



# **IKSR-Niedrigwasser -überwachung am Rhein und in seinem Einzugsgebiet**

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Bericht Nr. 261*



## **Impressum**

### **Herausgeberin:**

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Koblenz

Postfach 20 02 53, D 56002 Koblenz

Telefon +49-(0)261-94252-0, Fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

[www.iksr.org](http://www.iksr.org)

# IKSR-Niedrigwasserüberwachung am Rhein und in seinem Einzugsgebiet

## 1. Einleitung

Die 2018 publizierte IKSR - Bestandsaufnahme zu Niedrigwasserereignissen in der IFGE Rhein (vgl. IKSR-Fachbericht Nr. 248 [hier](#)) liefert für die Rheinanliegerstaaten ein gemeinsames Verständnis von Niedrigwassersituationen und deren grenzüberschreitende Auswirkungen.

Niedrigwasser wirkt sich unmittelbar auf die Wasserqualität, Ökologie und Nutzungen aus, weshalb es künftig im internationalen Rheineinzugsgebiet intensiv überwacht werden soll.

Daher hat die Expertengruppe ‚Niedrigwasser‘ (EG LW) 2018 die Initiative ergriffen, in enger Zusammenarbeit mit der BfG und dem dort aufgebauten UNDINE-Portal eine entsprechende **IKSR-Niedrigwasserüberwachung** zu entwickeln (siehe [hier auf UNDINE](#)), die auch das Niedrigwasserereignis 2018 schon erfasst hat.

Dieses soll - nach Freigabe durch die IKSR – über eine komplette Einzugsgebietskarte mit Angabe der Rheinpegel für die IFGE Rhein als Startbild unter [www.iksr.org](http://www.iksr.org) abrufbar sein, die mit dem UNDINE-Portal verlinkt werden wird.

**Mit dem einheitlichen rheinweiten Niedrigwassermonitoring können aktuelle Niedrigwasserereignisse direkt vergleichend eingeordnet und mögliche Veränderungen im Niedrigwasserabflussgeschehen detektiert werden.**

Die Überwachung des Eintretens von Niedrigwasser oder auch die Untersuchung historischer Abflussreihen hinsichtlich des Auftretens von Niedrigwasser bedarf Schwellenwerte, um den Niedrigwasserfall zu definieren und ggf. in seiner Ausprägung zu klassifizieren.

## 2. Ableitung einer Klassifizierung von Niedrigwasserverhältnissen

Von Niedrigwasser spricht man, wenn der aktuelle Abfluss einen für das Gewässer typischen Schwellenwert unterschritten hat. Dabei können feste Schwellenwerte, bei denen es sich meist um langjährige MNQ<sup>1</sup> oder ähnliche Kennwerte handelt, oder zeitlich variable (i.d.R. monatliche) Kennwerte als jeweiliger Vergleichswert herangezogen werden. Um das Ausmaß des vorliegenden Niedrigwassers zu differenzieren, werden abgestufte Schwellenwerte benötigt, mit denen dann das Ereignis Niedrigwasser von „normal“ bis hin zu „extrem“ klassifiziert werden kann. Um eine synoptische Übersicht der untersuchten Pegel am Rhein abbilden zu können, werden NM7Q<sup>2</sup>-Werte für unterschiedliche Wiederkehrintervalle bezogen auf die langjährigen Referenzzeitreihen (1961-2010) der jeweiligen Pegel für die Klassifizierung von Niedrigwasserverhältnissen herangezogen. In Tabelle 1 sind die ausgewählten Niedrigwasserklassen hinsichtlich ihrer Ausprägung und Beschreibung sowie einer Farblegende zur Darstellung von Unterschreitungen bestimmter Niedrigwasserschwellenwerte aufgeführt.

Normale Niedrigwasserabflüsse liegen vor, solange der jeweilige 2-jährliche NM7Q noch nicht unterschritten ist. Bei Unterschreitung dieses ersten Schwellenwertes wird die Klasse „häufiges Niedrigwasser“ erreicht, solange die Abflüsse ein 5-jährliches NM7Q nicht unterschreiten. Treten Abflüsse in der Klasse kleiner NM7Q(T5) bis NM7Q(T10) auf, so wird die Situation als „weniger häufiges Niedrigwasser“ bezeichnet. Bei Unterschreitung eines 10-jährlichen NM7Q tritt ein „seltenes Niedrigwasser“, bei Unterschreitung eines 20-jährlichen NM7Q ein „sehr seltenes Niedrigwasser“ auf. Die höchste Niedrigwasserkategorie „extrem seltenes Niedrigwasser“ ist bei Unterschreitung

---

<sup>1</sup> MNQ: mittlerer Niedrigwasserdurchfluss

<sup>2</sup> NM7Q: mittlerer Niedrigwasserdurchfluss an 7 aufeinanderfolgenden Tagen

eines 50-jährlichen NM7Q-Abflusses am jeweiligen Pegel erreicht. Diese Klassifizierung wurde nach erfolgter Abstimmung mit der IKSMS festgelegt, so dass beispielsweise beim Niedrigwasser-Monitoring an der Mosel durch die IKSMS Klassifizierungen verwendet werden, wie sie am Rhein zum Einsatz kommen. Die entsprechenden statistischen Untersuchungen zur Ableitung der für die Schwellenwerte benötigten Kennwerte erfolgten im 2018 publizierten IKS-R-Fachbericht Nr. 248 (vgl. [hier](#), Kap. 7.3.2). Dort sind in den Tabellen 8 bis 12 die erforderlichen NM7Q(T)-Werte für die Rheinpegel aufgeführt.

Tabelle 1: Festlegung von Niedrigwasserklassen

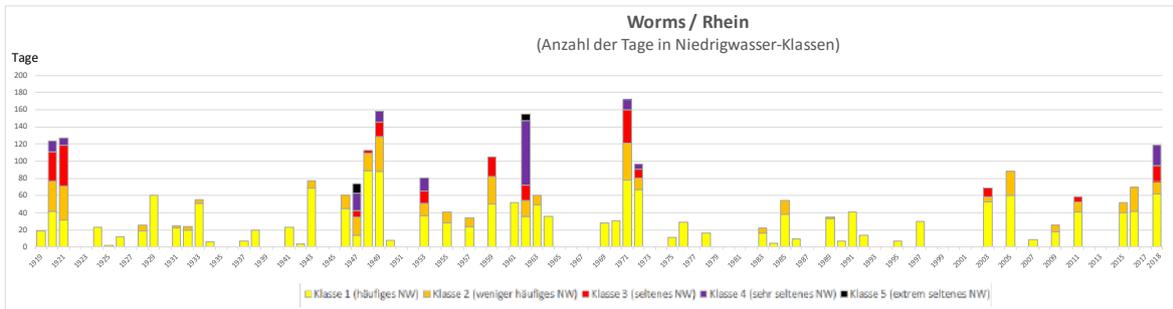
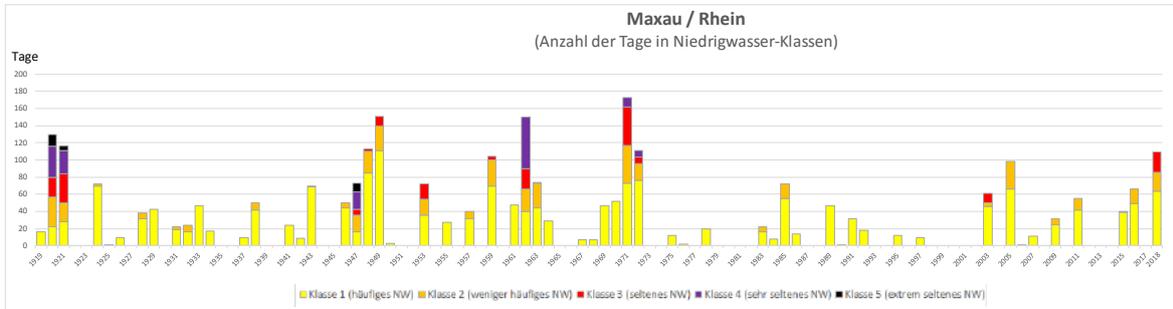
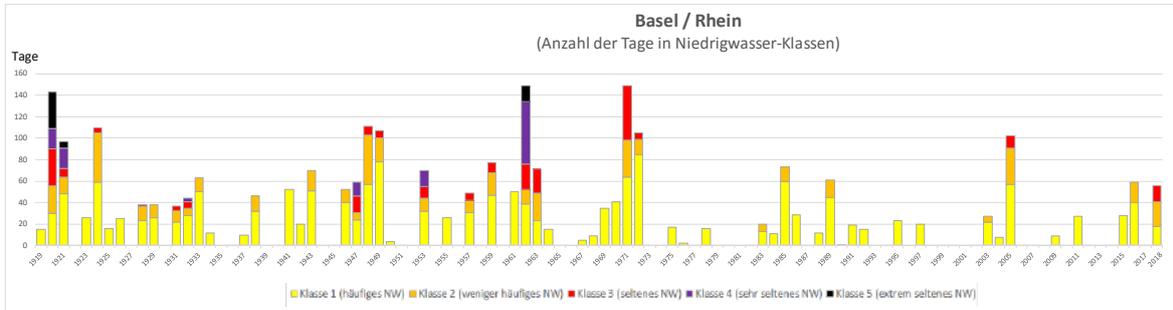
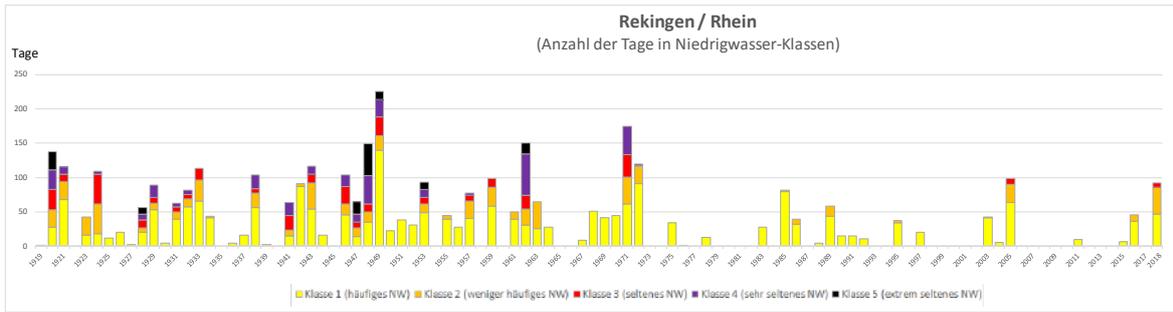
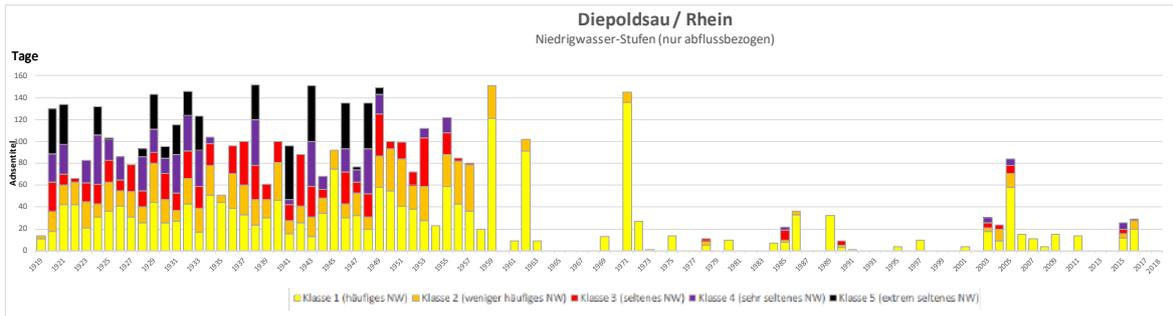
Farbe	Klasse	Ausprägung	Bezeichnung
grün	0	$\geq \text{NM7Q}(T2)$	normal = kein NW
gelb	1	$< \text{NM7Q}(T2)$	häufiges NW
orange	2	$< \text{NM7Q}(T5)$	weniger häufiges NW
rot	3	$< \text{NM7Q}(T10)$	seltene NW
violett	4	$< \text{NM7Q}(T20)$	sehr seltene NW
schwarz	5	$< \text{NM7Q}(T50)$	extrem seltene NW

(abgestimmt mit den IKSMS, vgl. Abb. 1)

Auf eine implizite Verknüpfung der Niedrigwasserschwellenwerte mit unterschrittenen Niedrigwasserdauern wurde verzichtet, um die Schwellenwerte einfach und verständlich zu halten. Nichts desto trotz erscheint es sinnvoll, bei einem Monitoring zusätzlich zur erreichten Niedrigwasserkategorie auch die bisherige Niedrigwasserunterschreitungsdauer (in Tagen) mit zu verfolgen.

### 3. Validierung der Niedrigwasserklassifizierung mittels der historischen Zeitreihen

Mittels der im vorangegangenen Kapitel festgelegten Niedrigwasserklassifizierung wurden die historischen Zeitreihen der Pegel einem „retrospektiven Monitoring“ unterzogen. In Abbildung 1 ist beispielhaft für die Pegel Basel, Kaub und Lobith das jährliche Auftreten dieser Niedrigwasserklassen mit Andauern der Unterschreitungstage dargestellt. Die in der IKS-R - Bestandsaufnahme zu Niedrigwasserereignissen in der IFGE Rhein (vgl. Kap. 7.1 und Anlage 2) beschriebenen historischen Niedrigwasserereignisse können mit diesem Monitoring noch deutlicher nachvollzogen werden, weitere bislang nicht beschriebene Ereignisse werden erkennbar. Die Ergebnisse für alle Untersuchungspegel sind in Anlage 4 aufgeführt. Deutlich zu erkennen sind die hohen Niedrigwasserklassen und die insgesamt deutlich längeren Niedrigwasserereignisse in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts. An nahezu allen Pegeln treten die Ereignisse von 1920/1921, von 1946-1949, 1962 und 1971 deutlich hervor. An den Pegeln Basel und Kaub wird im Gesamtzeitraum dreimal, am Pegel Lobith viermal die Klasse 5 „extrem seltene Niedrigwasser“, allerdings bei unterschiedlichen Ereignissen, erreicht. Dies ist dem unterschiedlichen Abflussregime dieser Pegel zuzuschreiben. Die Klasse 4 „sehr seltene Niedrigwasser“ wird am Pegel Basel in 6 Jahren, am Pegel Kaub in 8 Jahren und am Pegel Lobith in 7 Jahren erreicht. Während am Pegel Basel Gesamtunterschreitungsdauern von 140 Tagen in 3 Jahren erreicht werden, werden am Pegel Kaub in 4 Jahren 140 Tage deutlich überschritten und davon in 2 Jahren sogar 180 Tage. Am Pegel Lobith werden 140 Tage auch dreimal übertroffen, im Jahr 1921 wurden sogar insgesamt 215 Tage erreicht. Seit Mitte der 1970-iger Jahre sind die Niedrigwasserereignisse weniger stark ausgeprägt, am Pegel Basel wird im Jahr 2005 einmal die Klasse 3 „seltene Niedrigwasser“ ( $T < 10$  bis 20a) erreicht, am Pegel Kaub ist dies zweimal der Fall (1985 und 2003), am Pegel Lobith wird die Klasse 3 in den Jahren 1991 und 2003 erreicht. Nach dem deutlich wahrgenommenen Ereignis aus 2003 können am Pegel Kaub noch 4 Jahre mit Erreichen der Klasse 2 „weniger häufiges Niedrigwasser“ festgestellt werden.



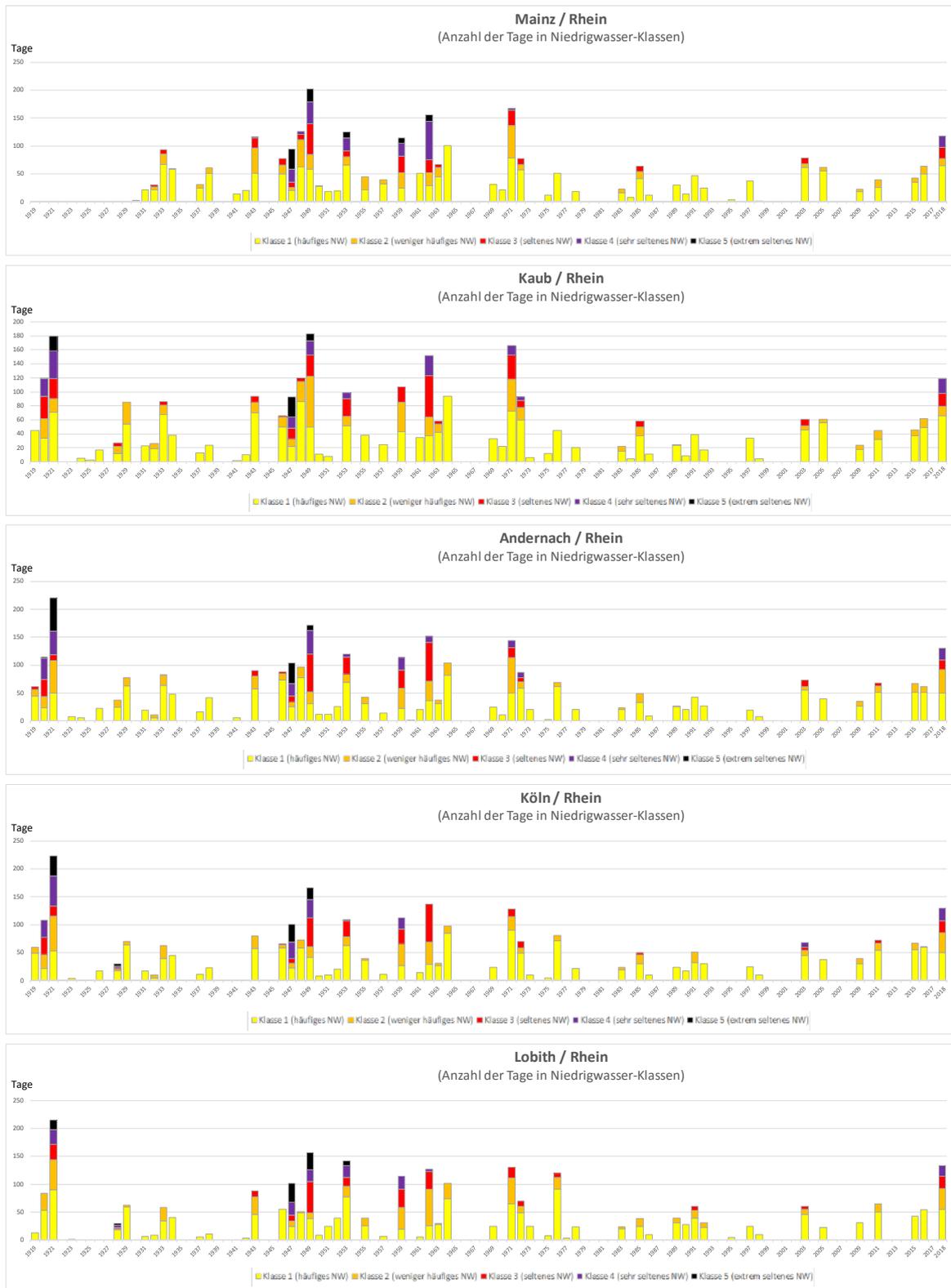


Abbildung 1: Retrospektives Monitoring an den ausgewählten Rheinpegeln

In den Tabellen 2 bis 4 ist die jährliche mittlere Anzahl der Tage mit Abflüssen in den definierten Niedrigwasserklassen für unterschiedliche Dekaden und Teilzeiträume gegenübergestellt.

Tabelle 2: Mittlere jährliche Niedrigwassertage Pegel Basel

Jahr	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
1921 - 1930	22,3	8,8	1,4	1,9	0,6
1931 - 1940	15,4	4,5	1,0	0,3	0,0
1941 - 1950	32,6	10,6	3,0	1,3	0,0
1951 - 1960	13,6	4,4	2,7	1,5	0,0
1961 - 1970	21,7	3,9	4,6	5,8	1,5
1971 - 1980	18,4	4,8	5,7	0,0	0,0
1981 - 1990	17,1	3,6	0,0	0,0	0,0
1991 - 2000	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2001 - 2010	9,6	3,9	1,1	0,0	0,0
1921 - 2010	17,6	4,9	2,2	1,2	0,2
1921 - 1960	21,0	7,1	2,0	1,3	0,2
1961 - 2010	14,9	3,2	2,3	1,2	0,3

Tabelle 3: Mittlere jährliche Niedrigwassertage Pegel Kaub

Jahr	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
1921 - 1930	16,2	6,0	3,4	4,0	2,1
1931 - 1940	18,5	2,0	0,5	0,0	0,0
1941 - 1950	30,1	14,1	6,2	3,6	3,9
1951 - 1960	16,6	5,5	4,7	0,9	0,0
1961 - 1970	26,3	3,9	6,3	2,9	0,0
1971 - 1980	21,6	6,3	4,5	1,8	0,0
1981 - 1990	10,0	2,1	0,8	0,0	0,0
1991 - 2000	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2001 - 2010	12,0	1,7	0,9	0,0	0,0
1921 - 2010	17,9	4,6	3,0	1,5	0,7
1921 - 1960	20,4	6,9	3,7	2,1	1,5
1961 - 2010	15,9	2,8	2,5	0,9	0,0

Tabelle 4: Mittlere jährliche Niedrigwassertage Pegel Lobith

Jahr	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
1921 - 1930	17.0	6.0	2.9	3.1	2.0
1931 - 1940	10.8	2.4	0.0	0.0	0.0
1941 - 1950	22.6	5.3	7.8	4.4	6.5
1951 - 1960	19.5	7.1	4.8	4.5	0.8
1961 - 1970	15.9	9.5	3.2	0.4	0.0
1971 - 1980	26.6	7.9	3.6	0.0	0.0
1981 - 1990	11.5	2.4	0.0	0.0	0.0
1991 - 2000	10.2	2.2	0.8	0.0	0.0
2001 - 2010	10.0	0.9	0.6	0.0	0.0
1921 - 2010	16.0	4.9	2.6	1.4	1.0
1921 - 1960	17.5	5.2	3.9	3.0	2.3
1961 - 2010	14.8	4.6	1.6	0.1	0.0

Aus den Tabellen 2 bis 4 lässt sich die Variation für die mittleren Unterschreitungsdauern in den Dekaden erkennen, die für die Pegel überwiegend übereinstimmt. Die 1940-iger Jahre waren mit Abstand die ausgeprägteste Niedrigwasserdekade. Es traten in diesem Jahrzehnt in Basel und Kaub an rund 300 Tagen Abflüsse der Klasse 1 auf, in Lobith waren es 226 Tage. Während in Basel 106 Tage in der Klasse 2 auftraten, waren es in Kaub 141 Tage, in Lobith waren es lediglich 53 Tage. In der Niedrigwasserklasse 3 bis 5 traten dann in Kaub mit 137 Tagen deutlich mehr Tage als in Basel (43 Tage) auf, in Lobith waren es sogar 187 Tage. Das Jahrzehnt mit den deutlich wenigsten Niedrigwassern waren die 1990-iger Jahre. In Basel traten in diesem Jahrzehnt 77 Tage der Klasse 1 auf (Kaub 94 Tage, Lobith 102 Tage), die Klasse 2 wurde in Basel und Kaub nicht erreicht, in Lobith dagegen an 22 Tagen. In Lobith wurde in den 1990-iger Jahren sogar die Klasse 3 an 8 Tagen erreicht, dort war die Dekade von 2001 bis 2010 noch niedrigwasserärmer als die 1990-iger Jahre.

Der Vergleich des Teilzeitraums 1921-1960 mit der Referenzperiode 1961-2010 verdeutlicht insbesondere auch für die selteneren Niedrigwasserklassen 2 bis 5 an den Pegeln Kaub und Lobith den Rückgang der aufgetretenen Niedrigwassersituationen in der aktuelleren Referenzperiode.

Die Überprüfung der festgelegten Niedrigwasserschwelienwerte bzw. Niedrigwasserklassen durch Vergleich mit den historischen Ereignissen bestätigt die Angemessenheit dieser Schwellenwerte. Die Niedrigwasserschwelienwerte sind sensitiv genug, um auch kleinere aber häufigere Ereignisse der letzten 40 Jahre zu detektieren und dennoch verschiedene Niedrigwasserausprägungen zu differenzieren. Auf der anderen Seite werden die festgelegten Niedrigwasserklassen auch den großen historischen Ereignissen gerecht, diese werden naturgemäß seltener erreicht, ragen aber insbesondere durch die Darstellung der Gesamtdauern der Niedrigwasserunterschreitungstage aus dem Gesamtkollektiv heraus.

Demnach kann die Eignung der festgelegten Niedrigwasserschwelienwerte für ein zukünftiges Monitoring bestätigt werden. Dabei sollten allerdings neben den Niedrigwasserabflüssen auch die Anzahl der zusammenhängenden Unterschreitungstage verfolgt werden.

#### 4. Operationelle Niedrigwasserüberwachung

Die UNDINE-Plattform zum IKSR-Niedrigwassermonitoring am Rhein enthält in der Gesamtkartenansicht einen unmittelbaren synoptischen Überblick über die aktuelle Niedrigwassersituation am Rhein, die Pegel sind entsprechend den Niedrigwasserklassen farblich differenziert dargestellt.

Für die einzelnen Rheinpegel (vgl. Abbildung 2) sind die Angaben zu den Wasserständen, den Niedrigwasserabflüssen, deren Einordnung gemäß Tabelle 1 und die Entwicklungstendenzen der vergangenen 4 Stunden ablesbar. Angaben zur Wassertemperaturentwicklung an ausgewählten Gütemesstations ergänzen diese Informationen.

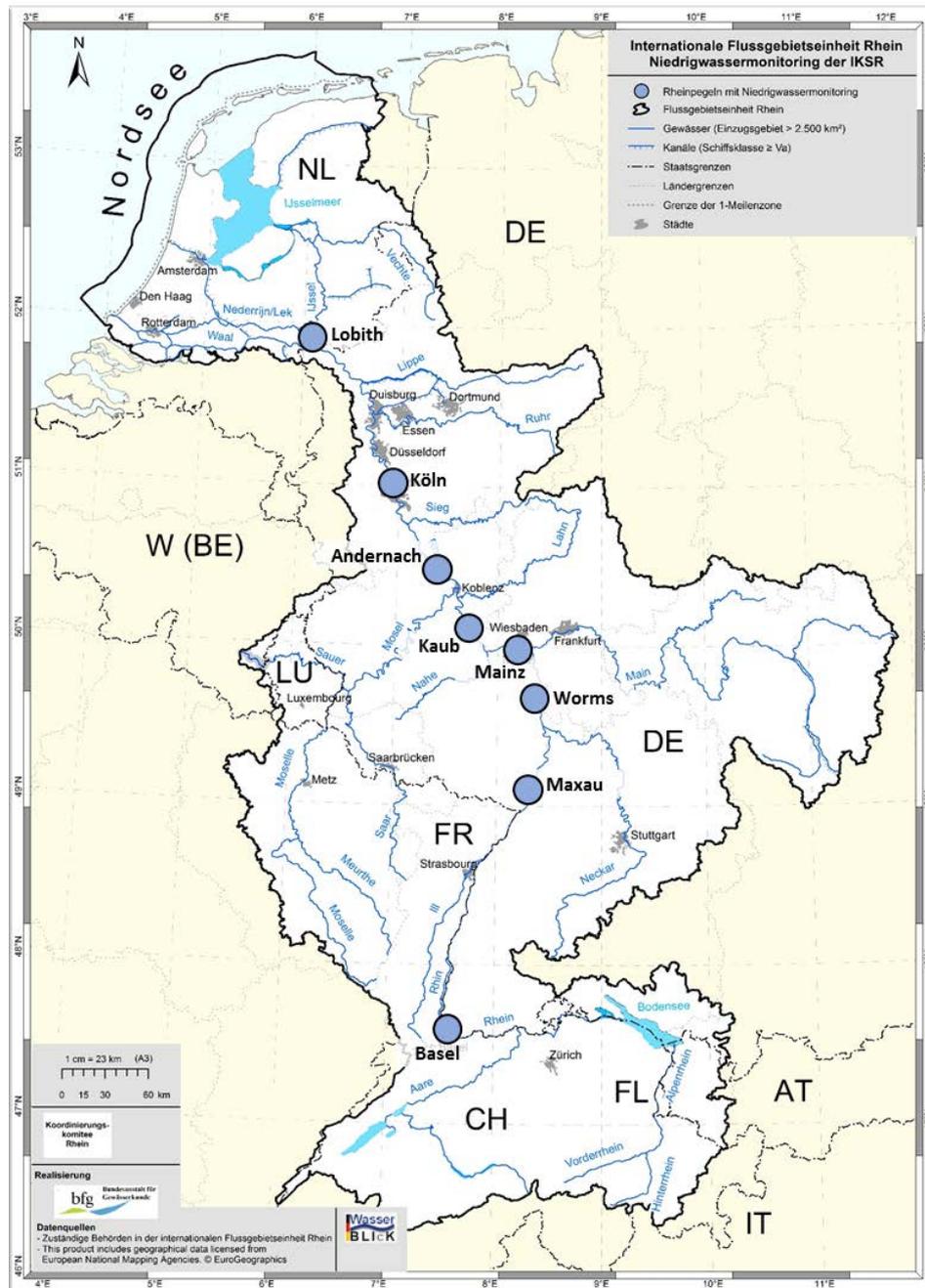


Abbildung 2: Darstellung der Rheinpegel für das Niedrigwassermonitoring

Die BfG wird in Zukunft ebenfalls an der Integration der Komponente „Dauer“ in das Niedrigwasserüberwachungssystem arbeiten.

Der Fokus des Niedrigwassermonitorings wurde bewusst auf die Hauptpegel längs des Rheins gelegt, in deren Abfolge der Wechsel vom nivalen über pluvio-nivalen zum pluvialen Abflussregime verfolgt werden kann. Dadurch ist sichergestellt, dass auch Niedrigwasserereignisse, die nur in einem Regime eintreten, detektiert werden. Aus der Veränderung von jeweiligem Oberlieger- zum Unterliegerpegel kann jeweils der Einfluss aus dem Zwischeneinzugsgebiet (i.d.R. größere Gewässereinzugsgebiete wie z.B. Neckar, Main oder Mosel) erfasst werden. In den Nebengewässereinzugsgebieten erfolgt die hydrologische Überwachung durch die jeweils zuständigen Länder oder regionalen Wasserbehörden entsprechend den dortigen spezifischen Fragestellungen und Anforderungen. Je kleiner die Nebengewässer werden, umso stärker sind lokale und regionale anthropogene Einflüsse zu berücksichtigen. Des Weiteren steigen mögliche Fehler in der Ermittlung der Abflüsse aus den Wasserständen durch z.B. Verkrautungseinflüsse in den Sommermonaten stark an und können ohne weitere Berücksichtigungen/Korrekturen zu Abflussfehlern von über 100 % führen. Ein automatisiertes Monitoring ohne lokale Kenntnisse und Eingriffsmöglichkeiten verbietet sich hier. Die Abflussdaten der größeren Pegel der Rhein Nebenflüsse, die der Mündung in den Rhein am nächsten sind, können dem BfG-Webauftritt UNDINE für das Rheingebiet entnommen werden.

## **5. Einordnung des Niedrigwasserereignisses 2018 auf der Basis der IKSR- Niedrigwasserüberwachung**

Laut IKSR-Klassifizierung und -Niedrigwassermonitoring hat das Niedrigwasserereignis 2018 beispielsweise an den Pegeln Andernach, Köln und Lobith 130 Tage gedauert und an rund 20 Tagen die Klasse „sehr seltenes Niedrigwasser“ unterschritten. Bei den kleinsten aufgetretenen Abflüssen lag die Jährlichkeit am Hochrhein und am Oberrhein bis zum Pegel Maxau bei 10 bis 15 jährlich, ab dem Pegel Worms und weiter stromab wurde ein 35 bis 40-jährliches Ereignis erreicht. Die Dauer des Ereignisses entsprach am Oberrhein bis einschließlich dem Pegel Kaub einem 50-jährlichen Ereignis und am Niederrhein von Andernach bis Lobith einem gut 100-jährlichen Ereignis. Es wurden zahlreiche Auswirkungen auf die Nutzungen festgestellt, insbesondere auf die Entnahme und Nutzung von Wasser, Energie, die Schifffahrt und Transporte, die Industrie (z. B. chemische Industrie, wie BASF mit einem Verlust in Höhe von 250 Mio. Euro), aber auch auf die Ökologie (Fischsterben im Hochrhein, Fischrettungsmaßnahmen erforderlich). Trotz der hohen Wassertemperaturen blieb der Sauerstoffgehalt in verschiedenen Teilen des Einzugsgebietes hoch. Die Gründe werden derzeit untersucht.