Beschreibung Berechnungsgrößen

Niedrigwasserklassifizierung des Grundwasserstandes mit dynamischen Grenzwerten

Stand: 09.06.2026

Zusammenfassung

Die dynamische Niedrigwasserklassifikation dient zur Einordnung von Grundwasserständen im Verhältnis zu Grundwasserständen im gleichen Jahreszeitraum eines Bezugszeitraums. Diese Klassifikation trifft damit die Aussage, ob der gemessene Grundwasserstand für die Zeit des Jahres „niedrig“, „sehr niedrig“, „extrem niedrig“ oder „kein Niedrigwasser“ ist.

Die Klassifikationsgrenzen werden anhand folgender Kennwerte bestimmt:

- Q75, niedrig: Wert, der von 75 % der saisonalen Vergleichswerte im Bezugszeitraum überschritten wird,
- Q90, sehr niedrig: Wert, der von 90 % der saisonalen Vergleichswerte im Bezugszeitraum überschritten wird,
- Q99, extrem niedrig: Wert, der von 99 % der saisonalen Vergleichswerte im Bezugszeitraum überschritten wird.

Die Klassengrenzen werden für jeden Tag des Kalenderjahres berechnet.

Dazu wird für jeden Kalendertag eines Jahres ein Fenster betrachtet, das 31 Tage umfasst und über alle Jahre im Bezugszeitraum reicht: d.h. zum Fenster gehören die 15 Tage vor und 15 Tage nach dem jeweiligen Tag über alle Jahre im Bezugszeitraum. Für dieses Fenster werden dann die Kennwerte Q75, Q90 und Q99 berechnet.

Beispiel 1: In die Berechnung der Klassifikationsgrenzen für den 16. Januar eines Jahres fließen bei Nutzung der Klimareferenzperiode 1991-2020 als Bezugszeitraum alle Daten vom 1. Januar bis 1. Februar aus den Jahren 1991-2020 ein.

Beispiel 2: In die Berechnung der Klassifikationsgrenzen für den 5. März eines Jahres fließen bei Nutzung der Klimareferenzperiode 1991-2020 als Bezugszeitraum alle Daten vom 19. Februar bis 20. März aus den Jahren 1991-2020 ein. Der 29. Februar fließt abweichend vom Kalender in allen Jahren ein. In NIWIS wird der 29. Februar für alle Jahre, die keine Schaltjahre sind, linear aus den Daten vom 28. Februar und 1. März interpoliert.

Nach dieser Berechnung der Kennwerte Q75, Q90 und Q99 für jeden Kalendertag eines Jahres wird die entstehende Zeitreihe dann über einen zeitlich gleitenden Mittelwert mit einer Fensterlänge von 31 Tagen geglättet. Hintergrund für diese Glättung ist die Vermeidung von Sprüngen in den Niedrigwasser-Klassifikationsgrenzen, die aufgrund von starken Änderungen in den zugrundeliegenden Bezugsdaten auftreten könnten.

Mathematische Beschreibung

Die Berechnung der Niedrigwasserklassifikation erfolgt in vier Teilschritten:

(1) Transformation der nicht-äquidistanten Zeitreihe in eine äquidistante Tageswertzeitreihe

(2) Tagesbasierte Kennwertberechnung,

(3) Zeitliche Glättung der in (2) berechneten tagesbasierten Kennwerte und

(4) Klassifikation der Messwerte.

(1) Transformation der nicht-äquidistanten Zeitreihe in eine äquidistante Tageswertzeitreihe

Die Grundwasserstandzeitreihen in NIWIS sind grundsätzlich auf Tageswertbasis angelegt. Die Messungen liegen jedoch nicht immer tagesbasiert vor, sondern stellen häufiger Terminwerte, Wochen- oder Monatsmittelwerte dar. Für eine durchgehende, tagesscharfe Klassifikation wird daher die ggf. nicht-äquidistante Zeitreihe von Messwerten GW_{roh} durch lineare Interpolation zwischen Messwerten in eine äquidistante Zeitreihe mit Tageswerten GW transformiert. Dabei dürfen die zu interpolierenden Zeitintervalle maximal 42 Tage betragen.

Es wird zwischen den bekannten Messwerten $GW_{roh}(i)$ und $GW_{roh}(i{+}1)$ zum Zeitpunkt d_i und d_{i+1} für jeden Zeitpunkt $d_{fehlend}$ der Zeitreihe $GW_{roh}(d)$, der ein Fehlwert aufweist, wie folgt interpoliert:

$$d_{fehlend} = \{d_i < d < d_{i+1} \mid GW_{roh}(d) = \text{Fehlwert}\}, \qquad \text{Gl. (1)}$$

$$GW(d_{fehlend}) = GW_{roh}(i) + \frac{GW_{roh}(i+1) - GW_{roh}(i)}{d_{i+1} - d_i} \cdot \left(d_{fehlend} - d_i\right) \mid d \in d_{fehlend}. \qquad \text{Gl. (2)}$$

Die entstandene, äquidistante Grundwasserstandzeitreihe $GW(d)$ wird für jedes Jahr, das kein Schaltjahr ist, um einen fiktiven 29. Februar erweitert. Dafür werden die Tage ab dem 1. März eines jeden Jahres um einen Tag nach hinten verschoben, die erweiterte Grundwasserstandzeitreihe wird mit GW_{366} bezeichnet. Der Messwert für den 29. Februar wird berechnet aus

$$GW_{366}(29.\,\text{Februar}) = \frac{GW(28.\,\text{Februar}) + GW(1.\,\text{März})}{2} \qquad \text{Gl. (3)}$$

Die so entstehende Zeitreihe GW_{366} hat immer 366 Tage pro Jahr.

(2) Tagesbasierte Kennwerte Q75, Q90, Q99 für jeden Tag im Kalenderjahr

Für einen Tag mit der Tagesnummer des Jahres d mit $d \in \{1, \ldots, 366\}$ wird das Bezugsintervall I für diesen Tag bestimmt als

$$I(d) = \{(d + k) \bmod 366 \mid k = -15, \ldots, 15\}. \qquad \text{Gl. (4)}$$

Für alle Jahre im Bezugszeitraum werden die Werte aus dem Intervall ausgewählt, sodass sich für die Menge der Bezugswerte für den Tag d ergibt:

$$GW_{Bezug}(d) = \bigcup_{k=1}^{y-1} \{w \mid w \in GW_{366}(\{d + 366 \cdot k \mid d \in I)\}, \qquad \text{Gl. (5)}$$

mit d als Tagesnummer (julianischer Tag) des Jahres, k als Verschiebungsfaktor und y Jahre im Bezugszeitraum. Die entstehende Menge der Bezugswerte enthält damit $n = 31 \cdot y$ Werte.

Dieses Verfahren wird in der nachfolgenden Darstellung schematisch visualisiert:

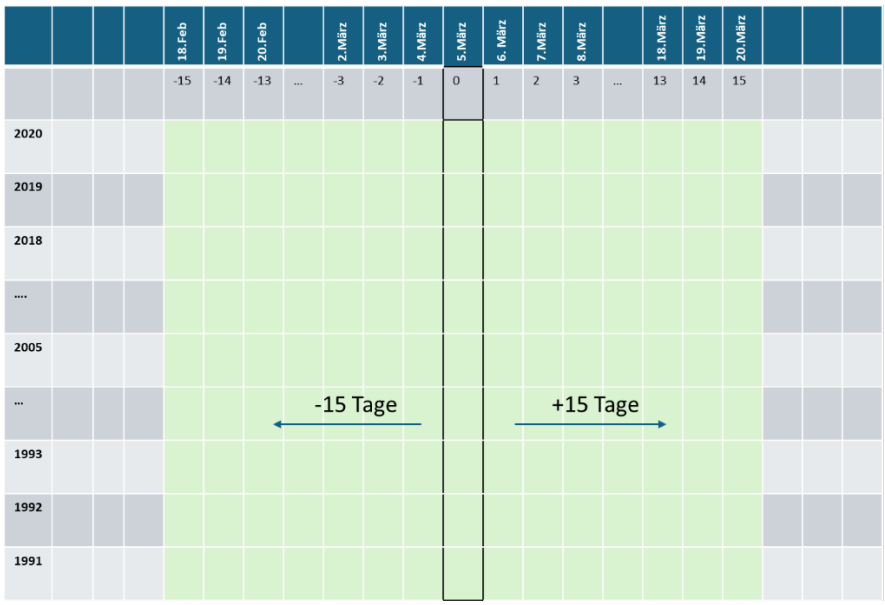

Abbildung 1: Schematische, beispielhafte Darstellung der Datenauswahl pro Tag des Jahres über einen Bezugszeitraum (hier am Beispiel des 5.März und der Klimareferenzperiode als Bezugszeitraum).

Die Klassengrenzen Q75, Q90, Q99 für jeden Kalendertag werden auf Basis der Menge GW_{Bezug} berechnet, wobei die Klassengrenze QX (mit X = 75, 90, 99) Wert, der zu X % in GW_{Bezug} überschritten wird, bezeichnet. Es entspricht dem $(1\text{-}(x/100))$ - Quantil von GW_{Bezug}.

Die Menge GW_{Bezug} wird zunächst aufsteigend sortiert:

$$GW_{sort} = sort(GW_{Bezug}) = w_{(1)} \leq w_{(2)} \leq \cdots \leq w_{(n)}. \quad \text{Gl. (6)}$$

In NIWIS werden die Kenngrößen QX mittels der $(1\text{-}(x/100))$ - Quantile mit linearer Interpolation der Quantilpositionen berechnet. Dazu wird die Position des Quantils h im Indexbereich $[1, n]$ der Werte in GW_{sort} und für das Quantil $p = 1\text{-}(x/100)$ (hier $p = 0{,}25$, $p = 0{,}1$, $p = 0{,}01$) bestimmt:

$$h = (n-1) \cdot p. \quad \text{Gl. (7)}$$

Fall 1: Ist h ganzzahlig, entspricht das Quantil q_p dem Wert an der Position h in der sortierten Zeitreihe und damit der Kenngröße QX

$$QX = q_p = GW_{sort_{(h)}}. \quad \text{Gl. (8)}$$

Fall 2: Ist h keine ganze Zahl, wird das Quantil q_p durch lineare Interpolation zwischen den Werten an den Positionen $\lfloor h \rfloor$ und $\lceil h \rceil$, d. h. einmal abgerundet und einmal aufgerundet, berechnet:

$$i = \lfloor h \rfloor, \quad j = \lceil h \rceil, \quad \text{Gl. (9)}$$

$$QX = q_p = GW_{sort_{(i)}} + (h-j) \cdot \left(GW_{sort_{(j)}} - GW_{sort_{(i)}}\right). \quad \text{Gl. (10)}$$

(3) Zeitliche Glättung der in (2) berechneten tagesbezogenen Kenngrößen

Aus (2) ergibt sich eine Zeitreihe mit Tageswerten der Kenngrößen $Q75(d)$, $Q90(d)$ und $Q99(d)$. Um starke Änderungen in den Klassifikationsgrenzen zu vermeiden, werden die Zeitreihen der Kenngrößen mittels eines gleitenden Mittelwertes mit einer Fensterlänge von 31 Tagen geglättet. Zu Jahresbeginn und Jahresende wird die Zeitreihe periodisch erweitert.

$$QX_{wrap}(d) = \{QX(d+k) \bmod 366 \mid k = -15, \ldots, 15\}, \quad \text{Gl. (11)}$$

wobei QX_{wrap} die periodisch erweiterte Zeitreihe für die tagesbasierten Kenngrößen darstellt.

Die erweiterten Zeitreihen QX_{wrap} werden mit einem gleitenden Mittel über ein Fenster von 31 Tagen geglättet. Für jeden Kennwert und Tag d wird der geglättete Wert $\widetilde{QX}(d)$ berechnet als:

$$\widetilde{QX}(d) = \frac{1}{31} \sum_{k=-15}^{15} QX_{wrap}[d+k]. \qquad \text{Gl. (12)}$$

(4) Klassifikation der Messwerte

Abschließend wird jeder Messwert $GW(d)$ basierende auf den geglätteten Kennwerten klassifiziert:

$$Klasse(GW(d)) = \begin{cases} \text{extrem niedrig}, & GW(d) \leq \widetilde{Q99}(d) \\ \text{sehr niedrig}, & \widetilde{Q99}(d) < GW(d) \leq \widetilde{Q90}(d) \\ \text{niedrig}, & \widetilde{Q90}(d) < GW(d) \leq \widetilde{Q75}(d) \\ \text{kein Niedrigwasser}, & GW(d) > \widetilde{Q75}(d) \end{cases}. \qquad \text{Gl. (13)}$$

In NIWIS verwendete Einheit der berechneten Größe

Die Quantile der berechneten Größe besitzen die gleiche Einheit wie ihre Ausgangsgröße. Im Fall der Klassifikation des Grundwasserstands ist dies [m ü. NHN].

Umgang mit Fehlwerten

Tage ohne einen gültigen Wert werden als Fehlwert gekennzeichnet und in der Berechnung nicht berücksichtigt. Rohdaten des Grundwasserstandes außerhalb des Wertebereichs $-9999 < GW < +9999$ werden als Fehlwerte interpretiert und in der Berechnung nicht berücksichtigt. Mit Ausnahme dieser Plausibilisierung erfolgt keinerlei Prüfung der Rohdaten.

Sofern mehr als 10 % der Werte der Zeitreihen GW_{366}, GW_{Bezug} und QX_{wrap} einen Fehlwert aufweisen, wird keine Berechnung durchgeführt.

Datenherkunft/ -aktualität

Sofern verfügbar, werden beim Grundwasserstand Tagesmittelwerte des Vortags zur Klassifikation herangezogen, es werden jedoch standardmäßig auch Wochenmittelwerte, Monatsmittelwerte und terminwert übermittelt. Die in NIWIS verwendeten, aktuellen Daten können bei den Grundwasserständen bis zu 31 Tage alt sein. Die Aktualisierung der Werte in NIWIS erfolgt um 5 Uhr und um 13 Uhr lokale Zeit, sofern zu dem Zeitpunkt die Daten zur Verfügung stehen.

Qualitätsabschätzung

Die Berechnung basiert auf Rohwerten, diese können Fehler enthalten.

Zusatzinformationen

[-]

Literatur

[-]

Copyright/ Lizenz/ Quellenvermerk/ Nutzungsbedingungen

In NIWIS berechnete Daten werden unter der Lizenz Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) bereitgestellt. Als Quelle ist „An NIWIS beteiligte Behörden/Institutionen“ anzugeben. Die

Quellenangaben für die Rohdaten befinden sich hier: https://niwis.staging.bafg.de/redaktion/seitenlink/DATENQUELLEN_UND_LIZENZEN.

Die Nutzungsbedingungen sind unter https://niwis.staging.bafg.de/redaktion/seitenlink/NUTZUNGSBEDINGUNGEN abrufbar.

Kontakt

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Referat M1: Hydrologische Grundsatzangelegenheiten, Hydrometrie und Gewässerphysik

Am Mainzer Tor 1
56069 Koblenz
E-Mail: niwis [at] bafg.de