



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).

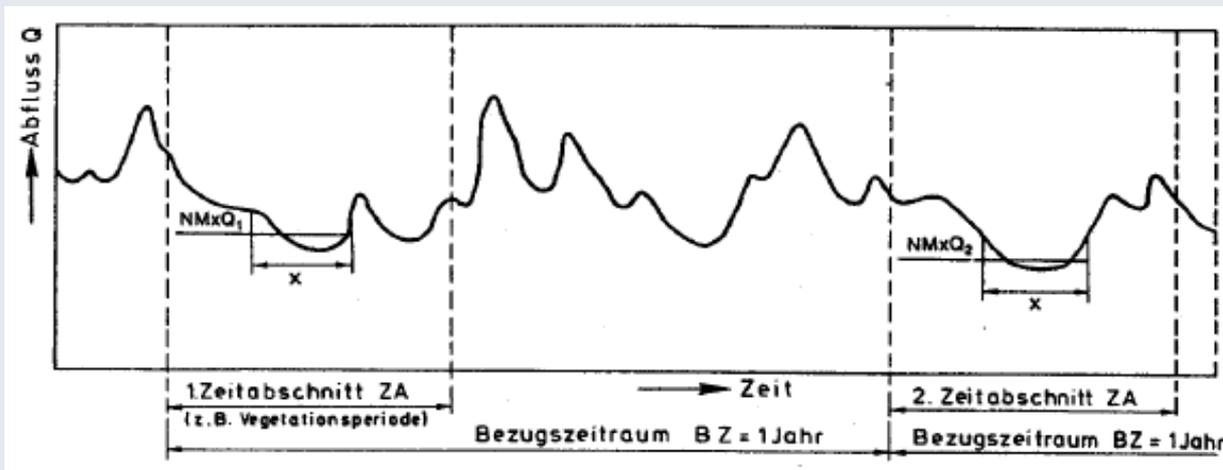
Je nach Betrachtungsweise werden bestimmte **Kennwerte** zur Beschreibung von Niedrigwasser genutzt:

- 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.

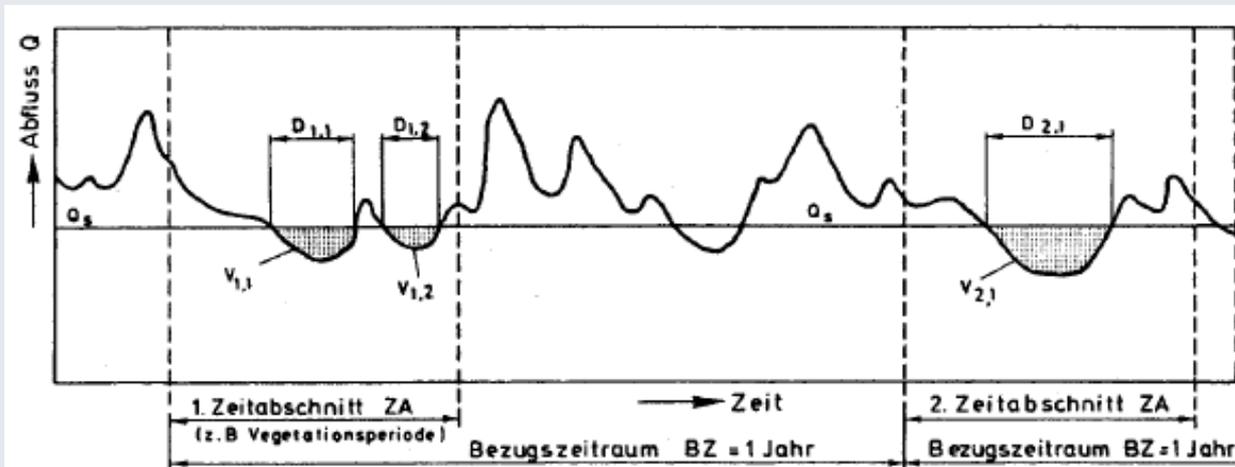
Als Niedrigwasserabfluss $NMxQ$ (m^3/s) ($NMxQ$ = mittlerer *Niedrigwasserdurchfluss*, als arithmetisches Mittel von x aufeinanderfolgenden Tagesmittelwerten des Abflusses innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes definiert



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 (m³)** gewählt werden. Oder es wird die Summe aller Abflussdefizite **SumV (m³)** eines Zeitabschnittes zur Untersuchung herangezogen.

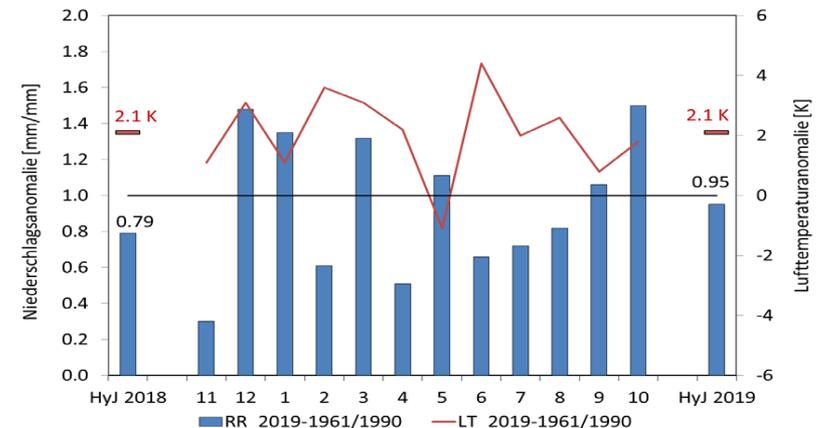
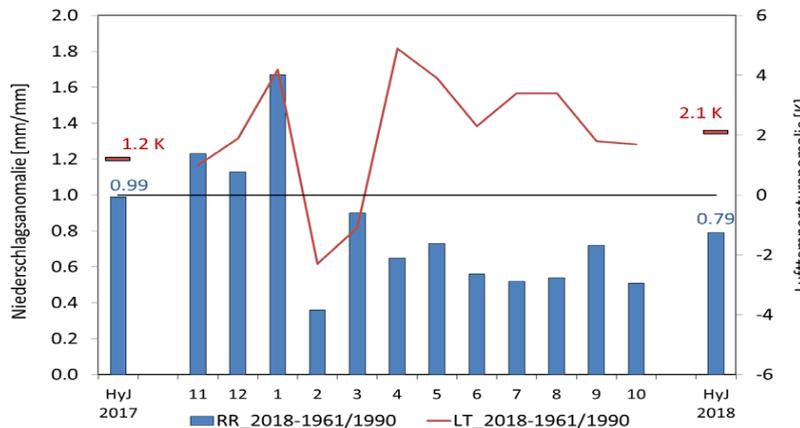


Copyright (c) Deutscher Wetterdienst

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

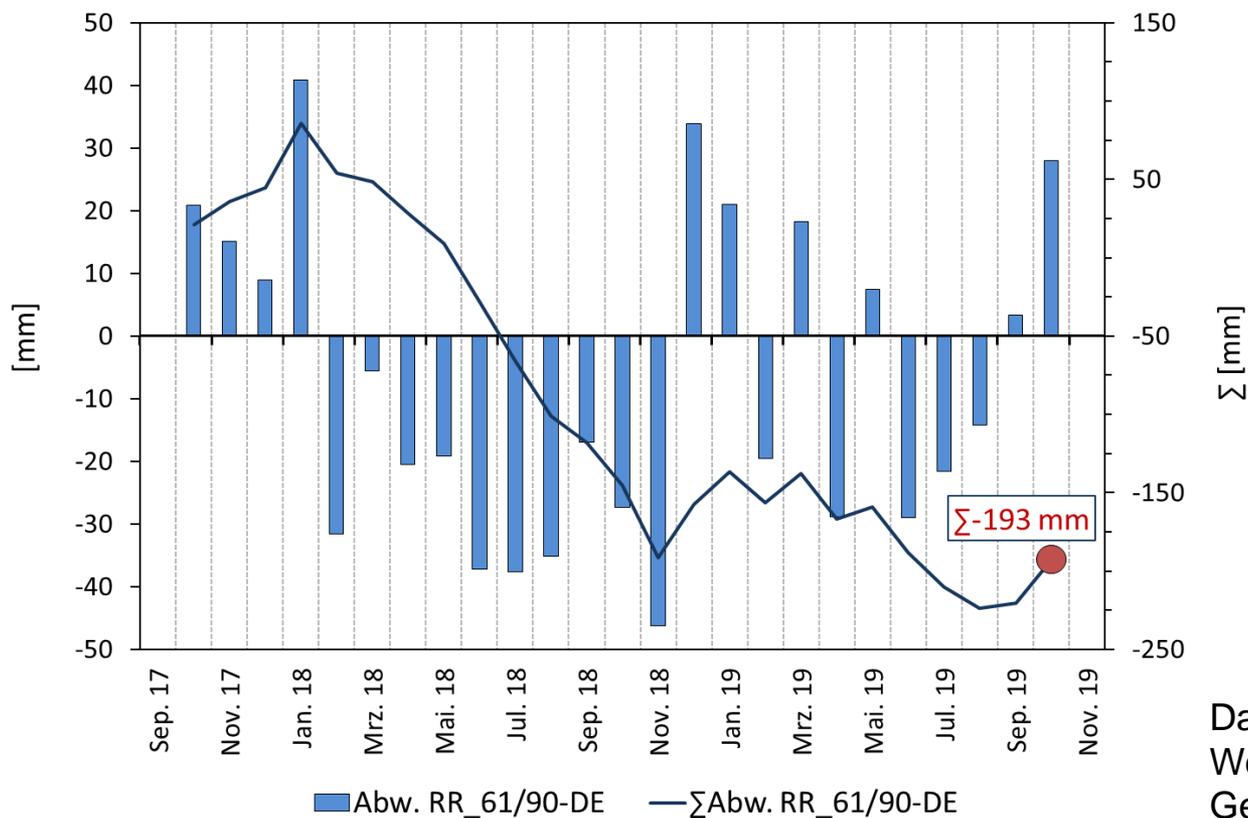
Hydrologisches Jahr 2019: hohe Temperaturen, nur von Juni bis August verknüpft mit konsequent unterdurchschnittlichen Niederschlägen, herbstliche Erholung



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, BfG (2019)

Niedrigwasser 2018/2019: Prozesshintergründe

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



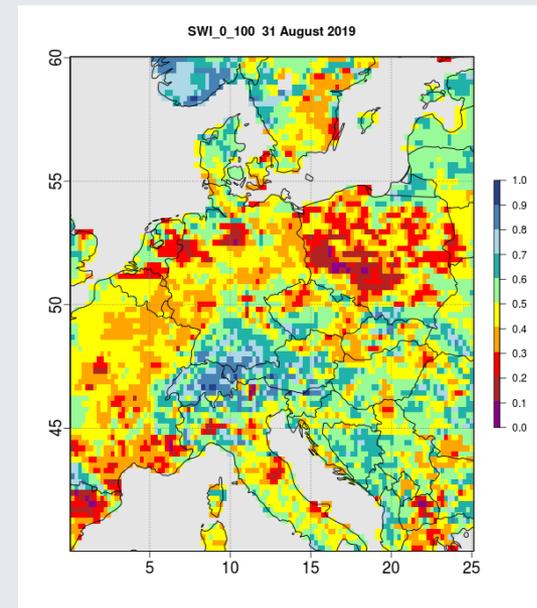
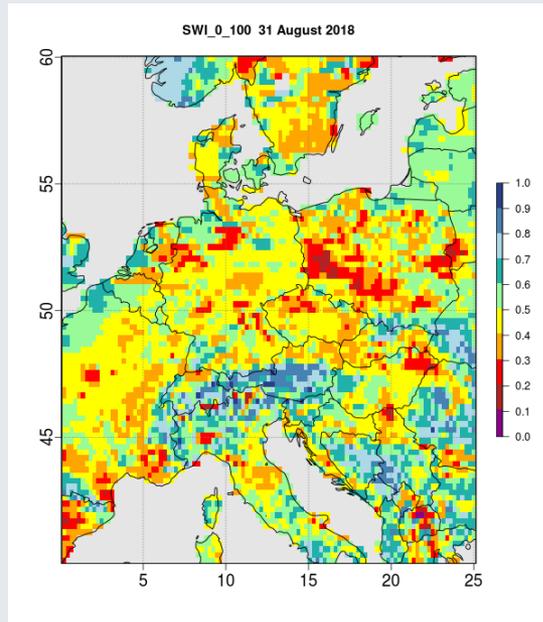
193 mm Defizit, d.h. rd. 1/5 des mittleren Jahresniederschlages

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?

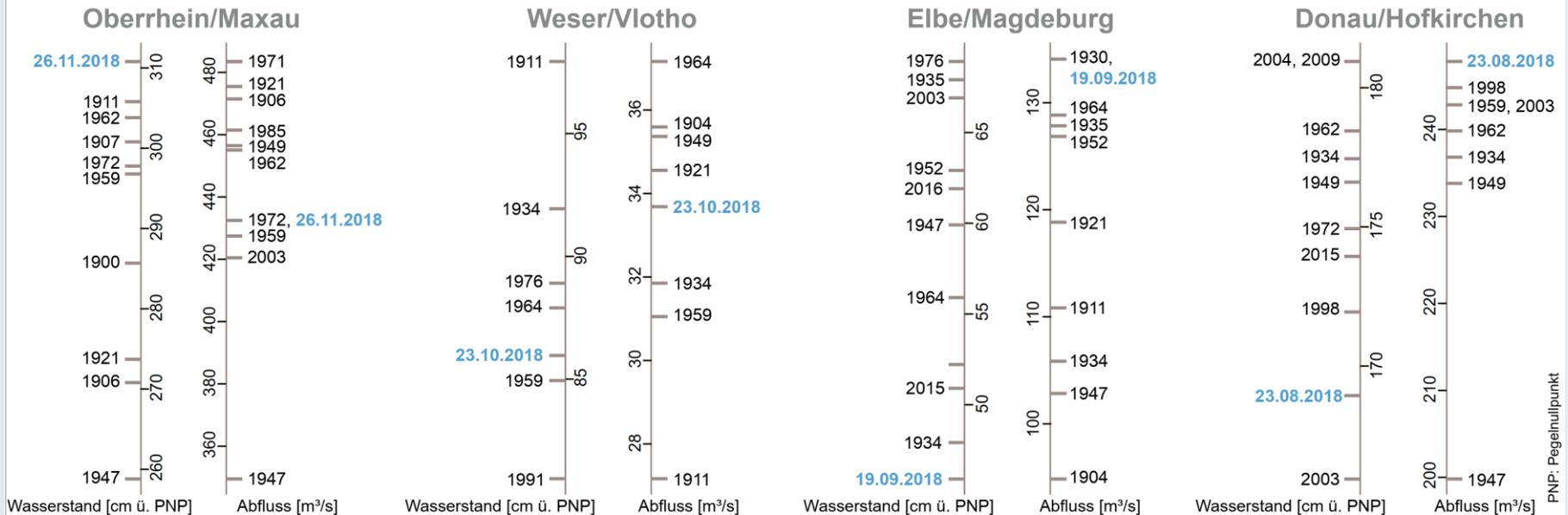
Pegel	NNW alt [cm]	NW 2018 [cm]	NNW neu [cm]	Datum NNW neu	NW 2019 [cm]	NNW neu(2019) [cm]	Datum NNW neu	NNQ alt [m³/s]	NQ 2018 [m³/s]	NNQ	NQ
RHEIN											
Basel-Rheinhalle	486	489	462	19.11.2018	491	-	-	272	392		
Maxau	231	311	-	-	406	-	-	335	434		
Speyer	152*	167	-	-	265	-	-	364*	406		
Worms	16	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		
WESER											
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		
ELBE											
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		
DONAU											
Schwabelweis	277	278	-	-	282	-	-	91,9	98,3		
Hofkirchen	166	169	-	-	188	-	-	193,0	237,0		
Achleiten	239	239	-	-	252	-	-	349,0	536,0		
ODER											
Eisenhüttenstadt	135	148	-	-	138	-	-	63,6	73,2		

* eisbeeinflusst

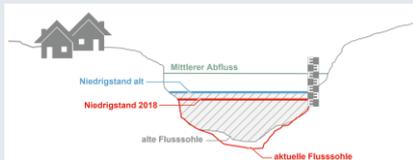
- **Wasserstand (W) 2018:**
viele Niedrigstwerte (NNW)
- **Wasserstand (W) 2019:**
einzelne NNW, v.a. im Elbegebiet
- **Abfluss (Q) :**
2018 gebietsübergreifend, dagegen 2019 nur regional extrem niedrig, aber keine Rekorde

Belz, 2019

Niedrigster Pegelstand der letzten Jahre = Neuer Rekord?

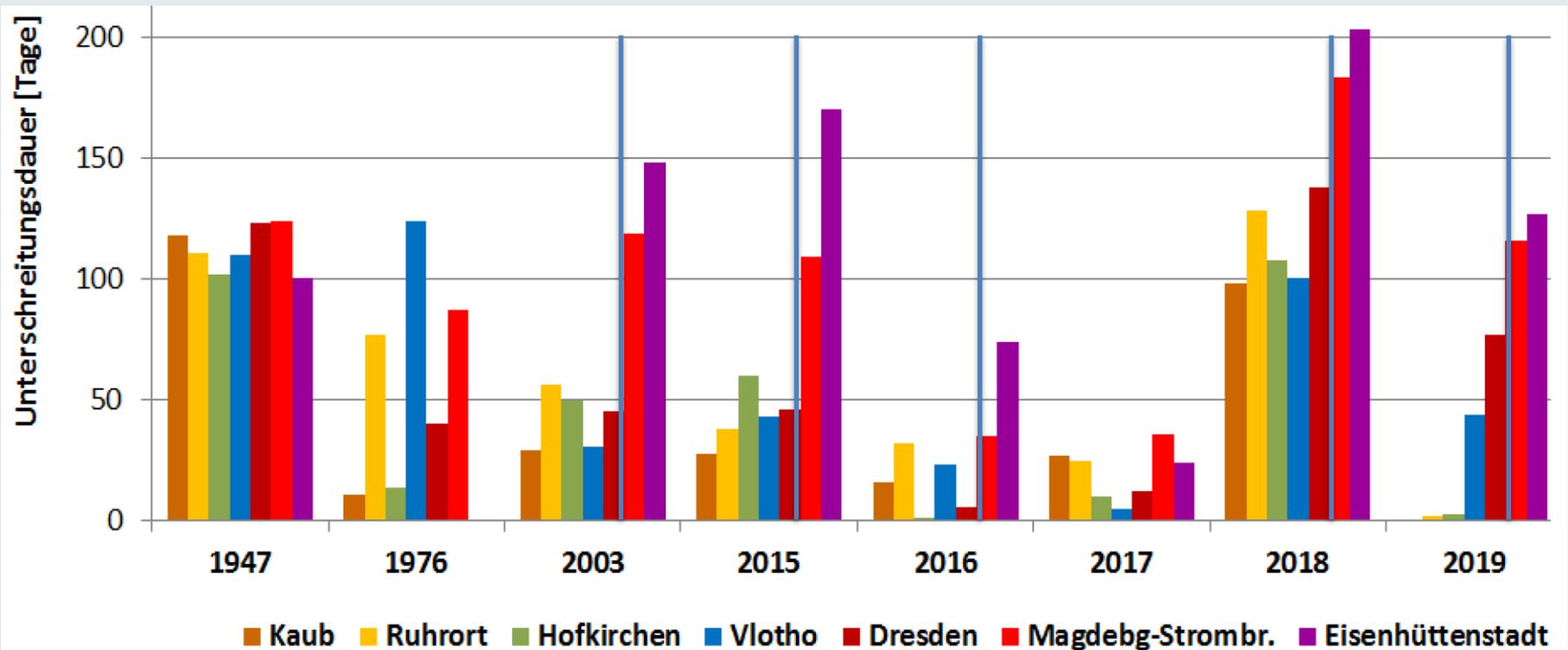


Vergleich der Rekordwasserstände am Pegel (über Pegelnullpunkt (PNP)) mit den Rekordabflüssen während der eisfreien Monate an ausgewählten Flüssen jeweils seit Aufzeichnungsbeginn (blau: Werte und Daten 2018). Vorläufige Daten. Daten WSV, Abbildung BfG, 2019



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

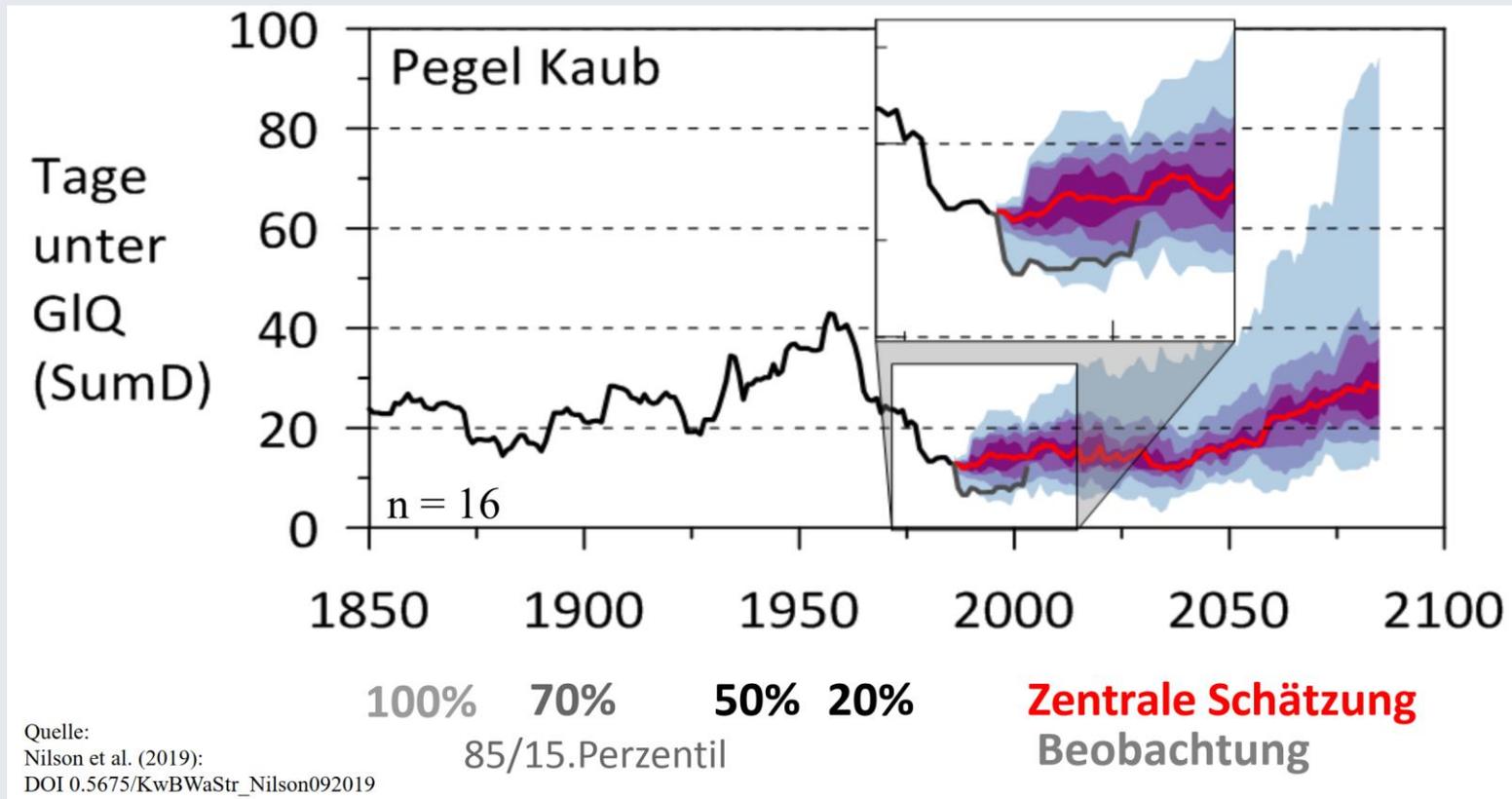
Belz, 2019

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

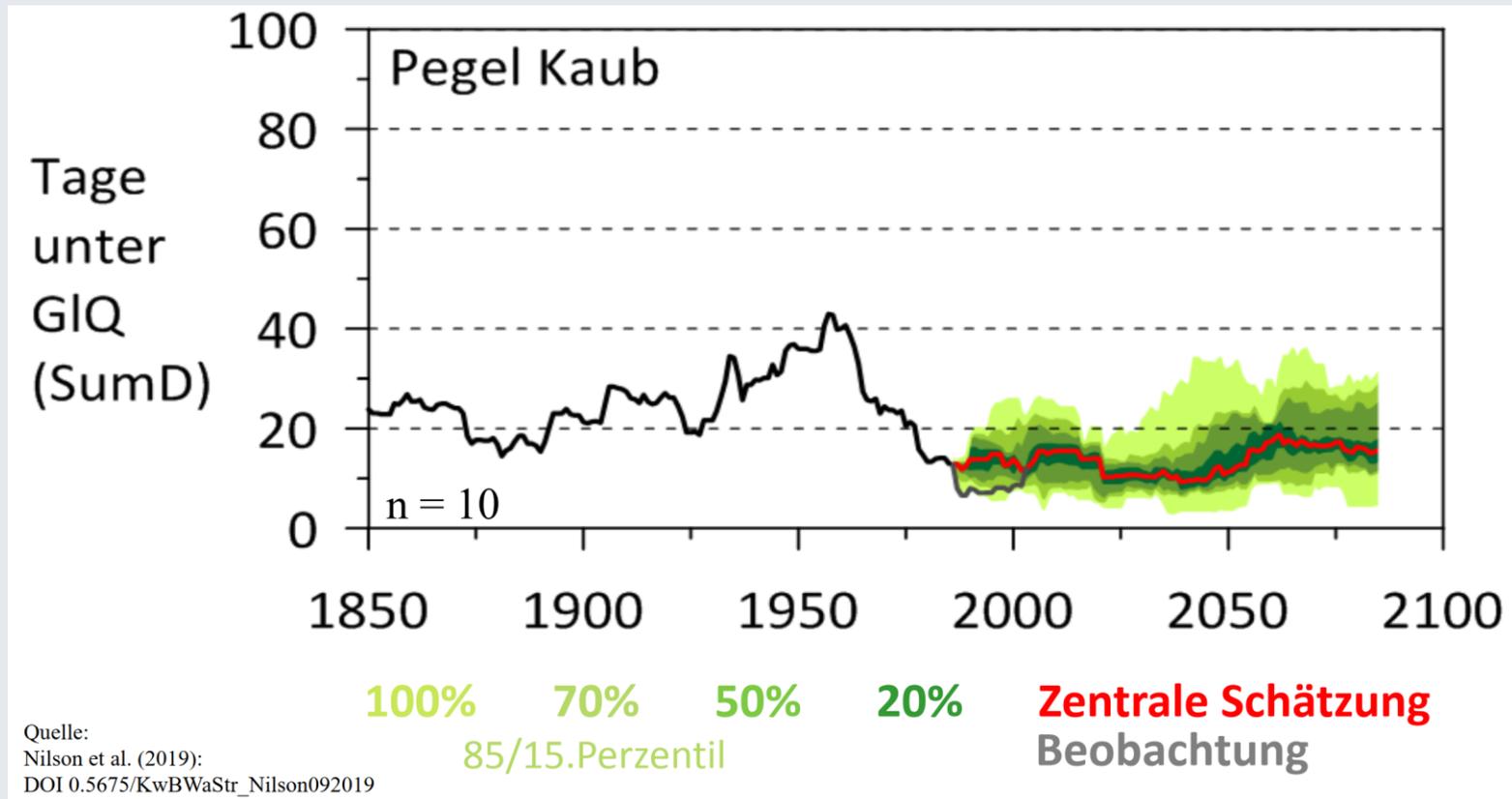
Pegel	NQ2018 [m ³ /s]	Wiederkehrintervall [a]	NQ2019 [m ³ /s]	Wiederkehrintervall [a]
Maxau	434	10-20	751	<1
Kaub	535	20	892	<1
Ruhrort	683	20-50	1020	2-5
Hann.-Münden	25,4	10-20	25,1	10-20
Intschede	73,2	20	61,4	50-100
Dresden	73,9	5-10	78,8	5-10
L.Wittenberg	83,9	10-20	85,3	10-20
Magdeb.-Stromb.	134	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)



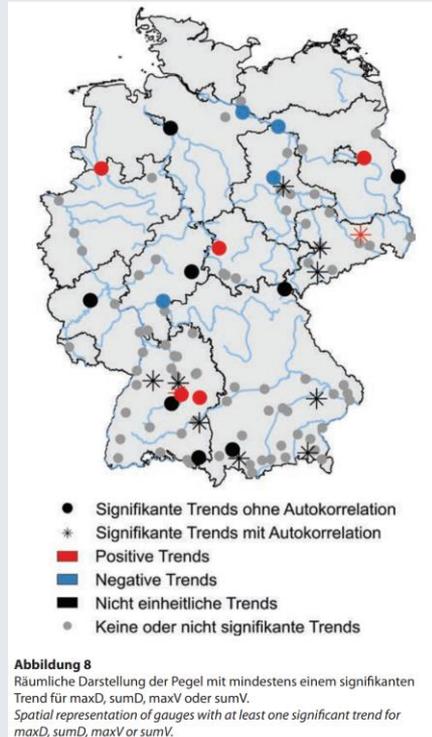
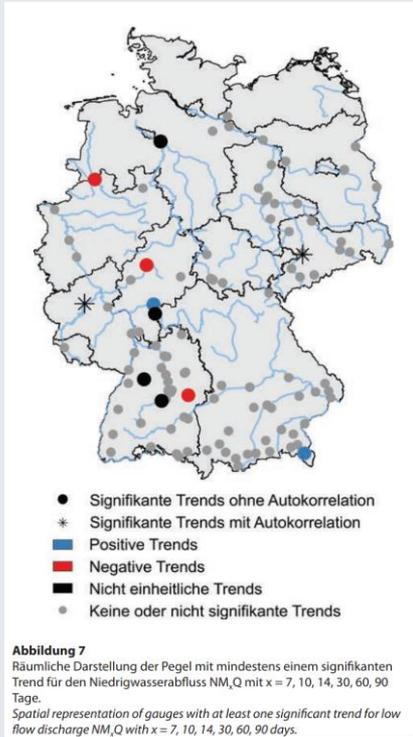
Szenario "Klimaschutz" (RCP2.6)



- 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 (CO₂-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!

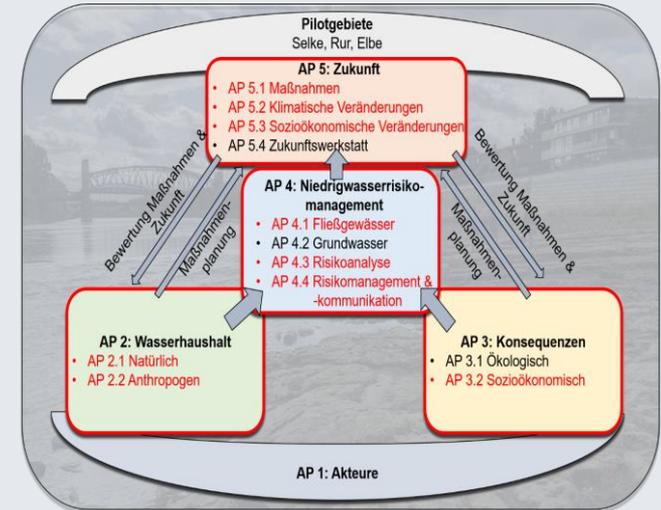
Neues Forschungsvorhaben „DryRivers“ am FB WUBS (BMBF-Ausschreibung „Wasser-Extremereignisse“)

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?