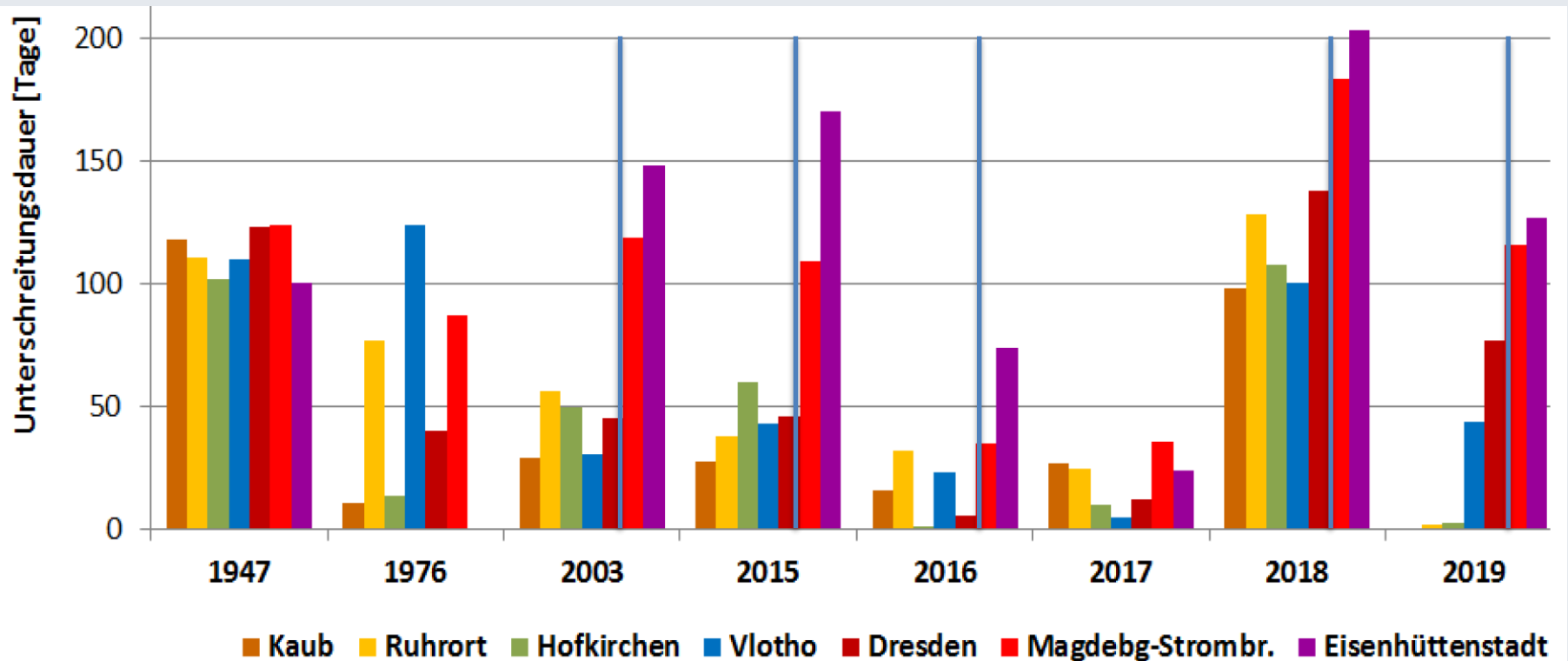
Vergleich der Rekordwasserstände am Pegel (über Pegelnullpunkt (PNP)) mit den Rekordabflüssen während der eisfreien Monate an ausgewählten Flüssen jeweils seit Aufzeichnungsbeginn (blau: Werte und Daten 2018). Vorläufige Daten. Daten WSV, Abbildung BfG, 2019



## Tiefere Pegelstände bedeuten nicht immer niedrigere Wassermengen!

Schematische Darstellung der Wirkung der Sohlerosion auf den aufgezeichneten Wasserstand an einem Pegel

# Vergleich von Niedrigwasser-Extremjahren bzgl. MNQ-Unterschreitungsdauern an repräsentativen Pegeln



**Ungewöhnlich ist einerseits die mehrjährige Niedrigwassersequenz mit teils extremen W und Q, speziell 2018 zudem auch**

- lange Dauer
- umfassende Gebietsbetroffenheit, insbesondere aber an Elbe und Oder

Belz, 2019

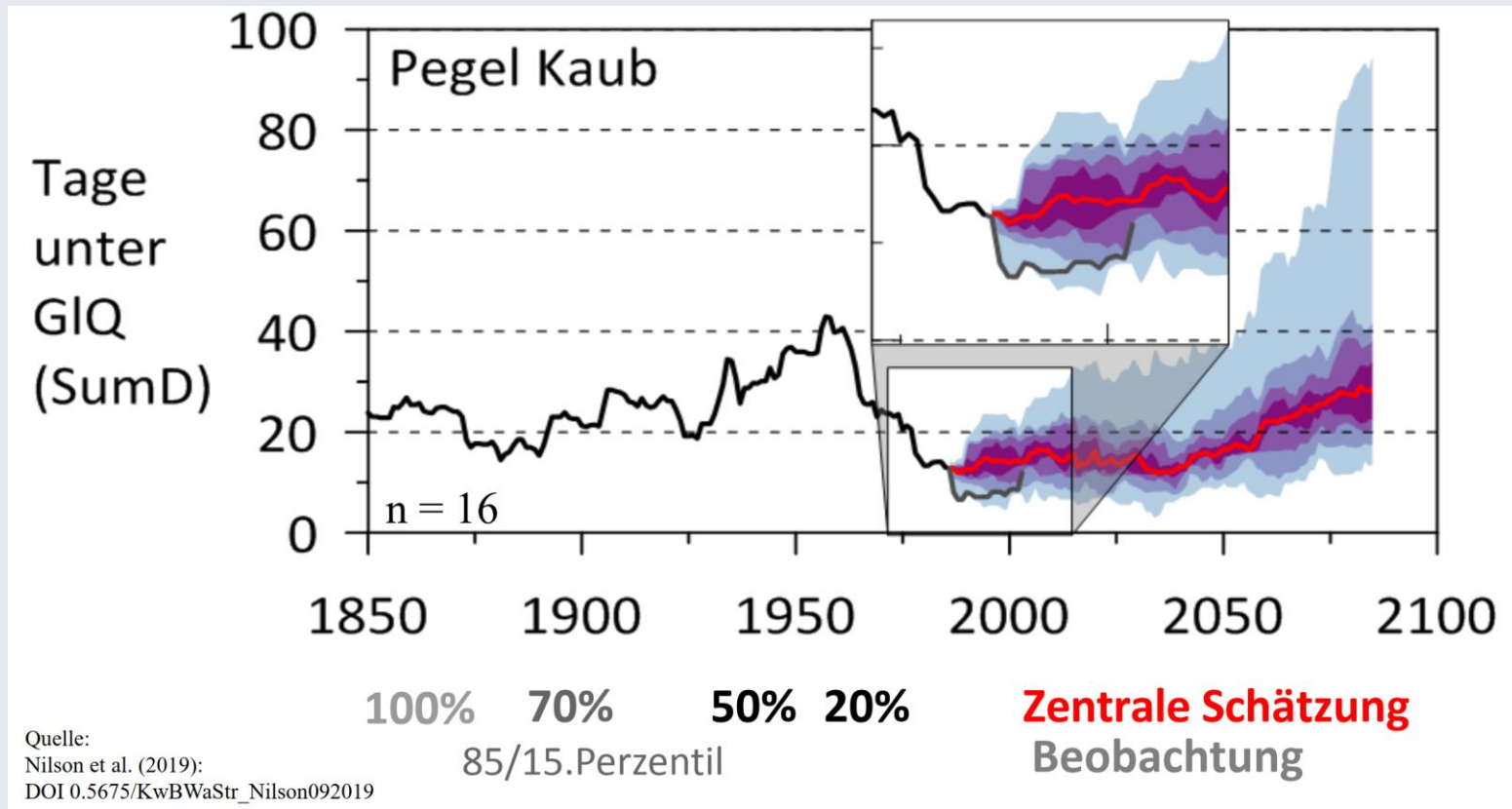
# Vorläufige extremwertstatistische Einordnung der NQ-Rohdaten (Bezugsperiode 1944-2017) (ohne Autokorrelationsbereinigung)

Pegel	NQ2018 [m <sup>3</sup> /s]	Wiederkehrintervall [a]	NQ2019 [m <sup>3</sup> /s]	Wiederkehrintervall [a]
Maxau	434	10-20	751	<1
Kaub	535	20	892	<1
Ruhrort	683	20-50	1020	2-5
Hann.-Münden	25,4	10-20	25,1	10-20
Intschede	73,2	20	61,4	50-100
Dresden	73,9	5-10	78,8	5-10
L.Wittenberg	83,9	10-20	85,3	10-20
Magdeb.-Stromb.	134	20-50	133	20-50
Neu Darchau	163	20-50	160	20-50
Hofkirchen	237	10-20	289	2-5
Achleiten	536	5-10	768	5-10

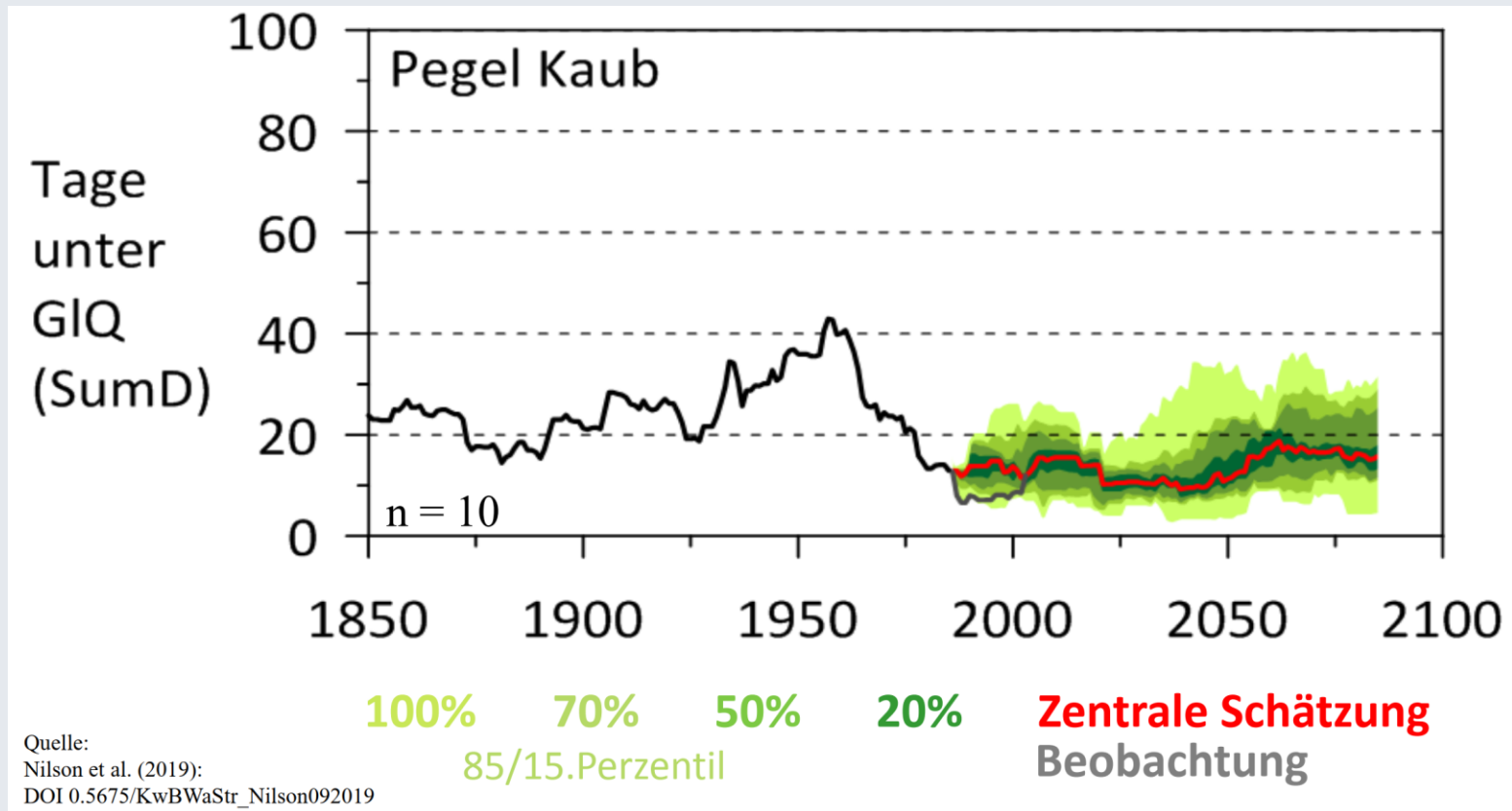
Belz, 2019



## Szenario "Weiter wie bisher" (RCP8.5)



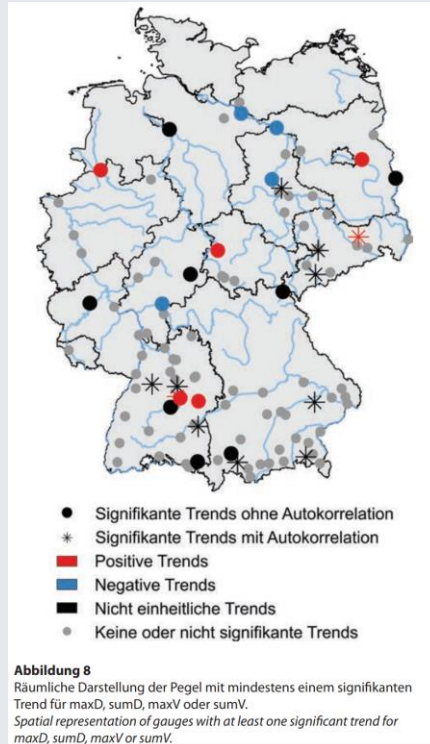
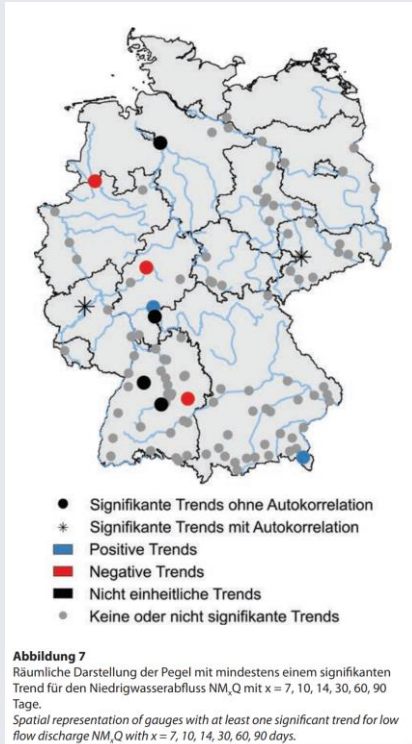
## Szenario "Klimaschutz" (RCP2.6)



- Das Niedrigwasser-Doppeljahr 2018/2019 in Deutschland reiht sich ein in eine **Folge abflussschwacher Jahre seit 2015**
- Insgesamt ausschlaggebend für das Niedrigwasser war der Witterungscharakter mit einer Verknüpfung hoher Temperaturen mit geringen Niederschlägen, letztere **v.a. an Weser, Elbe und Oder**, wo die Lage ergo schlimmer war als am Rhein
- Insbesondere in 2018, z.T. auch 2019 wurden an den freifließenden BWaStr **zahlreiche Extremwerte registriert, v.a. NNW**. Dagegen wurden parallel **keine NNQ** gemessen – ein Indiz für verbreitete Erosionsdynamik.
- Der Langfristvergleich zeigt, dass niedrigwasserbezogen **am Rhein** von 1972 bis 2018 eine **längere Gunstphase** bestand; die Vergangenheit kennt häufigere und ausgeprägtere Niedrigwasserphasen.
- Die Klimafolgenforschung erwartet **am Rhein** bei unverändertem menschlichen Verhalten eine Verschärfung der Niedrigwasserregimes in der zweiten Hälfte des 21. Jh ... bei konsequenter Anwendung von Klimaschutzmaßnahmen (CO<sub>2</sub>-Reduktion etc.) jedoch nur marginale Änderungen.

# NEU: Oestermann/Mudersbach: Langjährige Trends der Niedrigwasserkennwerte in Deutschland, HyWa H.65/2021

Ziel: Identifikation von Niedrigwassertendenzen an 105 Pegeln für die WHH-Jahre 1957 - 2018  
Datengrundlage: Global Runoff Data Centre (GRDC)



## Zusammenfassung:

- Für die letzten 30 und 10 Jahre:
  - Zunahme nichtsignifikanter Trends für NMxQ
  - Zunahme signifikanter Trends für D und V (besond. im Osten)
- Elbe:
  - 1957-2018 zeigt Entspannung
  - 1806 – 2018 zeigt deutliche Verschärfung
- Unsicherheit: Anthropogene Einflüsse (z.B. Wasserentnahmen) auf Kennwerte müssen noch untersucht werden!

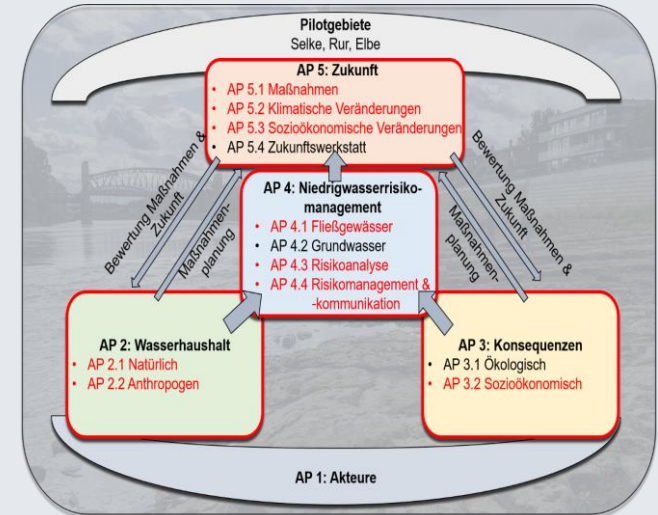
# Neues Forschungsvorhaben „DryRivers“ am FB WUBS (BMBF-Ausschreibung „Wasser-Extremereignisse“)

## 1.) Digitale Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation

- Bereitstellung von Instrumenten für ein umfassendes Risikomanagement von Einrichtungen zur Wasserver- und Abwasserentsorgung, inklusive einer Prognose und Beherrschung von Wassernutzungskonkurrenzen,
- Verbesserung der Risikokommunikation im Bereich der Öffentlichkeit,
- Entwicklung und Validierung umfassender, dynamischer und realitätsgetreuer Schadensmodelle für unterschiedliche Wasser-Extremereignisse.

## 2.) Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme

- Entwicklung geeigneter Management-Strategien zur Anpassung und Minderung der Folgen von Wasser-Extremereignissen, u. a. Maßnahmen in der Flächenbewirtschaftung,
- Multistressoren-Konzepte zur Beurteilung und Vorhersage der Auswirkungen hydrologischer Extremereignisse auf aquatische Ökosysteme,
- Entwicklung und Vereinheitlichung von Indikatoren für die multikriterielle Bewertung von Schutzmaßnahmen und Entwicklung von Entscheidungswerkzeugen zur Bewertung von Handlungsalternativen,
- Anpassung und Weiterentwicklung technischer Maßnahmen zur Speicherung und Bewirtschaftung überschüssigen Wassers für eine Nutzung in Wassermangelsituationen.



Vielen Dank!



**Gibt es Fragen?**