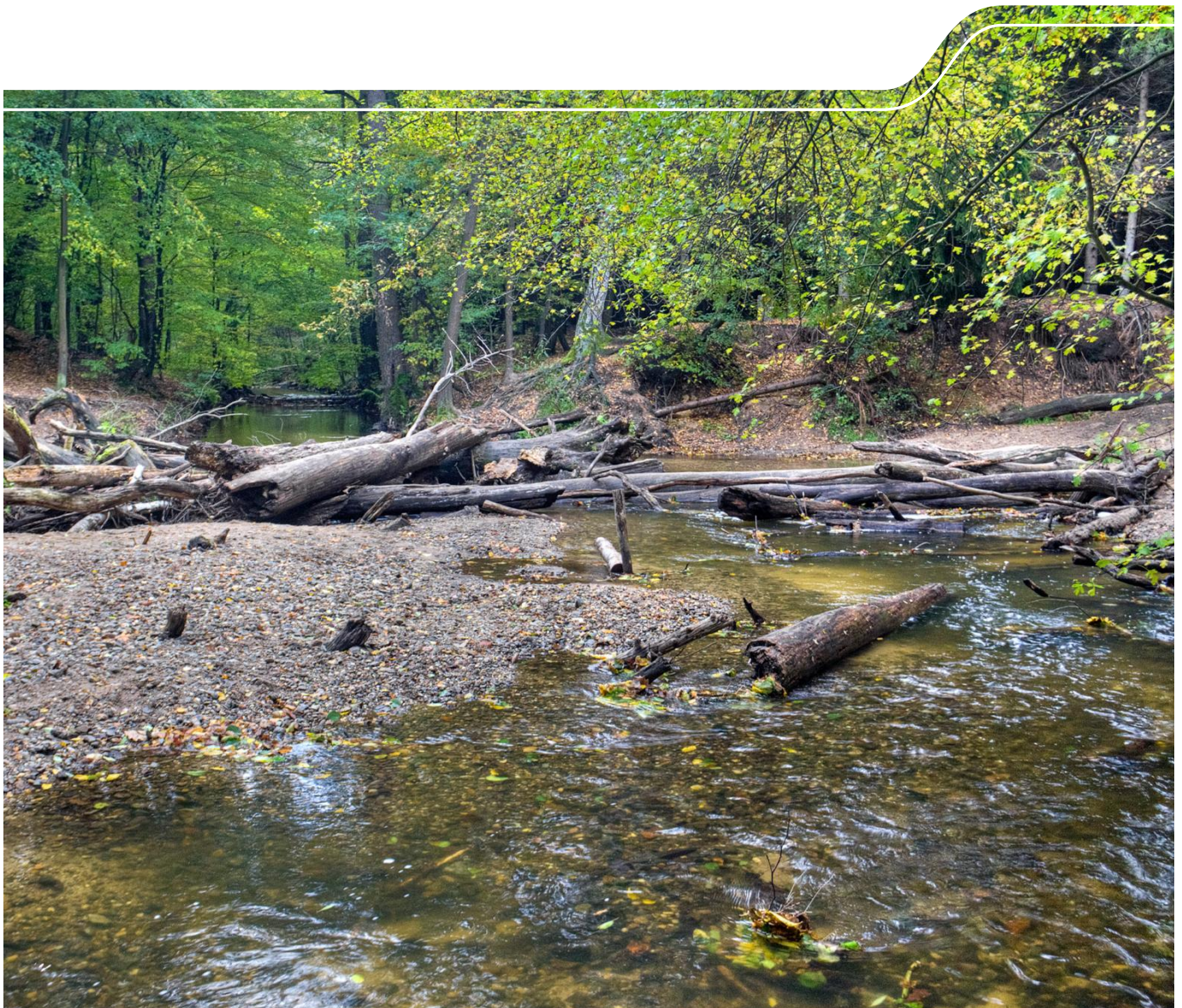




Niedrigwasserkennwerte und mittlere Durchflüsse

Schriftenreihe, Heft 4/2017



Leitfaden zur Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“

Modellgestützte Ermittlung regionaler Niedrigwasserkennwerte (MNQ) mittlerer Durchflüsse (MQ) für sächsische Fließgewässer und deren Integration in das „Wasserhaushaltsportal Sachsen“ sowie Realisierung einer „Recherche-Schnittstelle“ zur sächsischen Querbauwerksdatenbank

Björn Fischer, Antje Becker, Susanna Horn, Katharina Köpp-Klausch

1	Der Leitfaden zur Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“	7
2	Sachsenweite Regionalisierung von Niedrigwasserkennwerten	8
2.1	Durchflussdaten zur Bestimmung von Niedrigwasserdurchflüssen	9
2.1.1	Verlängerung der Pegel-Beobachtungsreihen.....	9
2.1.2	Verwendung weiterer Pegel	9
2.1.3	Datenkorrekturen und Lückenfüllung in den Beobachtungsreihen der Pegel	9
2.1.4	Überprüfung auf Beeinflussungen der Pegel	10
2.1.5	Zusammenfassung	10
2.2	Geodaten für die Regionalisierung	11
2.3	Recherche nach geeigneten Regionalisierungsverfahren	11
2.3.1	Einfaches Übertragungsverfahren	12
2.3.2	Index-Verfahren.....	12
2.3.3	Wasserhaushaltsmodelle	12
2.3.4	Multiple lineare Regression	12
2.3.5	Räumliche Interpolation (Kriging)	13
2.3.6	Zusammenfassung und Auswahl eines Vorzugsverfahrens	13
2.4	Ausgewählte Methodik zur Regionalisierung	13
2.4.1	Multiple lineare Regression	13
2.4.2	Top-Kriging	14
2.4.3	Abflusslängsschnitte.....	15
2.5	Ergebnisse der Regionalisierung.....	15
2.5.1	Multiple lineare Regression	15
2.5.2	Top-Kriging	18
2.5.3	Abflusslängsschnitte.....	19
2.6	Berechnung und Plausibilitätsprüfung von regionalisierten Niedrigwasserkennwerten	21
3	Sachsenweite Regionalisierung von Mittelwasserdurchflüssen	25
3.1	Durchflussdaten zur Bestimmung von Mittelwasserdurchflüssen	25
3.1.1	Nichtberücksichtigung von Pegeln	25
3.1.2	Verlängerung der Pegel-Beobachtungsreihen.....	25
3.1.3	Verwendung weiterer Pegel	26
3.1.4	Datenkorrekturen und Lückenfüllung in den Beobachtungsreihen der Pegel	26
3.1.5	Überprüfung auf Beeinflussungen der Pegel auf Basis des Pegelhandbuches	26
3.1.6	Zusammenfassung	26
3.2	Methodik.....	27
3.3	Berechnung und Plausibilitätsprüfung	27
3.4	Abflusslängsschnitte.....	29
3.5	Ergebnisse der Regionalisierung von Mittelwasserdurchflüssen.....	30
4	Verwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten in der wasserwirtschaftlichen Praxis	32
4.1	Abruf von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen	33
4.2	Verwendung abgerufener Niedrig- und Mittelwasserkennwerte aus dem Wasserhaushaltsportal	44
4.2.1	Weiterverwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten bei repräsentativem Pegelbezug	44
4.2.2	Weiterverwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten bei nicht repräsentativem Pegelbezug	46
4.2.3	Weiterverwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten bei pegelunbeobachteten Abschnitten	48
4.2.4	Prüfung gewässerabschnittsspezifischer Einflussfaktoren auf das Abflussregime	49
4.2.5	Vergleich mit verfügbaren Pegeldurchflussdaten (Pegelstatistik)	50
4.2.6	Überprüfung des Querschnittes auf Beeinflussungen bzw. anthropogene Nutzungen mit deutlichen Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt	52
4.2.7	Einbeziehung von weiteren Informationen zu lokalen Standortbedingungen	53
4.3	Recherche - Verknüpfungen mit der Querbauwerksdatenbank	54
	Literaturverzeichnis	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Teilung des Untersuchungsgebietes Freistaat Sachsen in zwei Regionen	16
Abbildung 2:	Residuen aller Teilgebiete des Untersuchungsgebietes für das Gesamtjahr	19
Abbildung 3:	Abflusslängsschnitte der Lausitzer Neiße für MNQ, MNQSom und MNQWin.....	20
Abbildung 4:	Abflussspendenlängsschnitte der Lausitzer Neiße für MNQ, MNQSom und MNQWin	20
Abbildung 5:	Flächendeckende Durchflussspenden der Ausflussquerschnitte für das Gesamtjahr.....	21
Abbildung 6:	Vollständig plausibilisierte Durchflussspenden MNq der Teileinzugsgebiete der Zuflussknoten für das Gesamtjahr (oben), das Sommerhalbjahr (Mitte) und das Winterhalbjahr (unten)	23
Abbildung 7:	Vollständig plausibilisierte Durchflussspenden MNq der Teileinzugsgebiete der Ausflussknoten für das Gesamtjahr (oben), das Sommerhalbjahr (Mitte) und das Winterhalbjahr (unten)	24
Abbildung 8:	Abflüsse R als Grundlage für die Bestimmung des Mittelwasserabflusses	28
Abbildung 9:	Abflusslängsschnitt der Lausitzer Neiße für MQ	29
Abbildung 10:	Abflussspendenlängsschnitt der Lausitzer Neiße für Mq	30
Abbildung 11:	Vollständig plausibilisierte Mittelwasserdurchflussspenden Mq der Teileinzugsgebiete der Ausflussknoten für die Zuflussquerschnitte (oben) und die Ausflussquerschnitte (unten)	31
Abbildung 12:	Integration zum Aufruf der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ im Wasserhaushaltsportal Sachsen	33
Abbildung 13:	Konzeption der Geoportalanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“	34
Abbildung 14:	Auszug aus der Benutzeroberfläche der Geoportalanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“	35
Abbildung 15:	Hauptdialog des Geoportals MNQ, MQ und Querbauwerke	37
Abbildung 16:	Druckansicht	38
Abbildung 17:	Meldung „Fehlklick“	38
Abbildung 18:	Meldung „Quellgebiet“	38
Abbildung 19:	Meldung „Stauanlageneinfluss“	39
Abbildung 20:	Meldung „Umfluteinfluss“	39
Abbildung 21:	Meldung „Rückstaeinfluss“	39
Abbildung 22:	Hauptdialog mit Hinweis auf Beeinflussung	40
Abbildung 23:	Alternative Abfrage von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten	40
Abbildung 24:	Fensterbereich Navigation	41
Abbildung 25:	Fensterbereich Inhalt	43
Abbildung 26:	Fallbeispiel 1 – Ausgewählter Gewässerquerschnitt und Stammdatenblatt	45
Abbildung 27:	Fallbeispiel 1 – Informationsdialog für den Bezugspegel	45
Abbildung 28:	Fallbeispiel 2 – Ausgewählter Gewässerquerschnitt und Stammdatenblatt	47
Abbildung 29:	Fallbeispiel 2 – Informationsdialog für den Bezugspegel	47
Abbildung 30:	Fallbeispiel 3 – Ausgewählter Gewässerquerschnitt und Stammdatenblatt	49
Abbildung 31:	Schematischer Workflow zur Prüfung von Einflussfaktoren am Beispiel Niedrig- und Mittelwasser	50
Abbildung 32:	Abfrage von Querbauwerksinformationen.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Pegel mit signifikanten Abweichungen	17
Tabelle 2:	Pegel aus der DIFGA-Analyse, die nicht zur Regionalisierung des Mittelwasserdurchflusses verwendet wurden.....	25

Abkürzungsverzeichnis

AIC	AKAIKE-Kriterium [-]
AKZ	Anlagenkennzahl
CG2	Rückgangskonstante der langsamsten unterirdischen Abflusskomponente [d]
MNq	mittlere Niedrigwasserdurchflussspende [$l/(s \cdot km^2)$]
MNQ	mittlerer Niedrigwasserdurchfluss [m^3/s]
MNq _{jährlich}	mittlere Niedrigwasserdurchflussspende für das Gesamtjahr [$l/(s \cdot km^2)$]
MNQ _{jährlich}	mittlerer Niedrigwasserdurchfluss für das Gesamtjahr [m^3/s]
MNQ _{Regio}	modellierte, quasinatürliche NiedrigwasserkenngroÙe im Wasserhaushaltsportal Sachsen
MNQ _{Pegel}	realer gemessener Niedrigwasserdurchfluss im Wasserhaushaltsportal Sachsen
MNq _{Som}	mittlere Niedrigwasserdurchflussspende für das Sommerhalbjahr [$l/(s \cdot km^2)$]
MNQ _{Som}	mittlerer Niedrigwasserdurchfluss für das Sommerhalbjahr [m^3/s]
MNq _{Win}	mittlere Niedrigwasserdurchflussspende für das Winterhalbjahr [$l/(s \cdot km^2)$]
MNQ _{Win}	mittlerer Niedrigwasserdurchfluss für das Winterhalbjahr [m^3/s]
Mq	mittlere Durchflussspende [$l/(s \cdot km^2)$]
MQ	mittlerer Durchfluss [m^3/s]
mrF	mittlerer relativer Fehler [%]
nFK	nutzbare Feldkapazität [mm]
QBW	Querbauwerk
R ²	BestimmtheitsmaÙ [-]
RG2	Zufluss zur langsamsten unterirdischen Abflusskomponente [mm]

1 Der Leitfaden zur Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“

Natürliche Niedrigwassersituationen in Oberflächengewässern stellen besondere Zeiträume dar, in denen die Lebensgemeinschaften der Gewässer einem erhöhten physiologischen Stress ausgesetzt sein können und in denen die Gewässer in ihrer ökologischen Funktionalität sehr anfällig für Störungen und Einflüsse von außen sind. Niedrigwasserperioden gehen in Sommermonaten oftmals einher mit erhöhten Temperaturen, die zur deutlichen Erwärmung der Gewässer führen können. Die Löslichkeit von Sauerstoff verringert sich mit steigender Wassertemperatur, die mit Wasser benetzte Fläche des Gewässers und die mittlere Tiefe verringern sich. Bereits natürliche Niedrigwassersituationen wirken sich oftmals direkt auf die Lebensgemeinschaften in den Gewässern aus.

Wirken zusätzlich noch anthropogene Einflüsse in den Niedrigwasserperioden auf die Gewässer ein, so kann dies zu übermäßigen Beeinträchtigungen der ökologischen Funktionen der Gewässer führen. Einleitungen aus Abwasserbehandlungsanlagen können in Niedrigwassersituationen zeitweise nicht mehr ausreichend durch das noch vorhandene Oberflächenwasser im Bach verdünnt werden, was zu entsprechenden negativen Folgewirkungen auf die gewässergebundene Lebensgemeinschaft führen kann. Einleitungen von erwärmtem Wasser, das z. B. als Kühlwasser in der Stromerzeugungsindustrie oder anderen Bereichen genutzt wurde, können zusätzlich fatale ökologische Auswirkungen entfalten.

Das Abflussregime eines Fließgewässers ist weiterhin von herausragender Bedeutung für die Ausprägung der Gewässerstrukturen, die als Lebensräume für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen dienen. Nur ein natürliches Abflussregime gewährleistet auch eine natürliche Ausprägung der Gewässerstruktur und garantiert die notwendigen Lebensbedingungen für die gewässertypspezifischen Tier- und Pflanzengemeinschaften, die zur Bewertung des ökologischen Zustands eines Oberflächenwasserkörpers nach der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429) herangezogen werden. Veränderungen des natürlichen Abflussregimes dürfen daher nicht dazu führen, dass die Durchgängigkeit für die Fische und die Funktionsfähigkeit des Ökosystems in Fließgewässern oder Abschnitten davon gefährdet wird.

So verlangt der Gesetzgeber, dass Gewässer im Sinne des § 6 WHG nachhaltig zu bewirtschaften sind mit dem Ziel, die Funktions- und Leistungsfähigkeit als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu verbessern, insbesondere durch Schutz vor nachteiligen Veränderungen der Gewässereigenschaften. Damit unmittelbar verbunden ist der Erhalt der ökologisch erforderlichen Mindestwasserführung (§ 33 WHG). Die Mindestwasserführung nach § 33 WHG ist auch für die Durchgängigkeit der Gewässer nach § 34 Abs. 1 WHG notwendig, was im Sächsischen Wassergesetz vom 12. Juli 2013 im § 21 Abs. 1 betont wird.

Die Verfügbarkeit insbesondere der Niedrigwasserkennwerte¹ $MNQ_{\text{jährlich}}$, MNQ_{Som} und MNQ_{Win} stellt eine wichtige fachliche Grundlage für wasserrechtliche Vollzugsverfahren dar, die zur fachlichen Beurteilung der anthropogenen Auswirkungen auf die ökologischen Funktionen des Gewässers bzw. Gewässerabschnittes

¹ Anstelle des Begriffs „Kennwerte“ wird in der hydrologischen Fachliteratur (z. B. Lehrbücher, DIN 4049, Pegelvorschrift, Pegelhandbuch) auch der Begriff „Hauptwerte“ verwendet.

entsprechende Kenntnisse benötigen. Dies betrifft u. a. Erlaubnisse, Bewilligungen gemäß § 8 WHG für das Entnehmen und Ableiten von Wasser aus oberirdischen Gewässern, das Aufstauen und Absenken von oberirdischen Gewässern und das Einbringen und die Einleitung von Stoffen in Gewässer. Weiterhin sind die Anforderungen der §§ 33 und 34 WHG bezüglich der Mindestwasserführung und der Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer zu berücksichtigen.

Eine weitere wichtige Grundlage für unterschiedliche umweltbehördliche Fach- und Vollzugsaufgaben bilden auch regionale Mittelwasserkennwerte. So besitzt insbesondere der langjährige mittlere Durchfluss (MQ) in den jeweiligen Fließgewässern im Zusammenhang mit der Beurteilung chemisch-stofflicher Befrachtungen von Fließgewässern, der Abschätzung des Wasserkraftpotenzials, der Ermittlung zulässiger Einleitungsfrachten von Kläranlagen oder auch zur Bilanzierung des regionalen Wasserhaushaltes eine erhebliche Bedeutung.

Die betreffenden Niedrigwasserkennwerte ($MNQ_{\text{jährlich}}$, MNQ_{Som} und MNQ_{Win}) und der langjährige mittlere Durchfluss (MQ) wurden im vorliegenden Projekt im Zuge einer landesweiten modellgestützten Regionalisierung von Niedrig- und Mittelwasserdurchflüssen für alle Fließgewässer im Freistaat Sachsen ermittelt oder angepasst bzw. fortgeschrieben. Der vorliegende Leitfaden erläutert dazu die wichtigsten fachlichen Hintergründe. Er zeigt, wie die betreffenden Kennwerte im „Wasserhaushaltsportal Sachsen“ als Webanwendung hinterlegt sind und welche Abrufmöglichkeiten DV-technisch für die Anwender daraus resultieren. Weiterhin gibt der Leitfaden den potenziellen Nutzern des Wasserhaushaltsportals Empfehlungen, wie die verfügbaren Daten in der wasserwirtschaftlichen Praxis sachgerecht weitergenutzt werden können und was dabei zu beachten ist.

Alle im Rahmen der Projektarbeiten modellgestützt ermittelten Niedrigwasserkennwerte und mittleren Durchflüsse stellen im Wesentlichen einen anthropogen weitgehend unbeeinflussten Zustand in den jeweiligen Fließgewässern dar.

2 Sachsenweite Regionalisierung von Niedrigwasserkennwerten

Im Rahmen des Gesamtprojektes „KliWES“, in dem die Auswirkungen der prognostizierten Klimaänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in den Einzugsgebieten der sächsischen Gewässer untersucht werden, bildet das Teilprojekt „Regionalisierung von Niedrigwasserkennwerten“ einen wichtigen fachspezifischen Ergänzungsbaustein. Nachfolgend wird die Methodik zur flächendeckenden Ermittlung der Niedrigwasserkennwerte MNQ_{Som} , MNQ_{Win} und $MNQ_{\text{jährlich}}$ für sächsische Fließgewässer näher beschrieben, die sowohl bei der Projektrealisierung der diesbezüglichen „Ausgangsversion“ 2013/2014 als auch bei der „Fortschreibungsversion“ 2015/2016 angewendet wurde.

2.1 Durchflussdaten zur Bestimmung von Niedrigwasserdurchflüssen

Eine Grundlage für die Regionalisierung von Niedrigwasserdurchflüssen bilden beobachtete Durchflussdaten hydrologischer Pegel von Fließgewässern in Sachsen. Vom LfULG wurden dafür 114 Pegel zur Verfügung gestellt, die bereits für eine DIFGA-Analyse im Rahmen des KliWES-Teilprojektes „Säule A“ verwendet wurden (SCHWARZE et al. 2012). Diese Pegelreihen wurden bereits auf Fehler überprüft und Lücken in den Beobachtungsreihen geschlossen sowie Beobachtungsreihen ergänzt.

2.1.1 Verlängerung der Pegel-Beobachtungsreihen

Die vorhandenen Pegelreihen lieferten Beobachtungswerte längstens bis zum Jahr 2005. Zur Erweiterung der Datenbasis wurde geprüft, inwiefern die Beobachtungsreihen der 114 Pegel aus der DIFGA-Analyse bis 2012 verlängert werden konnten. Hierfür wurden vom LfULG entsprechende Monats-NQ-Werte der Pegel übergeben. Im Ergebnis konnten von den 114 Pegeln 93 Pegel bis 2012 verlängert werden. Für weitere 13 Pegel liegt nun eine Beobachtungsreihe bis 2011, für fünf Pegel bis 2010 und für einen Pegel bis 2007 vor. Bei zwei Pegeln konnte keine Verlängerung der Beobachtungsreihen vorgenommen werden, sie besitzen weiterhin Beobachtungsreihen bis 2005.

2.1.2 Verwendung weiterer Pegel

Nach der Verlängerung der Beobachtungsreihen der 114 Pegel aus der DIFGA-Analyse wurde überprüft, welche Pegel zusätzlich für die Regionalisierung der Niedrigwasserdurchflüsse herangezogen werden können. Hierfür kamen Pegel mit Einzugsgebieten größer 400 km² in Frage, weil diese Pegel in der DIFGA-Analyse nicht verwendet wurden. Darüber hinaus blieben in den o. g. DIFGA-Analysen im Rahmen von KliWES-Teilprojekt „Säule A“ bislang sechs Pegel der Lausitzer Neiße noch unberücksichtigt. Diese Pegel wurden in die Untersuchung zusätzlich mit einbezogen, um speziell für die Lausitzer Neiße Abflusslängsschnitte zu erstellen. Weiterhin wurden Pegel herangezogen, die aufgrund der vorgenommenen Zeitreihenverlängerung bis 2012 nun die Mindestreihenlänge von 20 Beobachtungsjahren erfüllen. Darüber hinaus wurden weitere fünf Pegel ergänzt, deren Nichtberücksichtigung in der DIFGA-Analyse nicht durch die oben beschriebenen Fälle erklärbar war. In der Summe gingen 142 Pegel in die weitere Untersuchung ein.

2.1.3 Datenkorrekturen und Lückenfüllung in den Beobachtungsreihen der Pegel

Die Beobachtungsreihen der DIFGA-Pegel ab 2005 und die der 28 zusätzlichen Pegel wurden überprüft. Im Bedarfsfall erfolgten Datenergänzungen und kleinere Korrekturen. Im Folgenden sind die Pegel aufgeführt, bei denen Datenkorrekturen bzw. Datenergänzungen vorgenommen wurden.

- Beim Pegel Adorf [Weiße Elster] wurde das fehlende Jahr 2012 mit Hilfe der Beobachtungsreihe von Adorf 1 ergänzt.
- Beim Pegel Großsteinberg [Gladegraben] wurden im Zuge der DIFGA-Analyse die Nullwerte in der Beobachtungsreihe auf 0,001 m³/s gesetzt, weil Nullwerte im dort verwendeten Modell nicht verarbeitet werden konnten. Diese Werte wurden wieder mit den beobachteten Nullwerten ersetzt.
- Die Beobachtungsreihe des Pegels Podrosche 2 [Lausitzer Neiße] wurde von 1993 bis 1994 mit Hilfe der Pegelbeobachtungen des Pegels Görlitz ergänzt. Unplausible Werte für das Jahr 1996 wurden ebenfalls mit Hilfe von Werten des Pegels Podrosche 2 korrigiert.
- Das Fehljahr 1996 des Pegels Ramoldsreuth [Feilebach] wurde mit Hilfe der Beobachtungswerte des Pegels Bobenneukirchen (Pegel des ähnlich großen Nachbareinzugsgebietes) ergänzt.

2.1.4 Überprüfung auf Beeinflussungen der Pegel

Für die Regionalisierung der Niedrigwasserdurchflüsse war es notwendig, (weitgehend) unbeeinflusste Pegelwerte zu verwenden. Um die Pegel auf Beeinflussungen hin zu überprüfen, wurden zwei verschiedene Quellen herangezogen. Das waren zum einen die Informationen aus dem Pegelhandbuch (LfULG 2010) und zum anderen Informationen über Wassernutzer im Elbeeinzugsgebiet, die vom Projekt GLOWA-Elbe (CONRADT et al. 2007) vorlagen.

Zuerst wurden die Informationen des Pegelverzeichnisses (LfULG 2010) bezüglich der Beeinflussung von Pegeln untersucht, wobei besonders auf signifikante Nutzungsbeeinflussungen des Abflussregimes an den betreffenden pegelbeobachteten Gewässerabschnitten geachtet wurde. Signifikante Nutzungsbeeinflussungen des Abflussregimes resultieren z. B. aus Tagebauen (Überleitungen, Entnahmen, Absenkungstrichter), Wasserüberleitungen in oder aus anderen Flussgebiete(n), Einflüssen von Talsperren oder Teichbewirtschaftungen.

Im Ergebnis stellte sich heraus, dass von den 142 zugrunde gelegten Pegeln 14 Auswirkungen auf den Niedrigwasserdurchfluss besitzen können. Nach Recherche bzw. Untersuchung dieser möglichen Beeinflussungen wurden von den 14 Pegeln vier aus der Datenbasis entfernt und vier weitere Pegel mit verkürzter Zeitreihe in der Datenbasis belassen.

Die Unterlagen zu Wassernutzern aus dem Projekt GLOWA-Elbe (CONRADT et al. 2007) beinhalteten vor allem Informationen zu Art und Lage der Nutzer, wie Einleitungen von Klärwerken oder Wasserentnahmen der Industrie.

Es wurde überprüft, welche Pegel möglicherweise durch Nutzungen beeinflusst sein könnten. Hierfür wurden vor allem Pegel ausgewertet, die eine vergleichsweise niedrige ($< 0,6 \text{ l/[s*km}^2]$) bzw. hohe Durchflussspende ($> 4 \text{ l/[s*km}^2]$) besitzen. Darüber hinaus wurden Pegel genauer betrachtet, die regionale Auffälligkeiten in folgender Hinsicht besitzen: Auf Basis der Hypothese, dass vergleichsweise hohe mittlere Gebietsniederschläge sich auch in vergleichsweise hohen Durchflussspenden am Pegel zeigen sollten, wurden die Durchflussspenden MN_q der Pegel und die mittlere Jahressumme des Niederschlags gegenübergestellt und bei Abweichungen von der o. g. Hypothese als „regional auffällige“ Pegel identifiziert.

Im Ergebnis dieser Untersuchung zeigte sich, dass für die Pegel mit besonders niedrigen bzw. hohen Durchflussspenden und auch für die Pegel mit regionalen Auffälligkeiten in der Regel keine Beeinflussung durch Nutzungen nachgewiesen werden konnte. Pegel im mittleren Durchflussbereich können hingegen Beeinflussungen durch Nutzungen aufweisen. Letztendlich wurde angenommen, dass die Nutzungseinflüsse nur einen geringen Einfluss auf das Durchflussverhalten bei Niedrigwasser besitzen. Im Ergebnis wurden keine weiteren Pegel entfernt.

2.1.5 Zusammenfassung

Nach der Überprüfung auf Beeinflussungen und entsprechender Selektion stellten insgesamt 138 Pegel die Basis für Durchflussdaten dar, die anschließend für die Regionalisierung von Niedrigwasserkennwerten verwendet wurden.

2.2 Geodaten für die Regionalisierung

Für die anzuwendenden Regionalisierungsverfahren „Multiple lineare Regression“ und „Top-Kriging“ (Kapitel 2.3.6) waren Geodaten und daraus für räumliche Einheiten abgeleitete Gebietskenngrößen notwendig. Im Zuge der Modellerstellung waren diese Gebietskenngrößen zunächst für die Einzugsgebiete der verwendeten Fließgewässerpegel und später für alle Einzugsgebiete gemäß Digitalem Flächenverzeichnis (Stand August 2015) bereitzustellen. Gebietskenngrößen für die Pegel-einzugsgebiete wurden auch für die „Residuenmuster-Methode“ benötigt, die angewendet wurde, um die Bildung von quasihomogenen Regionen zu ermöglichen (Kapitel 2.5.1).

Die Auswahl der Gebietskenngrößen, die in die Regionalisierung einzubeziehen waren, gestaltete sich insofern schwierig, dass die Gebietskenngrößen, die einen signifikanten Einfluss auf den Niedrigwasserdurchfluss bzw. die Niedrigwasserdurchflussspende haben, a priori nicht bekannt sind. Aufbauend auf den Erfahrungen bei der Hochwasserregionalisierung in Brandenburg (DHI-WASY 2009), Sachsen (DHI-WASY 2010a), Rheinland-Pfalz (DHI-WASY 2010b) und Thüringen (DHI-WASY 2012), GLOS & LAUTERBACH (1972) sowie WILLEMS & HIRSCHHÄUSER (2004) kamen folgende Gebietskenngrößen für die Regionalisierung prinzipiell in Frage:

- Hydrographische und morphologische Kenngrößen, z. B. Einzugsgebietsfläche, Einzugsgebietsform, Fließgewässerdichte, Geländegefälle, Geländehöhe
- Meteorologische und hydrologische Kenngrößen, z. B. mittlerer Jahresniederschlag, mittlerer jährlicher Zufluss zum Speicher der langsamsten unterirdischen Abflusskomponente, Rückgangskonstante der langsamsten unterirdischen Abflusskomponente
- Landnutzungskenngrößen, z. B. Waldanteil, Anteil der bebauten Fläche
- Bodenkenngrößen, z. B. nutzbare Feldkapazität

Grundsätzlich müssen die ausgewählten Gebietskenngrößen flächendeckend, d. h. auch für die außerhalb des Territoriums Sachsens zu berücksichtigenden Einzugsgebietsanteile ableitbar sein. Die Grundlage für die Ermittlung der Gebietskenngrößen ist daher eine konsistente digitale Geodatenbasis für das gesamte über Sachsen hinausgehende Untersuchungsgebiet.

2.3 Recherche nach geeigneten Regionalisierungsverfahren

Für die Regionalisierung von Niedrigwasserkennwerten wurden in der Vergangenheit verschiedene Methoden angewendet. Einige dieser Methoden sind in DWA (2009) enthalten und werden dort näher beschrieben.

Folgende wissenschaftlich anerkannte Methoden für die Regionalisierung von Niedrigwasser werden in DWA (2009) vorgestellt und sollen in Kurzform auf Basis dieser Veröffentlichung hier wiedergegeben werden:

- Einfaches Übertragungsverfahren
- Index-Verfahren
- Wasserhaushaltsmodelle
- Multiple lineare Regression
- Räumliche Interpolation (Kriging)

2.3.1 Einfaches Übertragungsverfahren

Das einfachste Verfahren stellt das „Einfache Übertragungsverfahren“ dar. Mit diesem Verfahren werden Kenngrößen, z. B. die Abflussspende oder Eigenschaften eines Gebietes auf ein Nachbargebiet übertragen. Der Vorteil dieser Methode liegt in der einfachen und schnellen Anwendung. Der Nachteil ist, dass dieses Verfahren nur für kleinere Nachbargebiete anwendbar ist, die ein ähnliches Abflussverhalten aufweisen.

2.3.2 Index-Verfahren

Das Index-Verfahren stellt ein spezielles Verfahren zur Berechnung und Regionalisierung extremer Abflüsse mit bestimmter Jährlichkeit T dar. Die Grundannahme dabei ist, dass sich die Wahrscheinlichkeitsverteilungen verschiedener Pegel in einer homogenen Region nur hinsichtlich eines Skalierungsfaktors (z. B. MNQ oder MHQ) unterscheiden. Die Bestimmung des Skalierungsfaktors erfolgt über ein weiteres Verfahren, z. B. über multiple lineare Regression.

2.3.3 Wasserhaushaltsmodelle

Wasserhaushaltsmodelle sind mathematische Simulationsmodelle, die den Wasserkreislauf flächendetailliert mit konzeptionellen Ansätzen auf physikalischer oder empirischer Grundlage beschreiben. Die Modelle sind in der Regel modular aufgebaut, das heißt, die wichtigsten Teilprozesse werden jeweils durch ein separates Modul beschrieben. Diese vertikale Modellstruktur entspricht der zeitlichen Abfolge der hydrologischen Prozesse vom Niederschlag bis zum grundwasserbürtigen Abfluss (Basisabfluss). Weil der Niedrigwasserabfluss am Ende der vertikalen Prozesskette steht, wird seine Bildung durch alle vorgelagerten Prozesse und deren Wechselwirkungen untereinander beeinflusst.

Generell können Wasserhaushaltsmodelle ein geeignetes Werkzeug zur Berechnung von Niedrigwasserabflüssen im Gewässer sein. Auch hat sich in den letzten Jahren die Verfügbarkeit der benötigten Daten (Vielzahl von Parametern, Eingangsgrößen und Anfangswerte) verbessert.

Trotz der Fortschritte gibt es weiterhin erhebliche Defizite und Probleme bei der Anwendung von Wasserhaushaltsmodellen. Dazu gehören Defizite beim Prozessverständnis der im Untergrund stattfindenden Fließvorgänge, aber auch der Identifikation maßgeblicher Prozesse und Einflussgrößen in Abhängigkeit der betrachteten Skala und bei Skalenwechsel. Auch gibt es Probleme bei der Ausweisung von unterirdischen Einzugsgebieten aufgrund der geringen Dichte des Grundwassermessnetzes, die dann zu erheblichen Fehlern führen können. Aufgrund der Defizite kommt der Modellkalibrierung und -validierung eine herausragende Bedeutung zu, was aufgrund der Komplexität der Modelle einen sehr hohen Arbeitsaufwand mit sich bringt.

Aufgrund der Komplexität der Wasserhaushaltsmodelle wurden diese in der Vergangenheit eher selten eingesetzt. In den meisten Fällen wurde dabei der Mittelwasserabfluss MQ und weniger der Niedrigwasserabfluss MNQ ausgewertet.

2.3.4 Multiple lineare Regression

Mit der multiplen linearen Regression können die statistischen Zusammenhänge zwischen einer Zielgröße (MNQ) und mehreren, sie erklärenden Variablen (Gebietskenngrößen) beschrieben werden. Nichtlineare Abhängigkeiten können durch eine Transformation der Variablen linearisiert und damit ebenfalls verwendet werden. Die Ergebnisse, die durch die Anwendung des Verfahrens erzielt werden, können verbessert werden, wenn das Untersuchungsgebiet in quasihomogene Regionen aufgeteilt wird. Das heißt, das Untersuchungsgebiet wird in Regionen mit einem ähnlichen Abflussverhalten aufgeteilt, für die ein strafferer Zusammenhang zwischen der Zielgröße (MNQ) und den erklärenden Variablen (Gebietskenngrößen) besteht als bei Verwendung einer großen Region.

Insgesamt handelt es sich bei dem Verfahren Multiple lineare Regression um ein vergleichsweise einfaches Verfahren, das auch für größere Untersuchungsgebiete geeignet ist. Dieses Verfahren stellt auch die am häufigsten eingesetzte Methode dar, die für die Regionalisierung von Niedrigwasser eingesetzt wurde. Anwendungen gab es z. B. in Baden-Württemberg (LfU 2004), Sachsen (GLOS & LAUTERBACH 1972; FISCHER 2008) und Schleswig-Holstein (WILLEMS & HIRSCHHÄUSER 2004).

2.3.5 Räumliche Interpolation (Kriging)

Das Verfahren der räumlichen Interpolation (auch Kriging genannt) beschreibt die Niedrigwasserkenngrößen an einem Ort ohne Abflussbeobachtungen mit Hilfe eines gewichteten Mittels der Messwerte in benachbarten Datenpunkten. Nahe gelegene Messungen erhalten ein höheres Gewicht als entfernte Messungen. Zur Anwendung des Verfahrens ist eine Variogrammanalyse erforderlich, bei der die Entfernungen zwischen allen Messungen und die Wertedifferenzen berechnet werden. Das Ergebnis ist ein empirisches Semivariogramm, mit dem die Gewichte der einzelnen Messpunkte zur Schätzung des unbekanntes Wertes ermittelt werden können.

Das Verfahren der räumlichen Interpolation erzielt gute Ergebnisse, wenn eine hohe Messpunktanzahl für das Untersuchungsgebiet vorliegt. Auch werden sehr gute Ergebnisse bei Interpolation zwischen Pegeln an einem Gewässer erhalten. Defizite sind dagegen bei der Extrapolation zunehmend kleiner werdender Einzugsgebiete zu beobachten, bei denen keine Messwerte mehr vorliegen. Auch bei Flüssen und Flussgebieten ohne Messwerte sind Defizite mit diesem Verfahren zu erwarten.

2.3.6 Zusammenfassung und Auswahl eines Vorzugsverfahrens

Aufgrund der Eignung für große Untersuchungsgebiete, vergleichsweise einfachen Anwendung und der Robustheit des Verfahrens wird die Multiple lineare Regression zur Regionalisierung des Niedrigwassers empfohlen. Zur Verbesserung der Ergebnisse wird weiterhin angeregt, die räumliche Interpolation der Residuen (Abweichung zwischen beobachteten und berechneten MNQ) mittels „Top-Kriging“ (räumliches Interpolationsverfahren unter Berücksichtigung der Topologie) vorzunehmen. Die Anwendung der multiplen linearen Regression für große Untersuchungsgebiete erfordert die Verwendung quasihomogener Regionen. Hierfür wird die „Residuenmuster-Methode“ empfohlen, die u. a. bereits in Österreich erfolgreich angewendet wurde (LAAHA & BLÖSCHL 2006).

2.4 Ausgewählte Methodik zur Regionalisierung

2.4.1 Multiple lineare Regression

Bei der multiplen linearen Regression werden Niedrigwasserdurchflüsse bzw. -durchflussspenden von Pegeln und Gebietskenngrößen der Pegelinzugsgebiete durch Regressionsmodelle miteinander verknüpft. Dabei wird davon ausgegangen, dass mit den aufgestellten Modellen auch für unbeobachtete Gewässerquerschnitte, deren Gebietskenngrößen bekannt sind, Niedrigwasserdurchflüsse oder -durchflussspenden bestimmt werden können.

Die multiple lineare Regression wurde in den letzten zwei Jahrzehnten mehrfach erfolgreich bei Hochwasserregionalisierungen angewendet, z. B. in FÜGNER et al. (1990); HAUPT (2000); DHI-WASY (2009), DHI-WASY (2010b) und DHI-WASY (2012). Aber auch bei der Regionalisierung von Niedrigwasserkenngrößen stellt die multiple lineare Regression die am häufigsten eingesetzte Methode dar (DWA 2009).

Für den Aufbau der linearen Regressionsmodelle sind für jede Region die folgenden Arbeitsschritte erforderlich:

- Test auf Normalverteilung der Eingangsdaten
- Untersuchung der Gebietskenngrößen auf Interkorrelation
- Schrittweise multiple lineare Regression für $MNq_{\text{jährlich}}$, MNq_{Som} und MNq_{Win}
- Auswahl geeigneter Regressionsmodelle für $MNq_{\text{jährlich}}$, MNq_{Som} und MNq_{Win}

Zur Durchführung der Regression wurde das lineare Mehrfachregressionsmodell in folgender Form verwendet:

$$Y = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + \dots + a_n * X_n \quad (1)$$

In dieser Gleichung ist a_0 die Regressionskonstante, a_1 bis a_n sind die (partiellen) Regressionskoeffizienten und X_1 bis X_n die Regressoren (Gebietskenngrößen). Die Durchflüsse oder Durchflussspenden als Zielgrößen der Regression sind die Regressanden Y .

Schrittweise Regression bedeutet, dass zunächst ein Regressionsmodell aufgestellt wird, das alle ermittelten n -Gebietskenngrößen als Regressoren enthält. Anschließend wird diejenige Gebietskenngröße vernachlässigt, die den geringsten Einfluss auf die Zielgröße hat und ein Regressionsmodell mit $n-1$ Regressoren aufgestellt. Diese Prozedur wird so oft wiederholt, bis ein Regressionsmodell mit nur einem Regressor bestehen bleibt.

Zur Beurteilung, welches der n -Regressionsmodelle das Beste ist, wurden verschiedene Gütekriterien berücksichtigt. Hierzu wurden das Bestimmtheitsmaß R^2 , das von AKAIKE (1974) vorgeschlagene Informationskriterium AIC und der mittlere relative Fehler mrF genutzt.

Die Entscheidung für eine Modellgruppe mit einer bestimmten Anzahl von Gebietskenngrößen läuft letztlich auf einen Kompromiss zwischen der Genauigkeit der Ergebnisse, die sich mit zunehmender Anzahl Regressoren sukzessive erhöht, und der Stabilität der Modelle, die umso eher gewährleistet ist, je weniger Regressoren in den Gleichungen berücksichtigt werden, hinaus.

2.4.2 Top-Kriging

Top-Kriging gehört zur Gruppe der geostatistischen Verfahren, die auf der Annahme beruhen, dass benachbarte Gebiete ein ähnliches Abflussverhalten zeigen (BLÖSCHL 2006), weil sich Klima und Gebietseigenschaften nur allmählich im Raum ändern. Geostatistische Verfahren werden zur räumlichen Interpolation vieler hydrologischer Größen wie Grundwasserstände, Niederschlag oder Bodenfeuchte verwendet und wurden auch in anderen Regionen schon erfolgreich zur Bestimmung von regionalen Hochwässern (z. B. MERZ & BLÖSCHL 2005) und Niedrigwässern angewandt (LAAHA 2008).

Im traditionellen „Ordinary-Kriging-Verfahren“ wird die zu schätzende Größe (hier Niedrigwasserkennwerte an Knoten ohne Pegel) als gewichtetes Mittel der gemessenen Größe (hier Niedrigwasserkennwerte an Pegeln) in der Nachbarschaft berechnet.

$$\hat{z}(\mathbf{x}_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(\mathbf{x}_i) \quad (2)$$

λ_i ist das Gewicht der Messung an der Position x_i und n die Anzahl der benachbarten Stationen, die zur Interpolation benutzt werden. Die Gewichte sind abhängig von der Distanz der Stationen zur Position x_0 und werden über das Semivariogramm bzw. die Kovarianz ermittelt.

2.4.3 Abflusslängsschnitte

Aufgrund fehlender Gebietskenngrößen für die Pegel an der Lausitzer Neiße, deren Einzugsgebiete größtenteils außerhalb von Deutschland liegen, konnten speziell für dieses Gewässer keine Abflusskenngrößen mittels des Vorzugsverfahrens (Kombination von multipler linearer Regression und Top-Kriging) ermittelt werden. Ersatzweise wurden deshalb speziell für die Lausitzer Neiße Abflusslängsschnitte aufgestellt.

Die Methodik wurde ebenfalls in der Hochwasserregionalisierung in Brandenburg (DHI-WASY 2009) und Sachsen (DHI-WASY 2010a) für die Lausitzer Neiße angewendet. Als Stützstellen für die Berechnung der Abflusslängsschnitte dienten die vorliegenden Beobachtungsdaten und Bemessungsdurchflüsse an den Pegeln des Gewässers.

Zwischen den Stützstellen wurden die Durchflüsse gewässerabschnittsweise durch Interpolation berechnet. Bei der Interpolation wurde die sukzessive Zunahme der Einzugsgebietsfläche zwischen den Pegeln berücksichtigt. Bei zunehmenden Durchflüssen zwischen den Stützstellen wurde eine exponentielle Interpolation verwendet (DWA 2012). Die entsprechende Gleichung hat folgende Form:

$$\left(\frac{MNQP_o}{MNQP_u} \right) = \left(\frac{A_E P_o}{A_E P_u} \right)^{y(Q)} \quad (3)$$

Mit

$MNQP_o$	MNQ am oberhalb liegenden Pegel
$MNQP_u$	MNQ am unterhalb liegenden Pegel
AEP_o	Einzugsgebietsfläche am oberhalb liegenden Pegel
AEP_u	Einzugsgebietsfläche am unterhalb liegenden Pegel
$y(Q)$	Exponent in Abhängigkeit des Durchflusses und der Einzugsgebietsgröße der oberhalb und unterhalb liegenden Pegel

2.5 Ergebnisse der Regionalisierung

2.5.1 Multiple lineare Regression

Zur Anwendung des im Kapitel 2.3 vorgeschlagenen Regionalisierungsverfahrens Multiple lineare Regression ist es notwendig, quasihomogene Regionen zu bilden, in denen jeweils ein ähnliches Niedrigwasserverhalten auftritt. Für die Regionenbildung wurde die so genannte Residuenmuster-Methode (DWA 2009) vorgeschlagen. Hierfür wird eine sich auf das gesamte Untersuchungsgebiet beziehende „globale“ Regressionsanalyse durchgeführt. Anschließend werden die Abweichungen (Residuen) der mit dem „globalen“ Regressionsmodell berechneten MNQ von den Ergebnissen der Pegelstatistik ermittelt. Die räumliche Verteilung der Residuen wird kartografisch dargestellt. Ziel ist es, ggf. vorhandene räumliche Muster zu erkennen, die die Bildung von räumlich zusammenhängenden quasihomogenen Regionen rechtfertigen würden. Bezüglich der methodischen Grundlagen der Residuenmuster-Methode sei auf Kapitel 2.4.1 (Multiple lineare Regression) verwiesen.

Im Ergebnis dieser Untersuchung war eine räumliche Clusterung zu erkennen. Im Einzugsgebiet der Weißen Elster sind vornehmlich Überschätzungen anzutreffen. Im Gegensatz dazu zeigen die Einzugsgebiete der Freiburger und der Zwickauer Mulde vornehmlich Unterschätzungen. Ebenfalls sind im Oberlauf der Spree, der Schwarzen Elster und in angrenzenden Einzugsgebieten der Elbezuflüsse Unterschätzungen der Ergebnisse des Regressionsmodells zur Pegelstatistik vorhanden. In den restlichen Gebieten sind dagegen wieder Überschätzungen anzutreffen.

Basierend auf diesen Aussagen wurde eine Unterteilung in zwei Regionen vorgenommen. Soweit es möglich war, wurden hier Flussgebiete und Flussabschnitte zusammengefasst. Im Ergebnis dieser Aufteilung (Abbildung 1) wurde das Untersuchungsgebiet in eine Nordregion und eine Südregion mit jeweils 66 Pegeln unterteilt.

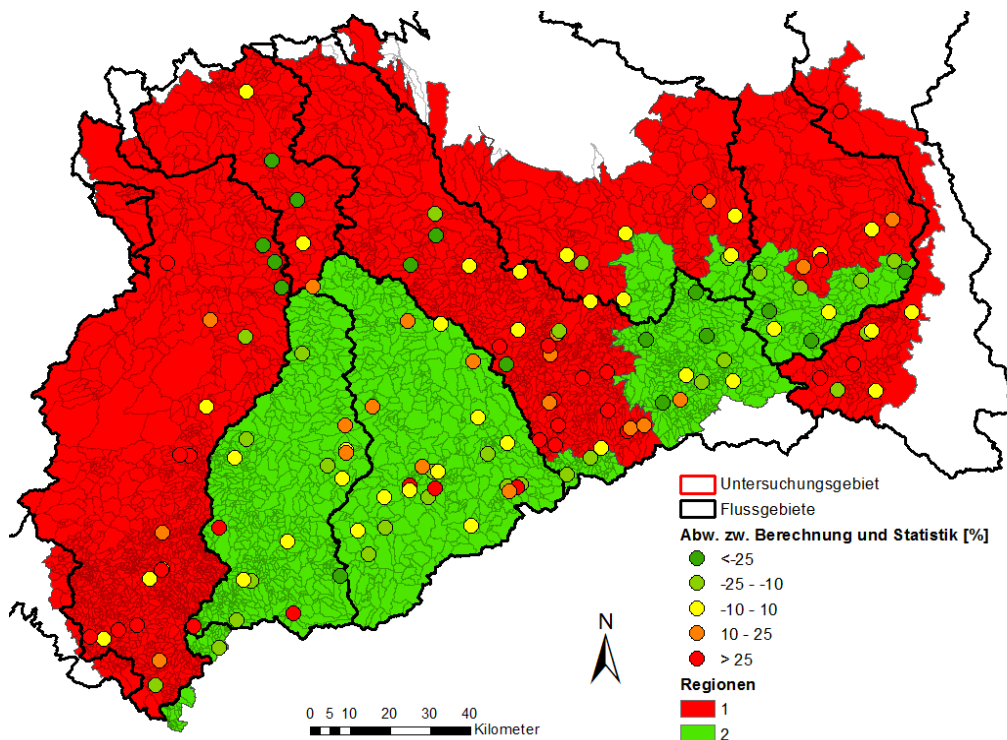


Abbildung 1: Teilung des Untersuchungsgebietes Freistaat Sachsen in zwei Regionen

Eine zweite Voraussetzung zur Anwendung der Multiplen linearen Regression ist die Ermittlung flächendeckender Gebietskenngrößen auf Basis der flächendeckenden Geodaten (Kapitel 2.2). Zunächst wurden die Gebietskenngrößen für alle Teileinzugsgebiete bestimmt. Mit Hilfe von Programmroutinen wurden über die Gebietskennzahl alle Teileinzugsgebiete erfasst, die zum Einzugsgebiet eines bestimmten Gewässerquerschnittes gehören. Anschließend wurden für diese Einzugsgebiete die Einzugsgebietsfläche, der Einzugsgebietsumfang und die interessierenden Gebietskenngrößen ermittelt. In der Regel wurden die Gebietskenngrößen für die zu den Teilgebieten gehörenden Einzugsgebiete durch eine flächengewichtete Mittelung der Gebietskenngrößen des betreffenden Teilgebietes und aller Oberliegerteilgebiete ermittelt. Die flächengewichtete Mittelung war für folgende Gebietskenngrößen anzuwenden: nutzbare Feldkapazität, Geländegefälle, Geländehöhe, mittlerer Jahresniederschlag, Speicherzufluss RG2 und Rückgangskonstante CG2.

Zur Ermittlung des Waldanteils und des bebauten Anteils der zu den Teilgebieten gehörenden Einzugsgebiete wurden die Waldflächen und bebauten Flächen des betreffenden Teilgebietes und aller Oberliegerteilgebiete aufsummiert und auf die Einzugsgebietsfläche bezogen. Als Formfaktor wurde das so genannte Kreisförmig-

keitsverhältnis genutzt. Es ist definiert als das Verhältnis der Einzugsgebietsfläche und der Fläche eines Kreises mit dem gleichen Umfang wie das Einzugsgebiet (DYCK & PESCHKE 1995):

$$R_K = 4\pi \cdot \frac{A_E}{U^2} \quad (4)$$

Die Gewässerdichte D [km⁻¹] beschreibt das Verhältnis der Gesamtlänge L [km] aller zum Einzugsgebiet gehörenden Fließgewässer zur Einzugsgebietsfläche A_E [km²]:

$$D = \frac{L}{A_E} \quad (5)$$

Auf Grundlage der Ergebnisse der Regionenbildung und der Gebietskenngrößen wurden für zwei Regionen die Regressionsgleichungen bestimmt. Infolgedessen werden die Tests auf Normalverteilung und Interkorrelation für jede Region getrennt durchgeführt und ausgewertet. Um einen strafferen Zusammenhang zwischen den Gebietskenngrößen und den Durchflüssen in den Regressionsmodellen zu erzielen, ist es unter Umständen notwendig, vereinzelte Pegel zu entfernen, die nicht dem allgemeinen Verhalten der Pegel der jeweiligen Region entsprechen. Hierfür wurden die Residuen der einzelnen Pegel angeschaut und Pegel identifiziert, die ein auffälliges Verhalten aufweisen. Als auffälliges Verhalten wurden beurteilt, wenn die mittels der Regression berechneten MNq der Pegel die Werte der Pegelstatistik deutlich über- bzw. unterschreiten. Eine Zusammenfassung der Pegel mit signifikanten Abweichungen ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Aufgrund der erheblichen Abweichungen der Pegel im Vergleich zum allgemeinen Verhalten der Pegel der jeweiligen Region wurden diese Pegel als „Ausreißerpegel“ identifiziert und aus der Datenbasis für die Regressionsanalyse entfernt.

Bezüglich der detaillierten Beschreibung zur Bestimmung der Regressionsgleichungen wird auf den Bericht DHI-WASY (2014) verwiesen.

Tabelle 1: Übersicht der Pegel mit signifikanten Abweichungen

Region	Gesamtjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr
1	Glasten/Gladebach	Glasten/Gladebach	Glasten/Gladebach
1	Großsteinberg/Gladebach	Großsteinberg/Gladebach	Großsteinberg/Gladebach
1	Langenreinsdorf/Koberbach		
1	Niederoderwitz/Landwasser	Niederoderwitz/Landwasser	
1	Ramoldsreuth/Feilebach	Ramoldsreuth/Feilebach	
1	Thallwitz/Lossa	Thallwitz/Lossa	
1	Untertriebelbach/Triebel	Untertriebelbach/Triebel	
1	Wernsbach HP/Wernsbach		
2	Johanngeorgenstadt 2/Breitenbach	Johanngeorgenstadt 2/Breitenbach	
2	Muldenberg 3/Zwickauer Mulde	Muldenberg 3/Zwickauer Mulde	
2	Neuwernsdorf/Wernsbach	Neuwernsdorf/Wernsbach	
2			Holtendorf/Weißer Schöps

Die im Ergebnis erstellten Regressionsmodelle der Region 1 und 2 für das Gesamtjahr, das Sommerhalbjahr und das Winterhalbjahr sind im Folgenden dargestellt.

Region 1:

$$MNq_{\text{jährlich}} = 3,8741 * \frac{\sqrt{RG2}}{10} + 1,4941 * \frac{\sqrt{nFK}}{10} + 0,5146 * \frac{\sqrt{CG2}}{10} - 4,7192$$

$$MNq_{\text{Som}} = 4,0870 * \frac{\sqrt{RG2}}{10} + 1,1600 * \frac{\sqrt{nFK}}{10} + 0,0240 * \sqrt{Waldanteil} - 3,4663$$

$$MNq_{\text{Win}} = 3,3139 * \frac{\sqrt{RG2}}{10} + 1,2613 * \frac{\sqrt{Niederschlag}}{10} - 0,5440 * \sqrt{Flussdichte} - 3,1373$$

Region 2:

$$MNq_{\text{jährlich}} = 2,2776 * \frac{RG2}{100} + 1,7128 * \frac{\ln(nFK)}{10} - 0,0659 * \frac{\sqrt{CG2}}{10} - 8,2436$$

$$MNq_{\text{Som}} = 2,3074 * \frac{RG2}{100} - 0,0761 * \frac{\ln(nFK)}{10} - 0,6987$$

$$MNq_{\text{Win}} = 2,1582 * \frac{RG2}{100} - 0,1200 * \sqrt{Niederschlag} + 0,5259 * \sqrt{Flussdichte} + 1,7054$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen wurden flächendeckend die Durchflussspenden für das Untersuchungsgebiet berechnet (Kapitel 2.6).

2.5.2 Top-Kriging

Datenbasis für die Anwendung des Top-Krigings bilden die Residuen der Pegeleinzugsgebiete. Die Residuen werden aus der Differenz zwischen den beobachteten und den berechneten MNq-Werten für das Gesamtjahr, das Sommerhalbjahr und das Winterhalbjahr gebildet.

Diese Differenzen (Residuen) wurden anschließend mittels des Top-Krigings auf das Untersuchungsgebiet übertragen. In Abbildung 2 sind beispielhaft für das Gesamtjahr die Residuen der Pegel und der Teilgebiete dargestellt. Anhand der Farbgebung erkennt man, dass die Residuen der Pegel topologisch korrekt auf die Einzugsgebiete übertragen wurden. Maßgeblich für die unbeobachteten Oberläufe der Gewässer sind die Residuen des nächstgelegenen Pegels am gleichen Gewässer.

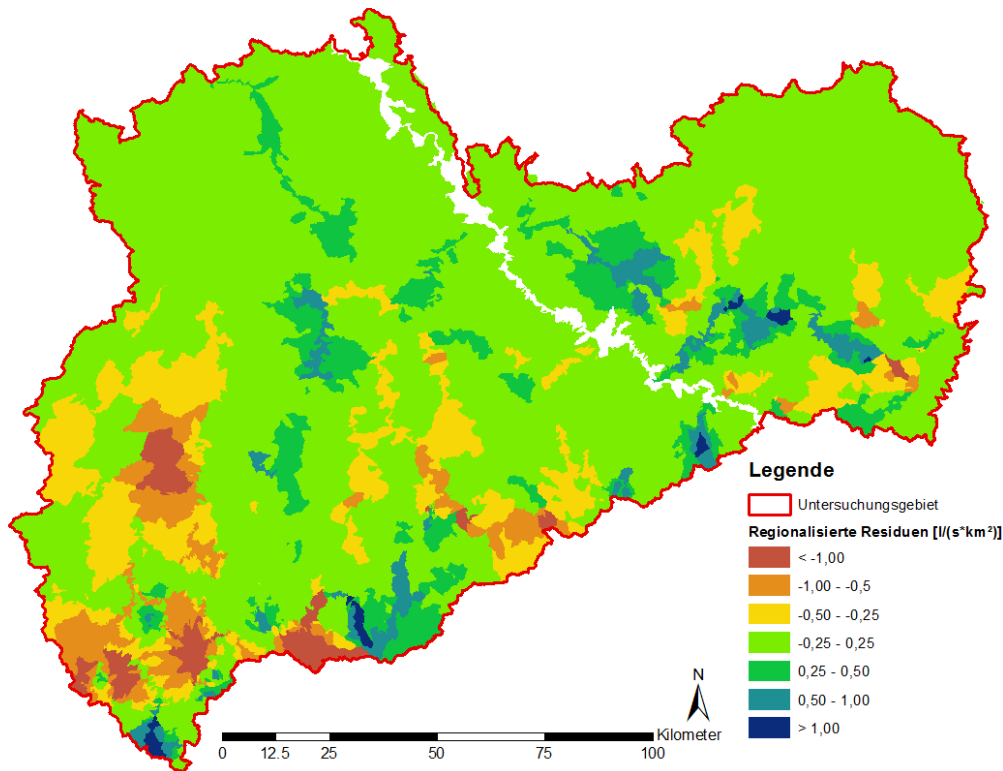


Abbildung 2: Residuen aller Teilgebiete des Untersuchungsgebietes für das Gesamtjahr

Mit den regionalisierten Residuen können nun die mittels der multiplen linearen Regression bestimmten MNQ beaufschlagt werden. Im Ergebnis bedeutet das, dass die Pegeleinzugsgebiete annähernd die beobachteten MNQ-Werte wiedergeben. Des Weiteren werden die Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten MNQ auf ähnliche Gebiete in der jeweiligen Nachbarschaft (ähnliche Größe und Entfernung vom beobachteten Pegeleinzugsgebiet) übertragen, sodass mögliche Über- bzw. Unterschätzungen von MNQ durch die Regressionsmodelle in den unbeobachteten Gebieten in gewissem Maße ausgeglichen werden können.

2.5.3 Abflusslängsschnitte

Für die Berechnung der Abflusslängsschnitte der Lausitzer Neiße wurden als Stützstellen die Pegel Hartau, Zittau 1, Görlitz und Klein Bademeusel verwendet. Diese Pegel besitzen Beobachtungsreihen von mindestens 55 Jahren, die bedeutende Niedrigwasserperioden z. B. von 1963, 1970 und 1976 einschließen. Die Verwendung des Pegels Podrosche 2, zwischen Görlitz und Klein Bademeusel gelegen, wurde verworfen, weil dieser nur eine Beobachtungsreihe von 28 Jahren besitzt. In dieser Reihe sind die genannten Ereignisse von 1963, 1970 und 1976 nicht enthalten, was zwangsläufig zu einer Überschätzung der Durchflusskenngößen führen würde.

Die berechneten Abflusslängsschnitte sind für MNQ , MNQ_{Som} und MNQ_{Win} in der Abbildung 3 und die entsprechenden Abflusspendenlängsschnitte in Abbildung 4 dargestellt.

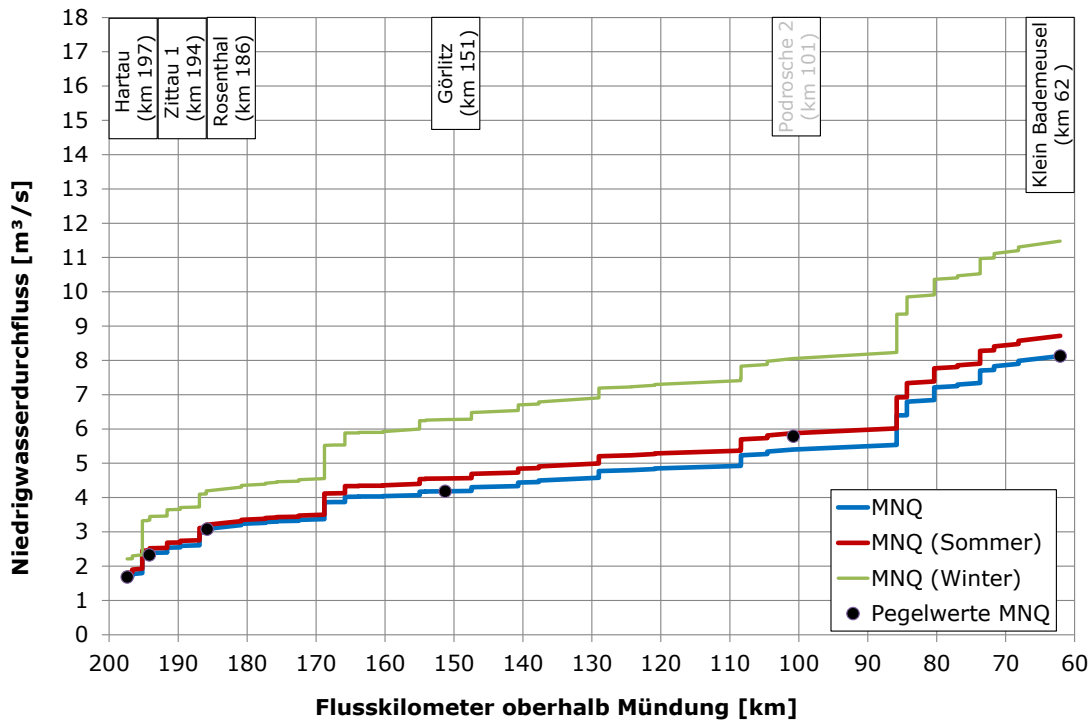


Abbildung 3: Abflusslängsschnitte der Lausitzer Neiße für MNQ, MNQ_{Som} und MNQ_{Win}

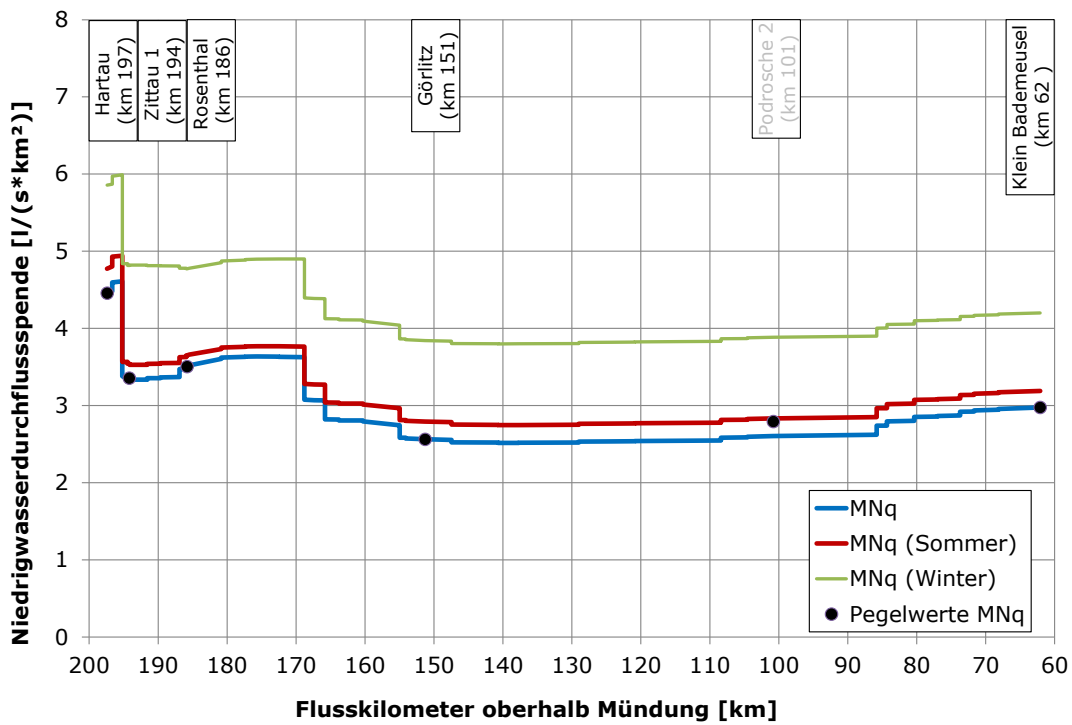


Abbildung 4: Abflusspendenlängsschnitte der Lausitzer Neiße für MNQ, MNQ_{Som} und MNQ_{Win}

2.6 Berechnung und Plausibilitätsprüfung von regionalisierten Niedrigwasserkennwerten

Die Berechnung der Niedrigwasserdurchflussspenden und -durchflüsse für die Zufluss- und Ausflussquerschnitte der Teileinzugsgebiete auf Basis der multiplen linearen Regression (Kapitel 2.5.1) erfolgte in MS Excel. Anschließend wurden die Berechnungsergebnisse in ArcGIS mit den Geometrien der Teileinzugsgebiete verbunden. Ergebnis war ein Teileinzugsgebiets-Shape mit den Niedrigwasserdurchflussspenden und -durchflüssen für die Zufluss- und die Ausflussquerschnitte. Den Quellgebieten, die keinen Zuflussquerschnitt haben, wurde in den entsprechenden Attributfeldern der Wert -9999 zugeordnet. Insgesamt wurden für 3.349 Zu- und 6.240 Ausflussquerschnitte die Niedrigwasserdurchflüsse berechnet.

In Abbildung 5 sind beispielhaft die Ergebnisse für die Ausflussquerschnitte der Teileinzugsgebiete für das Gesamtjahr dargestellt.

Sowohl im Gesamtjahr als auch im Sommer- und Winterhalbjahr ist grundsätzlich ein plausibles Verhalten mit höheren Durchflussspenden im Süden und kleineren Spenden im Norden sowie einzelne, in Nord-Süd-Richtung verlaufende Muster entlang einzelner Flüsse zu beobachten.

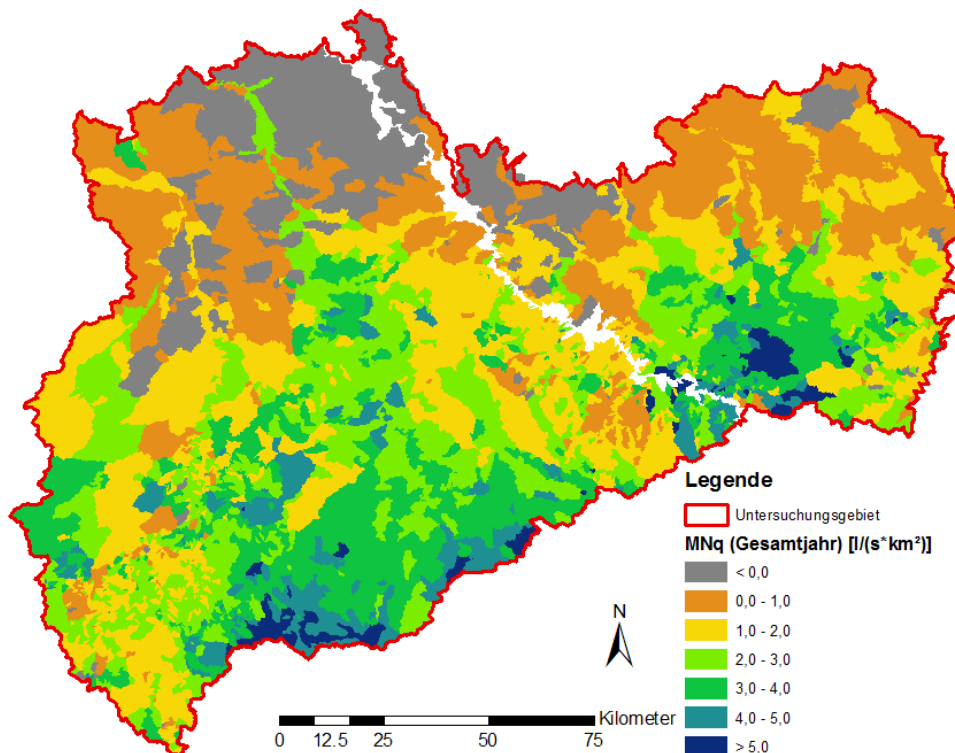


Abbildung 5: Flächendeckende Durchflussspenden der Ausflussquerschnitte für das Gesamtjahr

Die berechneten Niedrigwasserdurchflüsse und -durchflussspenden wurden anschließend auf ihre Plausibilität hin überprüft, wobei drei verschiedene Kriterien berücksichtigt wurden:

- Korrektur unplausibel geringer Durchflussspenden
- Korrektur lokaler Inkonsistenzen
- Korrektur der Durchflüsse im Flusslängsschnitt

Die Korrektur unplausibel geringer Durchflussspenden war notwendig, weil in einigen Gebieten der Region 1 auch negative Durchflussspenden berechnet wurden. Als geringste plausible Durchflussspende wurden $0,3 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$ bestimmt. Dies entspricht etwa den Werten, die die Pegel mit den geringsten Durchflussspenden aufwiesen.

Nach der Korrektur der unplausibel geringen Durchflussspenden wurden die Residuen aus Top-Kriging berücksichtigt, indem diese auf die Durchflussspenden aufaddiert wurden. Bei positiven Residuen wurde damit die Durchflussspende erhöht und bei negativen Residuen entsprechend verringert. Weil es nun in vereinzelt Fällen erneut zu unplausibel geringen Durchflüssen kommen kann, wurden diese Fälle erneut korrigiert. Im Ergebnis entsprechen nun die Durchflussspenden der Pegelinzugsgebiete annähernd denen der beobachteten MNQ Werte.

Im dritten Schritt wurden die lokalen Inkonsistenzen beseitigt. Lokale Inkonsistenz bedeutet, dass der Durchflusswert für das Sommerhalbjahr kleiner ist als für das Gesamtjahr bzw. der Durchfluss für das Winterhalbjahr unter dem des Sommerhalbjahres liegt. Dieses Verhalten ist nicht plausibel und wurde korrigiert. Dabei wurden der Durchfluss des Sommerhalbjahres auf den Wert des Gesamtjahres und der Durchfluss des Winterhalbjahres auf den Wert des Sommerhalbjahrs angehoben.

Zum Abschluss wurde die Plausibilität im Flusslängsschnitt untersucht. Als plausibel wurde angenommen, dass der Durchfluss im Flusslängsschnitt zunimmt oder mindestens gleichbleibt. Unplausibilitäten wurden beseitigt, indem die Durchflüsse auf den geringsten plausiblen Wert angehoben wurden.

Die berechneten und plausibilisierten Durchflüsse (MNQ) bzw. Durchflussspenden (MNq) für das Gesamtjahr, das Sommerhalbjahr und das Winterhalbjahr wurden anschließend mit den Durchflüssen bzw. Durchflussspenden der Lausitzer Neiße zusammengeführt. Die Durchflussspenden für das Gesamtjahr, das Sommerhalbjahr und das Winterhalbjahr der Zuflussquerschnitte sind in Abbildung 6 und die Durchflussspenden der Ausflussquerschnitte in Abbildung 7 dargestellt.

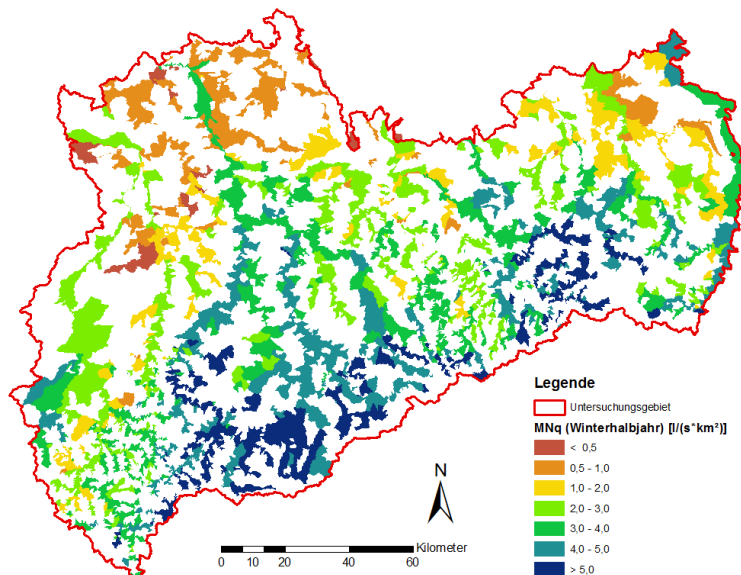
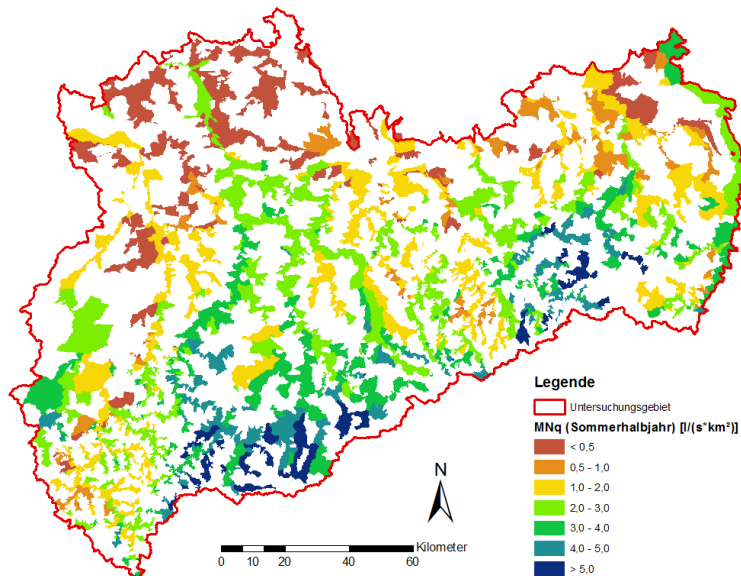
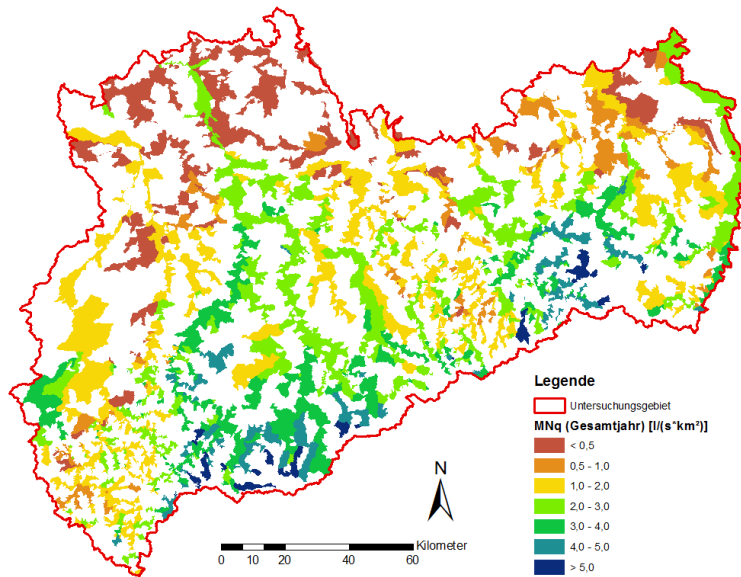


Abbildung 6: Vollständig plausibilisierte Durchflussspenden MNq der Teileinzugsgebiete der Zuflussknoten für das Gesamtjahr (oben), das Sommerhalbjahr (Mitte) und das Winterhalbjahr (unten)

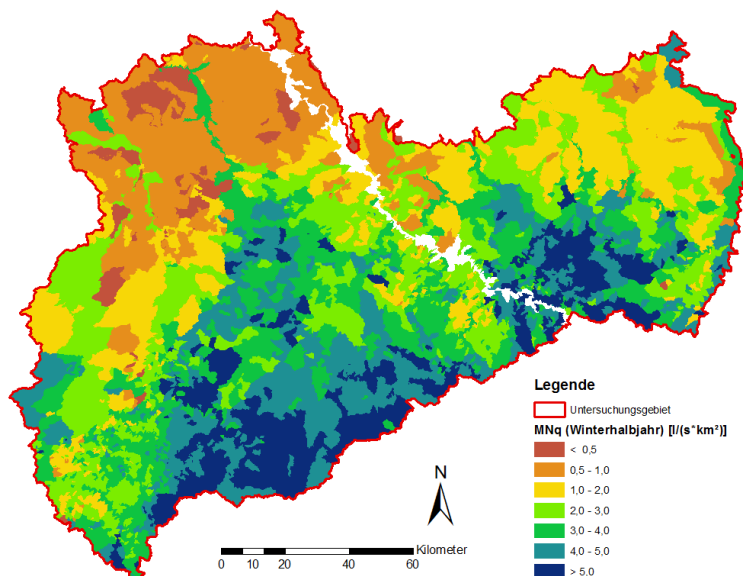
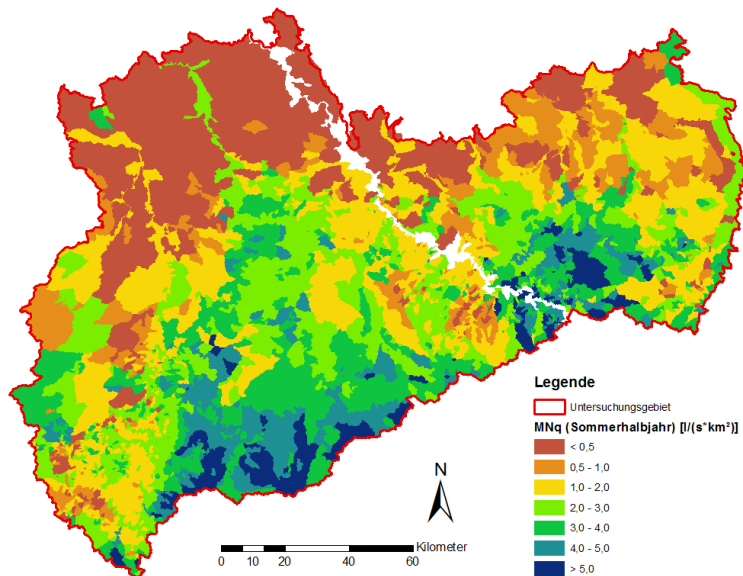
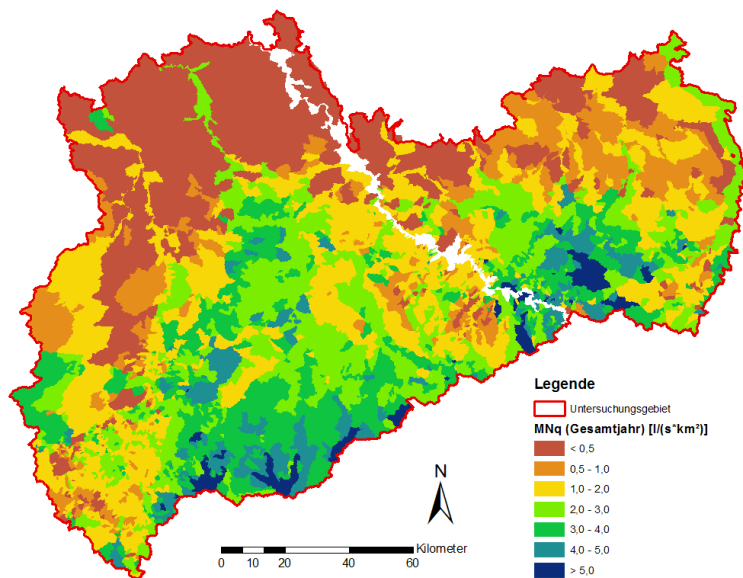


Abbildung 7: Vollständig plausibilisierte Durchflussspenden MNq der Teileinzugsgebiete der Ausflussknoten für das Gesamtjahr (oben), das Sommerhalbjahr (Mitte) und das Winterhalbjahr (unten)

3 Sachsenweite Regionalisierung von Mittelwasserdurchflüssen

3.1 Durchflussdaten zur Bestimmung von Mittelwasserdurchflüssen

Zur Beurteilung der Güte für die flächendeckende Berechnung von Mittelwasserdurchflüssen in Sachsen standen beobachtete Durchflussdaten von 114 Pegeln zur Verfügung, die bereits für eine DIFGA-Analyse verwendet wurden (SCHWARZE et al. 2012). Diese Beobachtungsdaten wurden auf Verwendbarkeit überprüft. Gegebenenfalls wurden die Datenreihen ergänzt und weitere Pegel herangezogen, die geeignet erschienen, berücksichtigt zu werden.

3.1.1 Nichtberücksichtigung von Pegeln

Tabelle 2 enthält alle Pegel, die von den 114 zur Verfügung stehenden Pegeln nicht verwendet werden konnten, mit der jeweiligen Begründung.

Tabelle 2: Pegel aus der DIFGA-Analyse, die nicht zur Regionalisierung des Mittelwasserdurchflusses verwendet wurden

Pegel / Gewässer	Begründung für die Nichtberücksichtigung
Burkersdorf 2 / Gimmlitz	instabile W-Q-Beziehung und Umflut
Ebersbach / Spree	nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen und schießendem Abfluss im HW-Bereich
Freital 1 / Poisenbach	nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen und instabiler W-Q-Beziehung
Großbardau / Schnellbach	liegt nur ungeprüft vor
Johanngeorgenstadt 2 / Breitenbach	beeinflusst durch Überleitung aus dem Schwarzwasser über den Plattner Kunstgraben
Klotzsche / Prießnitz	nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen
Königshain / Königshainer Wasser	nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen
Krauschwitz / Legnitzka	nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen
Lauenstein 1 / Weiße Müglitz	aufgrund der TS-Beeinflussung nicht mit Lauenstein UP verlängerbar
Nemt 1 / Mühlbach	beeinflusst durch Fischteichbewirtschaftung und Rückstau durch Muldehochwasser
Rennersdorf 1 / Petersbach	nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen
Rennersdorf 3 / Pließnitz	über die Mehrzahl der Beobachtungsjahre nur Lattenpegel mit Terminbeobachtungen
Thallwitz / Lossa	Standort liegt in den Muldeschottern und bei Muldehochwasser im Rückstau

3.1.2 Verlängerung der Pegel-Beobachtungsreihen

Die vorhandenen Pegelreihen der für die weitere Bearbeitung betrachteten 101 Pegel aus der DIFGA-Analyse besaßen Beobachtungswerte längstens bis zum Jahr 2005. Zur Erweiterung der Datenbasis wurden anhand von zusätzlich übergebenen Monats-MQ-Werten die Beobachtungsreihen von 86 Pegeln bis 2014, von einem Pegel bis 2011 von 3 Pegeln bis 2010 verlängert. Bei den anderen Pegeln wurde keine Verlängerung der Beobachtungsreihen vorgenommen.

3.1.3 Verwendung weiterer Pegel

Nach der Verlängerung der Beobachtungsreihen wurde überprüft, welche Pegel zusätzlich herangezogen werden konnten. Hierfür kamen Pegel mit Einzugsgebieten größer 400 km² in Frage, weil diese Pegel in der DIFGA-Analyse nicht verwendet wurden. Darüber hinaus wurden in den DIFGA-Analysen Pegel der Lausitzer Neiße nicht berücksichtigt. Diese Pegel wurden in die Untersuchung zusätzlich mit einbezogen, um für die Lausitzer Neiße Flusslängsschnitte erstellen zu können. Weiterhin wurden Pegel herangezogen, die aufgrund der vorgenommenen Zeitreihenverlängerung bis 2014 nun die Mindestreihenlänge von 10 Beobachtungsjahren erfüllen. Darüber hinaus wurden weitere Pegel ergänzt, deren Nichtberücksichtigung in der DIFGA-Analyse nicht durch die oben beschriebenen Fälle abgedeckt war. Im Weiteren wurden im Einzugsgebiet der Weißen Elster Daten einbezogen, die aus dem Projekt MORO (Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen 2012) stammen. Hierbei handelt es sich um Gewässerquerschnitte, für die Mittelwasserdurchflüsse bestimmt wurden. Insgesamt gingen 151 Pegel in die weitere Untersuchung ein.

3.1.4 Datenkorrekturen und Lückenfüllung in den Beobachtungsreihen der Pegel

Die Beobachtungsreihen der Pegel wurden überprüft. Im Bedarfsfall erfolgten Datenergänzungen und kleinere Korrekturen. Im Folgenden sind die Pegel aufgeführt, bei denen Datenkorrekturen bzw. Datenergänzungen vorgenommen wurden.

- In der Beobachtungsreihe des Pegels **Podrosche 2** wurden unplausible Werte von 1993 bis 1994 mit Hilfe der Pegelbeobachtungen des Pegels Görlitz korrigiert. Fehlende Werte für das Jahr 1996 wurden ebenfalls mit Hilfe von Werten des Pegels Görlitz ergänzt.
- Das Fehljahr 1996 des Pegels **Ramoldsreuth** wurde mit Hilfe der Beobachtungswerte des Pegels Bobenneukirchen (Pegel des ähnlich großen Nachbareinzugsgebietes) ergänzt.
- Die Fehljahre 1995 und 1997 des Pegels **Schönlind 2** wurde mit Hilfe der Beobachtungswerte des Pegels Adorf ergänzt.
- Die Fehljahre 1998 bis 2002 des Pegels **Wolkenburg** wurde mit Hilfe der Beobachtungswerte des Pegels Wechselburg 1 ergänzt.

3.1.5 Überprüfung auf Beeinflussungen der Pegel auf Basis des Pegelhandbuches

Für die Bestimmung des Mittelwasserdurchflusses war es notwendig, (weitgehend) unbeeinflusste Pegelwerte zu verwenden. Um die Pegel auf Beeinflussungen hin zu überprüfen, wurden Informationen aus dem Pegelhandbuch (LfULG 2014) herangezogen. Im Ergebnis konnten bei 14 Pegeln Beeinflussungen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Von diesen 14 Pegeln wurden folgende vier Pegel aus dem Datenkollektiv entfernt:

- Pegel Lomske (Milkel)/Lomschanke
- Pegel Pegel Cranzahl/Lampertsbach
- Pegel Garsebach/Triebisch
- Pegel Munzig/Triebisch

Bei drei weiteren Pegeln wurden die beeinflussten Bereiche aus den Beobachtungsreihen entfernt und die Pegel mit verkürzten Beobachtungsreihen im Datenkollektiv behalten.

3.1.6 Zusammenfassung

Für die Ermittlung der gewässerabschnittsbezogenen mittleren langjährigen Durchflüsse MQ stehen damit 147 Basispegel zur Verfügung.

3.2 Methodik

Für die Ermittlung der gewässerabschnittsbezogenen mittleren langjährigen Durchflüsse MQ wird der mittlere jährliche Gesamtabfluss R aus dem KliWES-Forschungsprojekt auf die zugehörigen Gewässereinzugsgebietsflächen bezogen. Dies setzt voraus, dass der mittlere jährliche Gesamtabfluss R flächendeckend für das Gebiet Sachsen und über die sächsische Landesgrenze hinausragenden Gewässereinzugsgebietsflächen vorliegt bzw. aus bereits vorliegenden Daten abgeleitet werden kann.

Die berechneten mittleren Durchflüsse MQ werden validiert, indem sie mit statistisch hinterlegten MQ aus Beobachtungsreihen gewässerkundlicher Durchflusspegel verglichen werden. Als Pegelbasis werden dafür die im Kapitel 3.1 zusammengestellten 147 Pegel genutzt.

Aufgrund der Abweichungen zwischen den flächendeckend berechneten Mittelwasserdurchflussspenden und den Pegelbeobachtungen wird die Anwendung des Top-Krigings empfohlen. Diese Abweichungen (Residuen) werden mittels Top-Kriging auf das Untersuchungsgebiet übertragen. Anschließend werden die Mittelwasserdurchflussspenden mit den Residuen beaufschlagt. Im Ergebnis bedeutet das, dass die Pegeleinzugsgebiete annähernd die beobachteten Mittelwasserdurchflussspenden wiedergeben. Des Weiteren werden die Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Mittelwasserdurchflussspenden auf ähnliche Gebiete in der jeweiligen Nachbarschaft (Gebiete mit ähnlicher Größe und Entfernung vom beobachteten Pegeleinzugsgebiet) übertragen, sodass mögliche Über- bzw. Unterschätzungen der Mittelwasserdurchflussspenden in den unbeobachteten Gebieten in gewissem Maße ausgeglichen werden können. Abschließend werden die Mittelwasserdurchflüsse auf Plausibilität im Längsschnitt und auf lokale Konsistenz zu den Niedrigwasserdurchflüssen überprüft.

3.3 Berechnung und Plausibilitätsprüfung

Die Ermittlung der mittleren jährlichen Gesamtabflüsse R erfolgte mit verfügbaren Daten aus unterschiedlichen Bearbeitungen im Zuge des KliWES-Forschungsprojektes. In erster Linie und vorrangig wurden die Ergebnisse der KliWES Säule B verwendet, denen ArcEGMO-Modellierungen zu Grunde liegen. Weil diese Daten aber nicht für das gesamte Untersuchungsgebiet vorlagen, wurden ergänzend auch Daten aus KliWES Säule A, die Modellierungsergebnisse aus DIFGA, verwendet. Die Ergebnisdaten aus KliWES Säule B und KliWES Säule A können über das Wasserhaushaltsportal Sachsen abgerufen werden. Im Ergebnis blieben noch immer Bereiche, in denen keine Abflusswerte vorlagen. Auf diese Gebiete wurden die Abflüsse der Nachbareinzugsgebiete mittels Interpolation und Extrapolation übertragen. Abbildung 8 stellt die Abflüsse R [mm/a] im Untersuchungsgebiet als das Ergebnis der Zusammenführung dar.

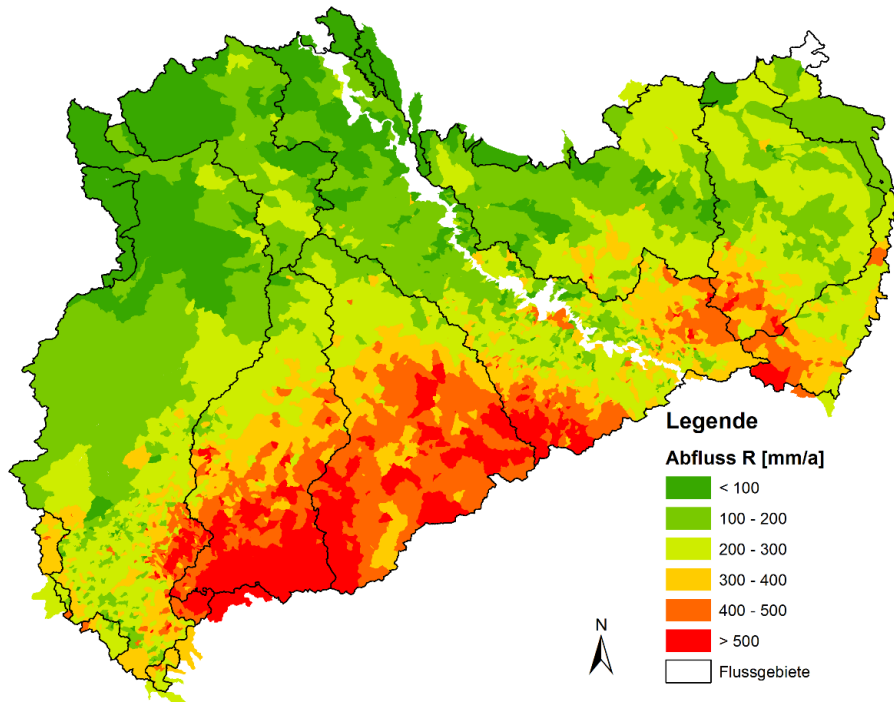


Abbildung 8: Abflüsse R als Grundlage für die Bestimmung des Mittelwasserabflusses

Mit Hilfe der aktuellen Einzugsgebietsgliederung von Sachsen wurden die Abflüsse R teileinzugsgebietsweise verschnitten und auf die Einzugsgebiete der Zu- und Ausflussquerschnitte zusammengefasst. Durch Multiplikation der Abflüsse [mm/a] mit der Einzugsgebietsgröße [km²] konnten anschließend die Abflüsse [m³/s] und Abflussspenden [l/(s*km²)] der Zu- und Ausflussquerschnitte berechnet werden. In einem Vergleich der Durchflüsse an den Pegeln wurden die Residuen zwischen den beobachteten Durchflussspenden aus der Pegelstatistik und den berechneten Abflussspenden ermittelt und mit Top Kriging auf das gesamte Untersuchungsgebiet übertragen. Im Ergebnis bedeutet das, dass die berechneten Mq-Werte an den Pegeln annähernd die beobachteten Mq-Werte wiedergeben. Außerdem wurden damit die Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Mq auf ähnliche Gebiete in der jeweiligen Nachbarschaft (ähnliche Größe und Entfernung vom beobachteten Pegeleinzugsgebiet) übertragen, sodass mögliche Über- bzw. Unterschätzungen von den berechneten Mq-Werten in den unbeobachteten Gebieten in gewissem Maße ausgeglichen werden konnten.

Die berechneten Mittelwasserdurchflüsse und -durchflussspenden wurden anschließend auf ihre Plausibilität hin überprüft, wobei folgende Kriterien berücksichtigt wurden:

- Korrektur unplausibel geringer Durchflussspenden
- Korrektur der Durchflüsse im Flusslängsschnitt
- Korrektur lokaler Inkonsistenzen

An ca. 3 % der Zu- und Ausflussquerschnitte wurden unplausibel niedrige Durchflussspenden kleiner 2,0 l/(s*km²) berechnet. Dieser Wert wurde als unplausibel definiert, weil er ca. 25 % unter der Abflussspende liegt, den der Pegel mit der geringsten Durchflussspende besitzt. Diese Durchflussspenden wurden dementsprechend auf den plausiblen Wert von 2,0 l/(s*km²) angehoben.

Im nächsten Schritt wurde der Mittelwasserdurchfluss für alle Zu- und Ausflussprofile auf Plausibilität im Flusslängsschnitt überprüft. Als plausibel gilt, dass der Durchfluss im Flusslängsschnitt zunimmt oder mindestens

gleich bleibt. Unplausibilitäten wurden beseitigt, indem die Durchflüsse auf den geringsten plausiblen Wert angehoben wurden.

Ein weiteres Kriterium für plausible Durchflüsse stellt die lokale Konsistenz der Mittelwasserabflüsse zum Niedrigwasserabfluss für das Winterhalbjahr dar. Im Kapitel 2.6 wurde bereits die lokale Konsistenz der Niedrigwasserdurchflüsse mit $MNQ \leq MNQ_{Som} \leq MNQ_{Win}$ geprüft. Somit muss für den Mittelwasserdurchfluss gewährleistet sein, dass dieser höher als der Niedrigwasserdurchfluss für das Winterhalbjahr ist.

Um zu verhindern, dass der Mittelwasserdurchfluss gleich dem Niedrigwasserdurchfluss für das Winterhalbjahr ist, wurde festgelegt, dass der Mittelwasserdurchfluss mindestens 20 % über dem Niedrigwasserdurchfluss für das Winterhalbjahr liegen muss. Inkonsistente Durchflüsse wurden entsprechend auf den Wert des Niedrigwasserdurchflusses für das Winterhalbjahr plus eines Aufschlages von 20 % angehoben.

Weil es nun in vereinzelt Fällen erneut zu unplausiblen Durchflüssen im Längsschnitt kommen kann, wurde die Plausibilisierung im Flusslängsschnitt ein weiteres Mal durchgeführt.

3.4 Abflusslängsschnitte

Die Berechnung der Abflusslängsschnitte der Lausitzer Neiße für MQ erfolgte analog der Berechnung der Abflusslängsschnitte für MNQ , MNQ_{Som} und MNQ_{Win} in Kapitel 2.5.3, indem die Pegel Hartau, Zittau 1, Rosenthal, Görlitz und Klein Bademeusel als Stützstellen dienten. Der berechnete Abflusslängsschnitt für den Mittelwasserdurchfluss ist in Abbildung 9 und der entsprechende Abflusspendenlängsschnitt in Abbildung 10 dargestellt.

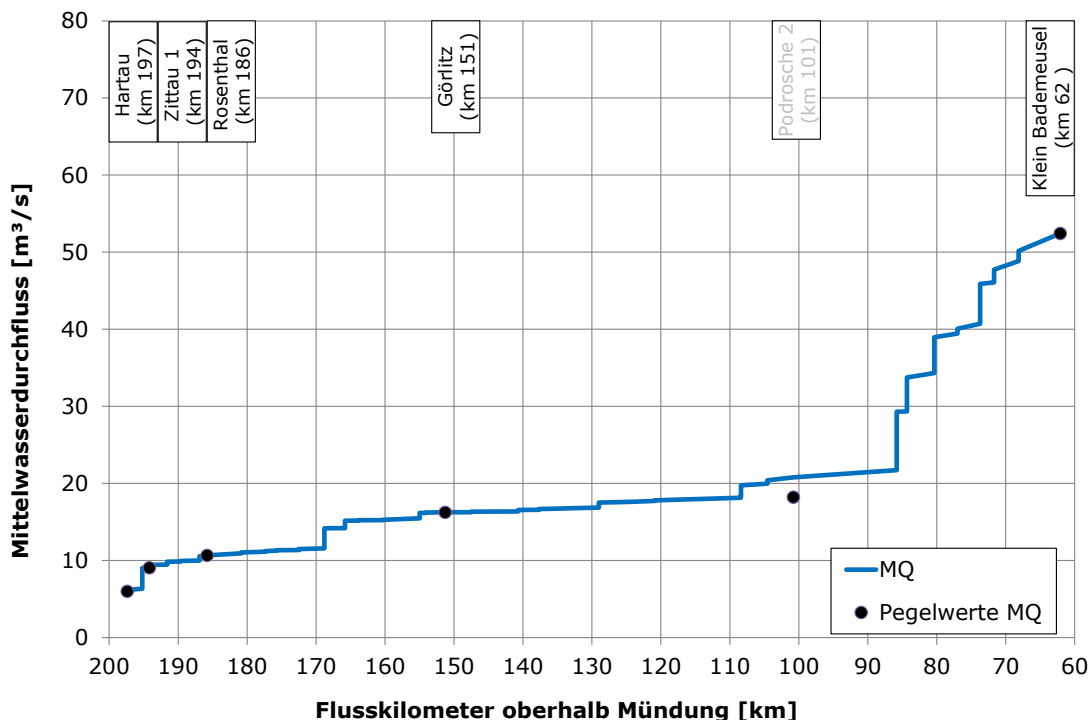


Abbildung 9: Abflusslängsschnitt der Lausitzer Neiße für MQ

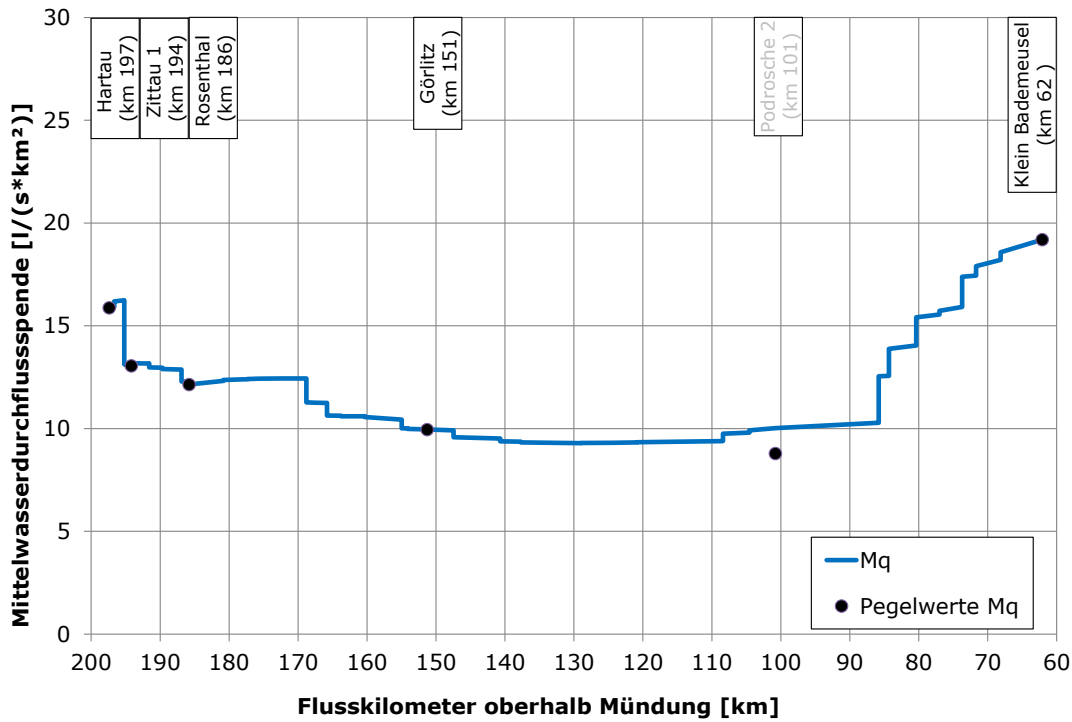


Abbildung 10: Abflussspendenlängsschnitt der Lausitzer Neiße für Mq

3.5 Ergebnisse der Regionalisierung von Mittelwasserdurchflüssen

Die berechneten, plausibilisierten und korrigierten Mittelwasserdurchflussspenden (Mq) einschließlich der aus den Längsschnitten ermittelten Durchflussspenden der Lausitzer Neiße sind in Abbildung 11 für die Zufluss- und Ausflussquerschnitte dargestellt.

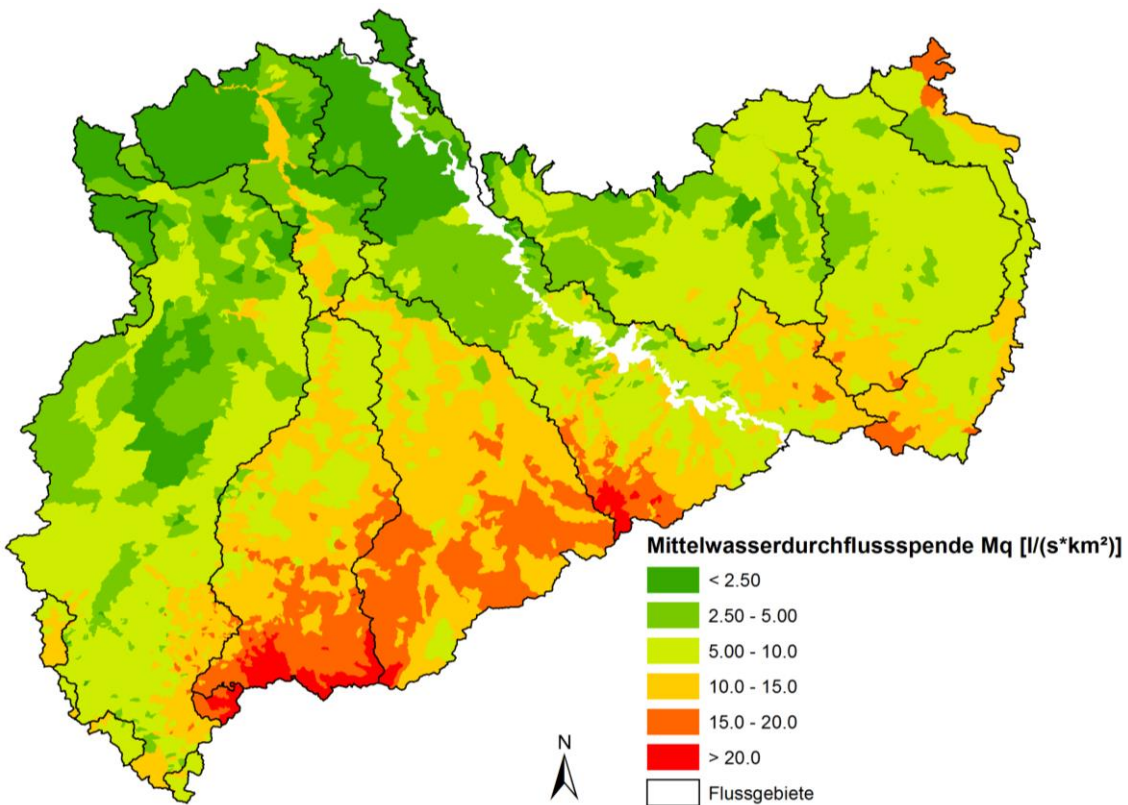
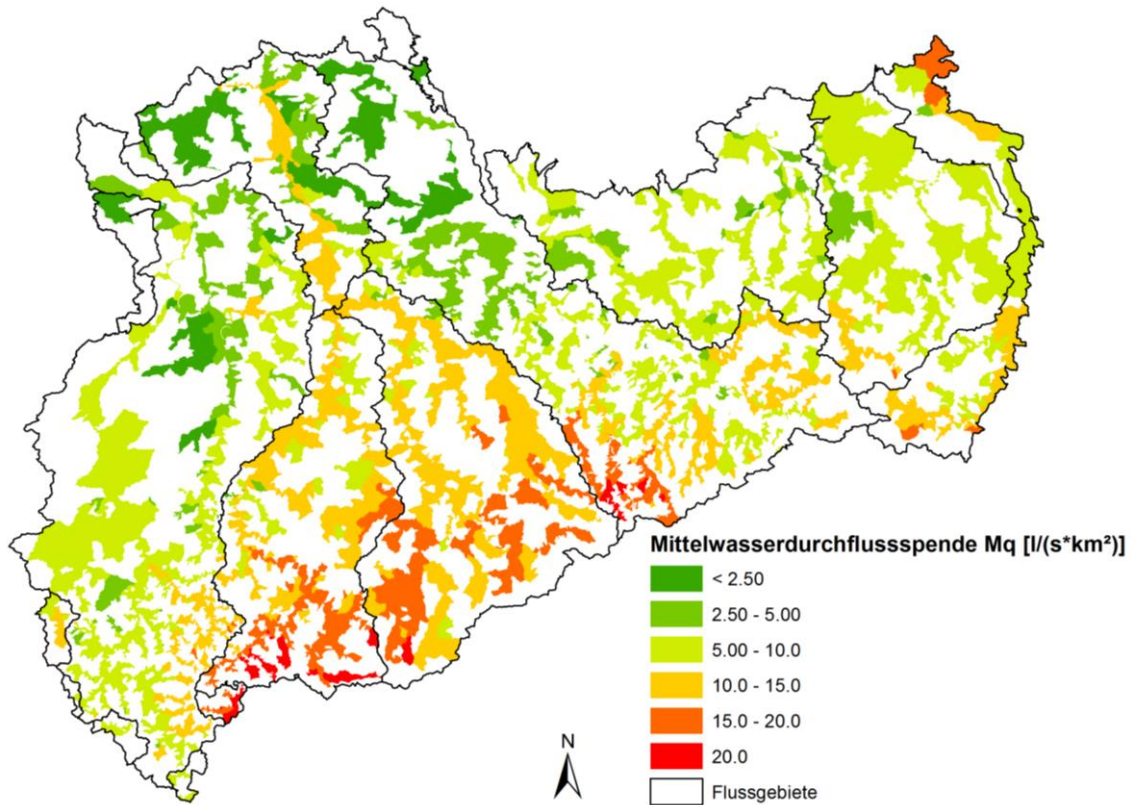


Abbildung 11: Vollständig plausibilisierte Mittelwasserdurchflussspenden M_q der Teileinzugsgebiete der Ausflussknoten für die Zuflussquerschnitte (oben) und die Ausflussquerschnitte (unten)

4 Verwendung von Niedrig- und Mittelwasser kennwerten in der wasserwirtschaftlichen Praxis

Die nach der in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Regionalisierungsmethodik flächendeckend ermittelten regionalen Niedrig- und Mittelwasser kennwerte für sächsische Fließgewässerabschnitte sollen u. a. eine wichtige unterstützende fachliche Grundlage für Genehmigungsverfahren im wasserrechtlichen Vollzug bilden. Grundanliegen des Projektes in diesem Zusammenhang ist es, den Aufwand für die zuständigen Wasserbehörden bei der fachlichen Ermittlung für die erforderlichen Niedrig- und Mittelwasser kennwerte deutlich zu verringern sowie die Weiterverwendung der Daten zu standardisieren.

Zu diesem Zweck wurde veranlasst, die wichtigsten hydrologischen Niedrig- und Mittelwasser kennwerte (konkret MNQ_{Win} , MNQ_{Som} , $MNQ_{jährlich}$ und MQ) in Verbindung mit Informationen über die Durchgängigkeit in den sächsischen Fließgewässern als fachliche Eingangsdatenbasis zur Weiterverwendung u. a. im wasserrechtlichen Vollzug zentral über eine entsprechende Webanwendung im Rahmen des „Wasserhaushaltsportals Sachsen“ für alle interessierten Nutzergruppen allgemeinverfügbar bereitzustellen.

In Kapitel 4.1 wird erläutert, wie die so genannte Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ aufgebaut ist und wie die für den wasserrechtlichen Vollzug erforderlichen Fachdaten regionaler gewässerabschnittsbezogener Niedrig- und Mittelwasserdurchflusskennwerte für das Gebiet des Freistaates Sachsen abgerufen werden können. Abrufbare regionale gewässerabschnittsbezogene Niedrig- und Mittelwasserdurchflusskennwerte liegen für alle Gewässerabschnitte vor, deren Einzugsgebiete im Zuge der Regionalisierung berücksichtigt wurden. Das betrifft alle Gewässerteileinzugsgebiete des Digitalen Flächenverzeichnisses Sachsen mit Stand vom August 2015 (Kapitel 2.2), zunächst noch mit Ausnahme des großen Fließgewässers Elbe.

Um Informationen zur Durchgängigkeit der Gewässer in die Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ einzubinden, wurde eine „Recherche-Schnittstelle“ zur sächsischen Querbauwerksdatenbank implementiert.

Die im Rahmen der Projektarbeiten modellgestützt ermittelten Niedrigwasser kennwerte und mittleren Durchflüsse stellen den im Wesentlichen einen anthropogen weitgehend unbeeinflussten Zustand in den jeweiligen Fließgewässern dar. Vor einer sachgerechten Weiterverwendung dieser Daten bzw. Kennwerte aus der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ in der wasserwirtschaftlichen Praxis bzw. im wasserrechtlichen Vollzug ist es oftmals noch erforderlich, diese unter Berücksichtigung weiterer regionaler oder lokaler Einflussgrößen auf das Abflussgeschehen in den jeweiligen Gewässerabschnitten näher zu prüfen und erforderlichenfalls den örtlichen Gegebenheiten noch entsprechend anzupassen. Entsprechende Kriterien und Erläuterungen hierzu beinhaltet Kapitel 4.2. Zu beachten sind hierbei insbesondere die spezifischen lokalen Rahmenbedingungen des betrachtungsrelevanten Gewässerabschnittes, vorrangig hinsichtlich evtl. bereits bestehender Gewässerbenutzungen bzw. in Bezug auf anderweitige erhebliche Beeinträchtigungen des natürlichen Abflussregimes. In der „Webanwendung MNQ, MQ und Querbauwerke“ wurden z. B. die durch Stauanlagen, Umfluter, Hochflutbetten oder durch Rückstau beeinflussten Fließgewässerabschnitte entsprechend dem vorliegenden Kenntnisstand bereits weitestgehend farblich markiert und liefern somit zusätzliche orientierende Anhaltspunkte für ggf. nähere Prüfungen vorhandener Einflussgrößen auf das dortige Abflussgeschehen.

4.1 Abruf von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen

Über das Wasserhaushaltsportal Sachsen kann die Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ gestartet werden (Abbildung 12). Die Anwendung greift auf die Datenbank (File Geodatabase) zu, die die Projektergebnisse aus der Regionalisierung von Niedrig- und Mittelwasserdurchflusskennwerten (vgl. Kapitel 2 und 3) beinhaltet.

Übersicht Kontakt Impressum Datenschutz eSignatur Suchen

sachsen.de

Wasser, Wasserwirtschaft

Wasserhaushaltsportal

Vorlesen

Wasser ist die wichtigste Naturressource für den Antrieb allen Lebens auf der Erde.

Die zunehmend beobachteten Veränderungen im Wettergeschehen verursachen u. a. Schwankungen im Wasserhaushalt und lösen verstärkt Diskussionen über die Ursachen, (zukünftige) Auswirkungen und Folgen des Klimawandels aus.

»Der Klimawandel bringt den Wasserhaushalt unseres Planeten durcheinander.« (stern-online)

Das Wasserhaushaltsportal Sachsen stellt sachsenweite Daten für einzelne Wasserhaushaltskomponenten sowohl für den Ist-Zustand (1961–2005 bzw. 2010) als auch für bestimmte Zukunftsszenarien (2011–2100) bereit.

Die Wasserhaushaltsdaten sind Ergebnisse des Projekts KIWES. Dieses untersucht die Auswirkungen prognostizierten Klimaänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt sächsischer Gewässereinzugsgebiete.

Das Projekt wird im Auftrag des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie von der Technischen Universität Dresden und der DHI-WASY GmbH umgesetzt.

Ansprechpartner

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Referat 44: Oberflächenwasser, Wasserrahmenrichtlinie

Holm Friese

☎ Telefon: (0351) 8928-4412

✉ E-Mail

🌐 www.smul.sachsen.de/lfulg

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Referat 44: Oberflächenwasser, Wasserrahmenrichtlinie

Karin Kuhn

☎ Telefon: (0351) 8928-4400

☎ Telefax: (0351) 8928-4099

✉ E-Mail

🌐 www.smul.sachsen.de/lfulg

Aktuelles

➤ Interaktives Expertensystem - Säule C freigeschaltet

zurück zum Seitenanfang

Abbildung 12: Integration zum Aufruf der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ im Wasserhaushaltsportal Sachsen

Die Webanwendung ist als Anwendung mit fünf Fensterbereichen erstellt worden (Abbildung 13).

Der Fensterbereich „Titel“ ist ein statischer Bereich, in dem der Titel der Webanwendung mit den gestalteten Logos angezeigt wird. Der Fensterbereich „Statusleiste“ stellt die Informationen der Anwendung wie Mess-

ergebnisse oder eine Koordinatenanzeige zur Verfügung. In dem Fensterbereich „Werkzeugleiste“ sind die Werkzeuge und Klapplisten positioniert. Mit dem Mauszeiger angefahrne Werkzeuge zeigen Informationen in einem Popupfenster. Detailinformationen der Werkzeuge werden in dem Fensterbereich „Statusleiste“ angezeigt. Im Fensterbereich „Navigationsbereich“ werden die komplexen Anwendungen wie Navigieren zum gesuchten Gewässerquerschnitt und Inhalt bereitgestellt. Das „Kartenfenster“ zeigt die individuell erstellte Karte an.

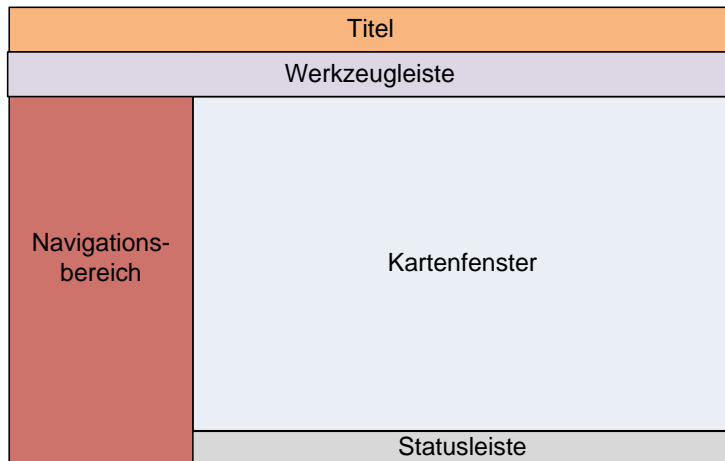


Abbildung 13: Konzeption der Geoportalanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“

Im Eingangsbildschirm des Kartenfensters werden das Gebiet des Freistaates Sachsen mit hervorgehobener Beschriftung der drei Großstadtgebiete **Dresden**, **Chemnitz** und **Leipzig** sowie ausgewählte Autobahnen als „Hintergrundtopografie“ zur „Groborientierung“ dargestellt (Abbildung 14). Die Ergebnisdaten der Regionalisierung sind in dem Thema „Teileinzugsgebiete MNQ/MQ“ hinterlegt. Dabei sind nur Teileinzugsgebiete dargestellt und somit navigierbar, die in die Regionalisierung (Kapitel 2 und 3) einbezogen wurden. Das betrifft alle Gewässerteileinzugsgebiete des Digitalen Flächenverzeichnisses Sachsen mit Stand vom August 2015 (Kapitel 2.2) zunächst noch mit Ausnahme der Teileinzugsgebiete des großen Fließgewässers Elbe.

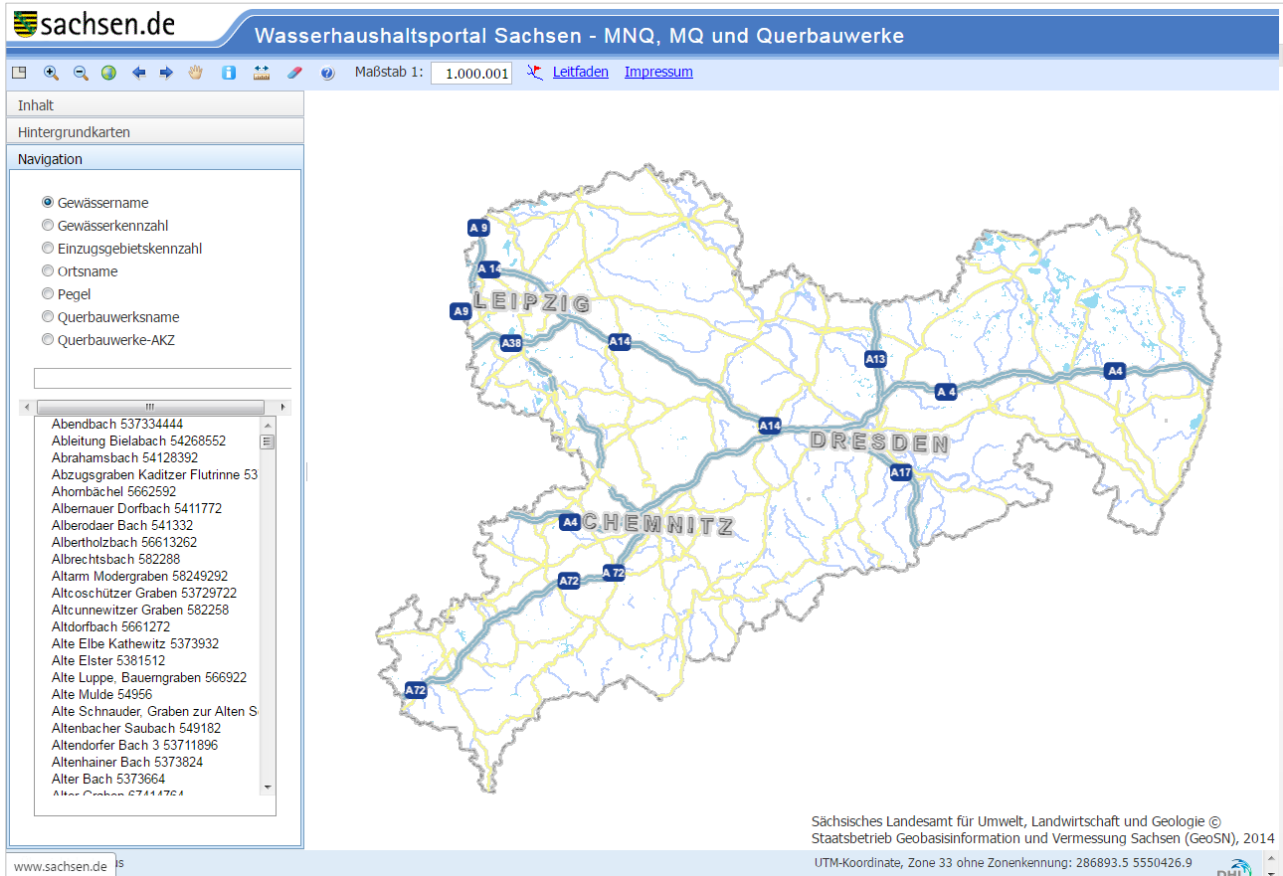
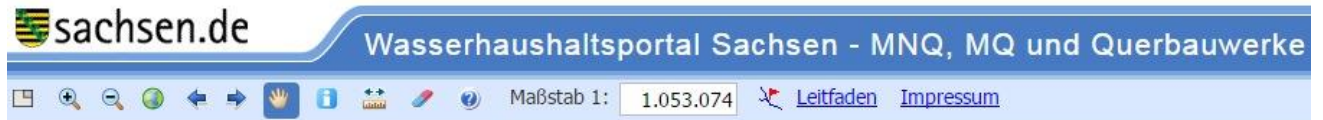


Abbildung 14: Auszug aus der Benutzeroberfläche der Geoportalanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“

In der „Werkzeugleiste“ sind folgende Werkzeuge enthalten:



- | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 2 bis 7 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

■ **Werkzeug 1: Übersichtskarte**

Öffnet eine Übersichtskarte von Sachsen mit einem Kartenrahmen des aktuell verwendeten Kartenausschnittes aus dem Kartenfenster

■ **Werkzeug 2 bis 7: zum Navigieren im Kartenfenster**

- Vergrößern des Maßstabes mit einer durch den Anwender definierten Box auf der Karte
- Verkleinern des Maßstabes mit einer durch den Anwender definierten Box auf der Karte
- Gesamtansicht Sachsen
- den vorhergehenden Zoomausschnitt wiederherstellen
- den nachfolgenden Zoomausschnitt wiederherstellen
- Verschieben des Kartenausschnittes

■ **Werkzeug 8: Information**

Klick auf die Karte und Rückgabe der Objektinformationen, die an der verorteten Stelle liegen. Die Themen für die Informationsabfrage werden administrativ definiert. Alle sichtbaren Themen, die administrativ für die Abfrage eingestellt wurden, werden grundsätzlich mit diesem Werkzeug abgefragt. Erfahrene Nutzer können zusätzlich in der Anwendung „Inhalt“ im Fensterbereich „Navigation“ ein Thema zum Abfragen in der Legende markieren. Das Markieren ist nach Aktivierung des Werkzeuges „Information“ möglich. Ein Wechsel des Abfragethemas ist möglich. Das Informationswerkzeug funktioniert dann nur noch für das eine markierte Thema. Es kann nur ein Thema ausgewählt werden. Eine Abwahl ist nur über eine Aktualisierung der Internetseite möglich.

■ **Werkzeug 9: Messen von Linien**

Messen von Strecken und Flächen: Das Werkzeug ruft ein Menü auf, in dem ausgewählt werden kann, ob Strecken oder Flächen mit Angaben zur Einheit gemessen werden.

■ **Werkzeug 10: Aufheben der Selektion**

Aufhebung der Selektion in der Anwendung

■ **Werkzeug 11: Hilfe**

Aufruf der Hilfe

■ **Werkzeug 12: Klappliste – Maßstab**

Kombinationslistenfeld zur Auswahl von fest vorgegebenen Maßstäben mit Eingabemöglichkeit. Das Kombinationslistenfeld zeigt den gerade verwendeten Maßstab an. Die vorgegebenen Maßstäbe können im Administrationsbereich definiert werden.

■ **Werkzeug 13: Aussagequerschnitt festlegen**

Über das Werkzeug Aussagequerschnitt wird durch Klick in die Karte ein Gewässerquerschnitt festgelegt, für den Niedrig- und Mittelwasserdurchflüsse ausgegeben werden sollen. Es kann jeder beliebige Gewässerquerschnitt ausgewählt werden. Die berechneten MNQ- und MQ-Werte werden längengewichtet zwischen dem Teilgebietszufluss und -ausfluss interpoliert. Der Hauptdialog öffnet sich anschließend automatisch (Abbildung 15).

MNQ, MQ und Querbauwerke

Stammdaten

Rechtswert: UTM Koordinate Streifen 33	438486
Hochwert: UTM Koordinate	5702270
Gewässername	Schleichgraben
Gewässerkennzahl	538154
Gebietskennzahl	5381545
Flussgebiet	Schwarze Elster

Durchfluss m³/s Durchflussspende l/(s·km²) Geofaktoren

	Auswahlquerschnitt	Zufluss	Ausfluss
MNQ	0,053	0,052	0,053
MNQ _{So}	0,053	0,052	0,053
MNQ _{Wf}	0,118	0,113	0,12
MQ	0,41	0,373	0,423

Drucken

Abbildung 15: Hauptdialog des Geoportals MNQ, MQ und Querbauwerke

Der Dialog beinhaltet

- Stammdaten zum gewählten Aussagequerschnitt,
- Angaben der Mittelwasserdurchflüsse und Niedrigwasserdurchflüsse des Gesamtjahres, Winter- und Sommerhalbjahres in m³/s; Angaben der Mittelwasserdurchflussspenden und Niedrigwasserdurchflussspenden des Gesamtjahres, Winter- und Sommerhalbjahres in l/(s·km²) zum gewählten Aussagequerschnitt;
- die Geofaktoren „längengewichtet interpolierte Einzugsgebietsfläche in km²“ und „mittlere Geländehöhe in m ü. HN“ für den jeweils ausgewählten Gewässerquerschnitt bzw. für die Einzugsgebiete der Zu- und Ausflussquerschnitte des Teilgebiets, in dem der ausgewählte Gewässerquerschnitt liegt;

sowie

- eine Druckfunktion. Die Druckansicht (Abbildung 16) kann mithilfe der Druckfunktion des Browser ausgedruckt werden.

Stammdaten				
Rechtswert: UTM Koordinate Streifen 33	438486			
Hochwert: UTM Koordinate	5702270			
Gewässername	Schleichgraben			
Gewässerkennzahl	538154			
Gebietskennzahl	5381545			
Flussgebiet	Schwarze Elster			
Durchfluss in m ³ /s				
	Auswahlquerschnitt	Zufluss	Ausfluss	
MNQ	0,053		0,052	0,053
MNQ ₅₀	0,053		0,052	0,053
MNQ _{wi}	0,118		0,113	0,12
MQ	0,41		0,373	0,423

Abbildung 16: Druckansicht

In Einzelfällen öffnet sich anstelle des Hauptdialoges eine Meldung. Im Folgenden wird erklärt, welche **Meldungen** es gibt und wie mit welchen Meldungen umgegangen werden sollte.

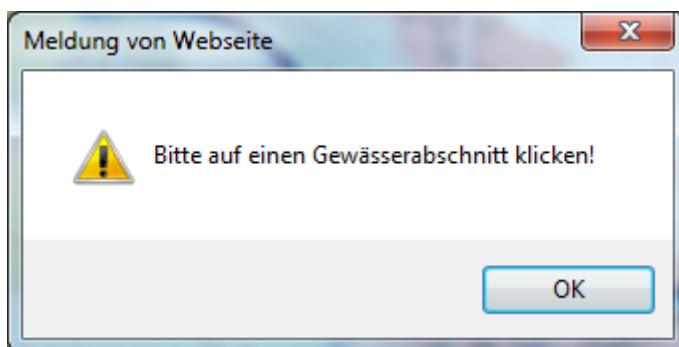


Abbildung 17: Meldung „Fehlclick“

Erscheint die Meldung gemäß Abbildung 17, wurde das Werkzeug nicht korrekt angewendet. Zur Festlegung eines Aussagequerschnittes muss auf die gewünschte Position am betreffenden Gewässer geklickt werden.

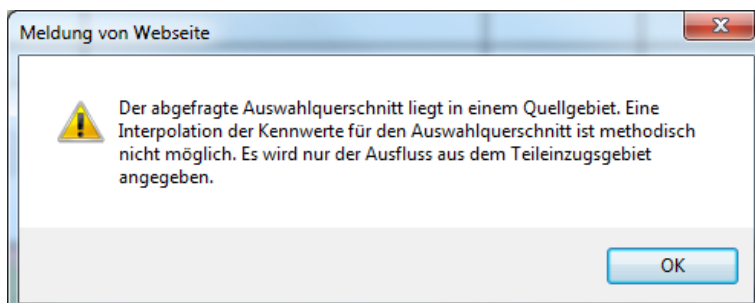


Abbildung 18: Meldung „Quellgebiet“

Eine Meldung gemäß Abbildung 18 besagt, dass der gewählte Aussagequerschnitt im Kopfgebiet eines Gewässereinzugsgebietes liegt und das angewählte Teilgebiet damit keinen Zufluss hat. Aus diesem Grund kann keine Interpolation erfolgen. Für den gewünschten Aussagequerschnitt können demzufolge keine Niedrig- und Mittelwasserkennwerte angegeben werden. Stattdessen werden die Niedrig- und Mittelwasserkennwerte am Ausfluss des Kopfgebietes angezeigt, der entsprechend unterhalb des gewünschten Aussagequerschnittes liegt.

Falls für den Aussagequerschnitt zusätzliche Informationen zu speziellen Arten anthropogener bzw. sonstiger Beeinflussungen vorliegen, die möglicherweise das dortige Abflussgeschehen auch im Niedrig- und Mittelwasserbereich signifikant beeinflussen könnten, wird durch entsprechende Meldungen nach Abbildung 19 bis Abbildung 21 darauf hingewiesen.

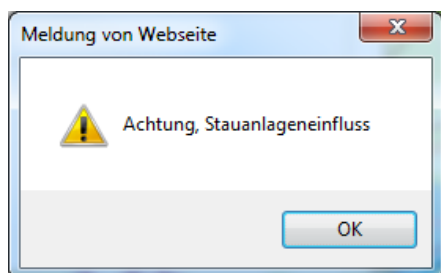


Abbildung 19: Meldung „Stauanlageneinfluss“

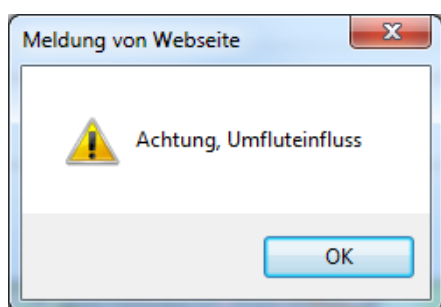


Abbildung 20: Meldung „Umfluteinfluss“

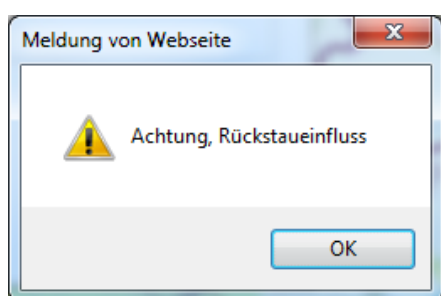


Abbildung 21: Meldung „Rückstaeinfluss“

Zusätzlich wird, wie in Abbildung 22 dargestellt, im Hauptdialog auf die Art der Beeinflussung hingewiesen.

MNQ, MQ und Querbauwerke

Stammdaten

Rechtswert: UTM Koordinate Streifen 33	477943
Hochwert: UTM Koordinate	5687124
Gewässername	Schwarzer Schöps
Gewässerkennzahl	5824
Gebietskennzahl	582437
Flussgebiet	Spree

	Durchfluss m ³ /s	Durchflussspende l/(s·km ²)	Geofaktoren
	Auswahlquerschnitt		
MNQ	0,179		Zufluss: 0,177 Ausfluss: 0,181
MNQ _{So}	0,2		Zufluss: 0,197 Ausfluss: 0,202
MNQ _{Wi}	0,375		Zufluss: 0,375 Ausfluss: 0,375
MQ	1,23		Zufluss: 1,22 Ausfluss: 1,25

Drucken
Achtung, Stauanlageneinfluss

Abbildung 22: Hauptdialog mit Hinweis auf Beeinflussung

Niedrig- und Mittelwasserkennwerte können auch alternativ abgefragt werden, indem unter „Inhalt“ des Navigationsbereiches die „Teileinzugsgebiete MNQ/MQ“ markiert werden und der Infobutton (Werkzeug 8) angeklickt wird. Danach ist das Einzugsgebiet zu selektieren, für das Niedrig- und Mittelwasserkennwerte abgefragt werden sollen. Es erscheint das Fenster mit den entsprechenden Objektinformationen (Abbildung 23). Bei Kopfgebieten (Quellgebieten) sind die Niedrig- und Mittelwasserkennwerte für den Zuflussquerschnitt eines Gebietes nicht vorhanden und folglich mit dem Wert -9999 belegt.

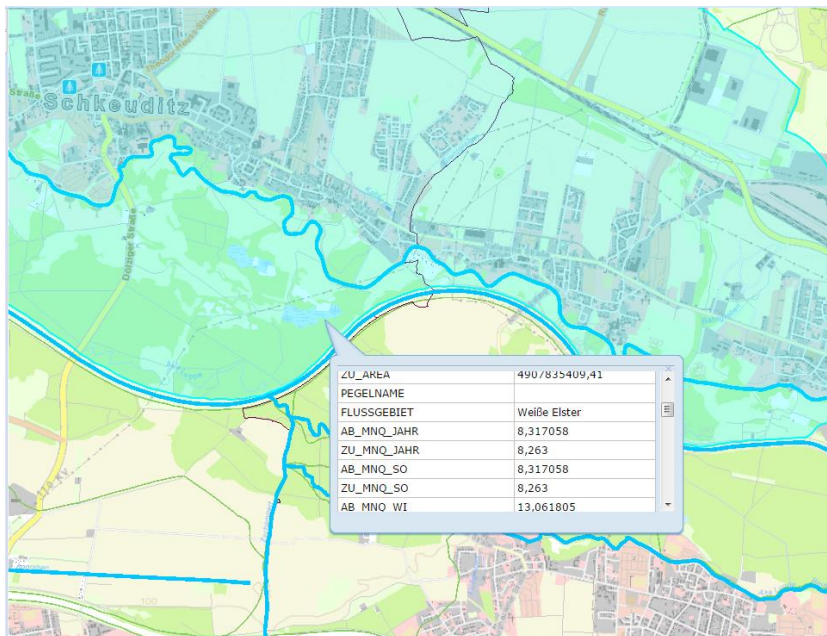


Abbildung 23: Alternative Abfrage von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten

Werkzeug 14: Leitfaden

Link auf den Leitfaden zur Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“

Werkzeug 15: Impressum

Link auf das Impressum (<http://www.smul.sachsen.de/impressum/>)

Fensterbereich „Navigationsbereich“:

Der gesamte Fensterbereich „Navigationsbereich“ kann individuell eingeklappt werden. Er beinhaltet die Funktionsbereiche Inhalt und Navigation mit zugeordneten Funktionen. Wird ein Funktionsbereich aktiviert, so wird der aktuell geöffnete Funktionsbereich eingeklappt und der aktivierte aufgeklappt, sodass die Funktionen darunter sichtbar werden (Abbildung 24).

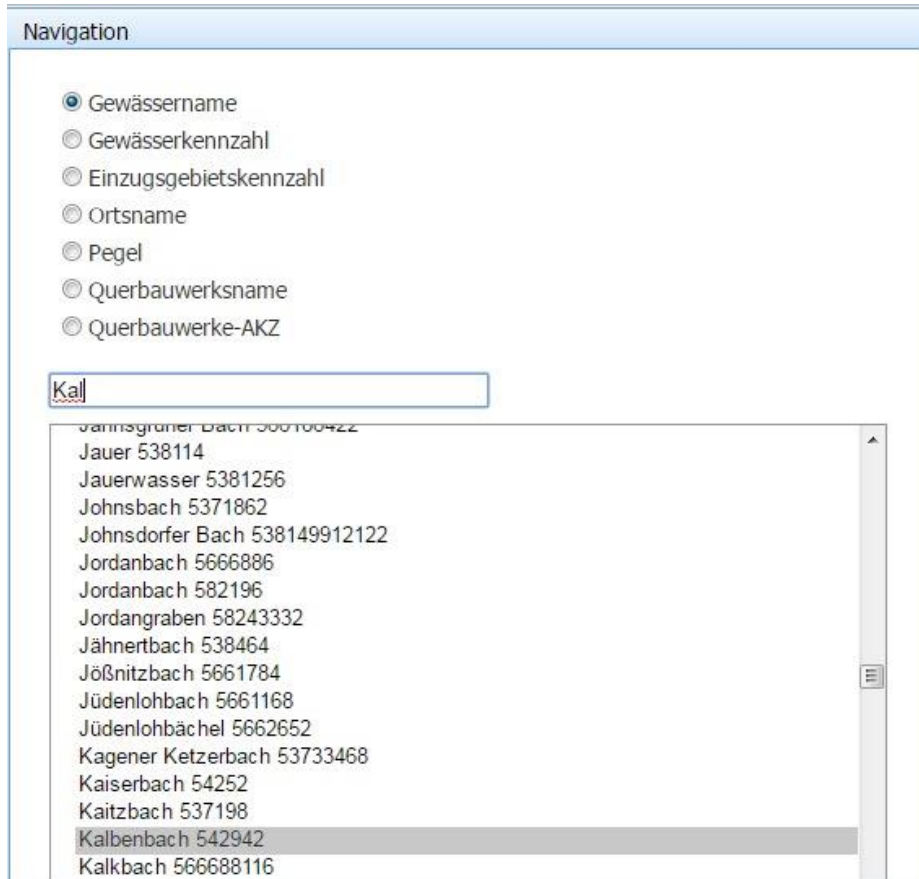


Abbildung 24: Fensterbereich Navigation

Fensterbereich Navigation, Aufgabe „Inhalt“

Anzeige der in die Webanwendung als ArcGIS-Server-Dienst integrierten Themen. Die Anzeige beinhaltet die Funktionen Ein- und Ausblenden der Legende, An- und Ausschalten der Themen in der Karte, Markieren eines Themas. Die Themen werden maßstabsabhängig im neuen einheitlichen Koordinatenreferenzsystem UTM ETRS89 dargestellt. Themen, die in dem gerade verwendeten Maßstabsbereich nicht angezeigt werden, erscheinen in der Legende ausgegraut. Alle Themen sind in den zwei Gruppen-Layern „MNQ/MQ (Datenstand 2015)“ und „Querbauwerke (QBW)“ gruppiert (Abbildung 25). Die Basis der dargestellten Themen bildet ein entsprechend vorgefertigtes Kartendokument (MXD-Datei). Die Themen aus dem Kartendokument werden in der Webanwendung einerseits angezeigt und andererseits durch die Webanwendung ausgewertet.

Mit diesen Themen werden Suche und Abfragen realisiert. Die Themen werden durch das LfULG kartografisch aufgearbeitet und bereitgestellt. Eine Änderung der Attributnamen bei der Anzeige ist nur für Attribute,

die nicht funktional in der Webanwendung verwendet werden, möglich. Die individuelle Darstellung der Attributnamen erfolgt in der MXD-Datei für die Basisdaten.

Folgende Attribute dürfen nicht geändert werden:

Gewaessernetz, Attribute:

GEWKZ
TYPE
VALID

Gewaessernetz (Uebersicht), Attribute:

Name_GEWK
GEWK_Name

Teileinzugsgebiete MNQ, Attribute:

GEBKZ
SHAPE_Area
ZU_AE_km2
AB_AE_km2
AB_HOEHE
AB_NFK
ZU_NFK
Gewaessername
Flussgebiet
Region
Zu_Spende_MNq_Jahr
Zu_Spende_MNq_So
Zu_Spende_MNq_Wi
Zu_Spende_Mq
Ab_Spende_MNq_Jahr
Ab_Spende_MNq_So
Ab_Spende_MNq_Wi
Ab_Spende_Mq
Zu_MNQ_Jahr
Zu_MNQ_So
Zu_MNQ_Wi
Zu_MQ
Ab_MNQ_Jahr
Ab_MNQ_So
Ab_MNQ_Wi
Ab_MQ

Ort, Attribute:

Name

Pegel, Attribute:

PEG_NAME_1

Kilometrierung, Attribute:

GWK
Meter



Abbildung 25: Fensterbereich Inhalt

■ Fensterbereich Navigation, Aufgabe „Hintergrundkarten“

Anzeige der in die Webanwendung als WMS-Dienst integrierten Themen. Hier werden zwei Dienste bereitgestellt.

- WMS-Hintergrund: Anzeige von lokalen Daten, die als einzelner Dienst zusammengefasst werden. Der Dienst wird nur angezeigt. Es erfolgt keine Abfrage auf diesem Dienst. Die Daten werden vom LfULG bereitgestellt und kartografisch aufgearbeitet als Dienst übergeben.
- WMS-Hintergrund TOP Sachsen: WMS-Dienst WebAtlasSN (Stand 2015) mit Informationen aus dem Digitalen Landschaftsmodell und den Hauskoordinaten aus dem Liegenschaftskataster. Die Aktualisierung des Kartendienstes erfolgt monatlich. Es erfolgt ebenfalls keine Abfrage auf diesem Dienst.

■ Fensterbereich Navigation, Aufgabe „Navigation“:

In der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ wird zur schnelleren Navigation zum gesuchten Gewässerquerschnitt die Suche nach Gewässernamen, Gewässerkennzahlen, Einzugsgebieten, Ortsnamen, Pegel, Querbauwerksname und Querbauwerke-Anlagenkennzahl (Querbauwerke-AKZ) unterstützt. Nach Eingabe von Buchstaben wird die Liste der Gewässernamen bzw. nach Eingabe von Zahlen die Liste der Gebiets- oder Gewässerkennzahlen eingeschränkt. Die Treffer werden in der Liste angezeigt, aus der der Anwender eine Auswahl treffen kann.

■ Fensterbereich Kartenfenster

Der Inhalt dieses Fensterbereiches wird durch das Kartendokument bereitgestellt. Die Darstellungseigenschaften der Themen und Attribute werden ebenfalls definiert und bei Abfragen zur Webanwendung transferiert. Eine Harmonisierung der Daten für das Geoportal ist damit gegeben.

■ Administrierungskomponenten

Das Geoportal für die Anwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ verfügt über zwei Administrationsbereiche. Der Administrationsbereich GIS umfasst das Kartendokument für die kartografische Gestaltung der Basisanwendung. Der Administrationsbereich JavaScript umfasst alle weiteren notwendigen Angaben für das Portal, die in einer JavaScript Steuerdatei gespeichert werden.

4.2 Verwendung abgerufener Niedrig- und Mittelwasserkennwerte aus dem Wasserhaushaltsportal

Die in der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ hinterlegten Niedrig- und Mittelwasserdurchflusskennwerte wurden mit speziellen Regionalisierungsverfahren modellgestützt **regelbasiert** ermittelt und bilden im Wesentlichen anthropogen weitgehend unbeeinflusste Zustände in den jeweiligen Fließgewässern ab.

Nach erfolgtem Abruf von gewässerabschnittsbezogenen Niedrig- oder Mittelwasserkennwerten aus dem Wasserhaushaltsportal mithilfe der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ (Kapitel 4.1) sollten betreffende Daten deshalb vor einer sachgerechten Weiterverwendung in der wasserwirtschaftlichen Praxis bzw. im wasserrechtlichen Vollzug nochmals dahingehend näher geprüft werden, ob sich in der Realität durch hydrologisch wirksame (anthropogene) Beeinflussungen am betreffenden Gewässerquerschnitt signifikante Veränderungen im Abflussregime ergeben. Gegebenenfalls wird dadurch noch eine weitere Anpassung der jeweiligen Kennwerte entsprechend den konkreten örtlichen Gegebenheiten erforderlich.

Kriterien und Erläuterungen dafür, welche potenziellen Einflussfaktoren im Rahmen dieser weiteren Prüfungen berücksichtigt werden sollten bzw. müssen, werden im Folgenden gegeben.

4.2.1 Weiterverwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten bei repräsentativem Pegelbezug

Für Gewässerquerschnitte, die durch einen Bezugspegel repräsentiert werden, der in der Regionalisierung verwendet wurde (Kapitel 2.1), gelten die aus dem Wasserhaushaltsportal abgerufenen gewässerabschnittsbezogenen Mittel- und Niedrigwasserkennwerte.

In der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ des Wasserhaushaltsportals werden „verwendete“ Bezugspegel dadurch veranschaulicht, dass das Punktsymbol für die jeweiligen Pegel gelb markiert ist. Zudem verweist ein entsprechender Legendeneintrag darauf. Zusätzlich muss noch über den Informationsdialog (Abbildung 26) abgeklärt werden, ob der Bezugspegel für die MQ- und MNQ-Regionalisierung oder nur für die MQ- oder MNQ-Regionalisierung „verwendet“ wurde. Dementsprechend können unter Umständen nur MQ- oder MNQ-Kennwerte über das folgende Fallbeispiel verifiziert werden.

Gewässerabschnittsbezogene Niedrig- und Mittelwasserkennwerte, die auf der Regionalisierung mit einem „verwendeten“ Bezugspegel basieren, wurden im Zuge der Plausibilitätsprüfung zur Regionalisierung (Kapitel 2.6 und 3.3) verifiziert. Das bedeutet, dass diese abgerufenen Mittel- und Niedrigwasserkennwerte direkt als fachliche Eingangsgröße zur Beurteilung von Beeinträchtigungen der ökologischen Funktionen, z. B. im Rahmen von wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren, verwendet werden können. Die nachfolgenden Abbildungen illustrieren ein entsprechendes Fallbeispiel.

Fallbeispiel 1: Ermittlung Niedrig- und Mittelwasserkennwerte am Wuischker Wasser

Am Wuischker Wasser (Flussgebiet Spree) wurde mit dem Werkzeug 13 (Aussagequerschnitt festlegen) (vgl. Kapitel 4.1) ein Gewässerquerschnitt (fiktiv) ausgewählt. Die gewässerabschnittsbezogenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte als Ergebnis der Regionalisierung werden im Stammdatenblatt angegeben (Abbildung 26). Der ausgewählte Gewässerquerschnitt hat Bezug zu einer Pegelbeobachtung. Konkret liegt oberhalb der Pegel „Wuischker Wasser“. Dieser Pegel wurde bei der MNQ- oder MQ-Regionalisierung verwendet, was in der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ dadurch veranschaulicht wird, dass das Punktsymbol für Pegel gelb markiert ist. Der Informationsdialog (Abbildung 27) weist zusätzlich darauf hin, dass der Pegel in der MNQ- und MQ- Regionalisierung verwendet wurde.

Gewässerabschnittsbezogene Niedrig- und Mittelwasserkennwerte, die auf der Regionalisierung mit einem verwendeten Bezugspegel basieren, wurden im Zuge der Plausibilitätsprüfung zur Regionalisierung (Kapitel 2.6 und 3.3) verifiziert. Die im Stammdatenblatt für den ausgewählten Gewässerquerschnitt aufgeführten Niedrig- und Mittelwasserkennwerte können aus diesem Grund direkt als Eingangsgröße u. a. im Rahmen von wasserrechtlichen Vollzugsverfahren verwendet werden.

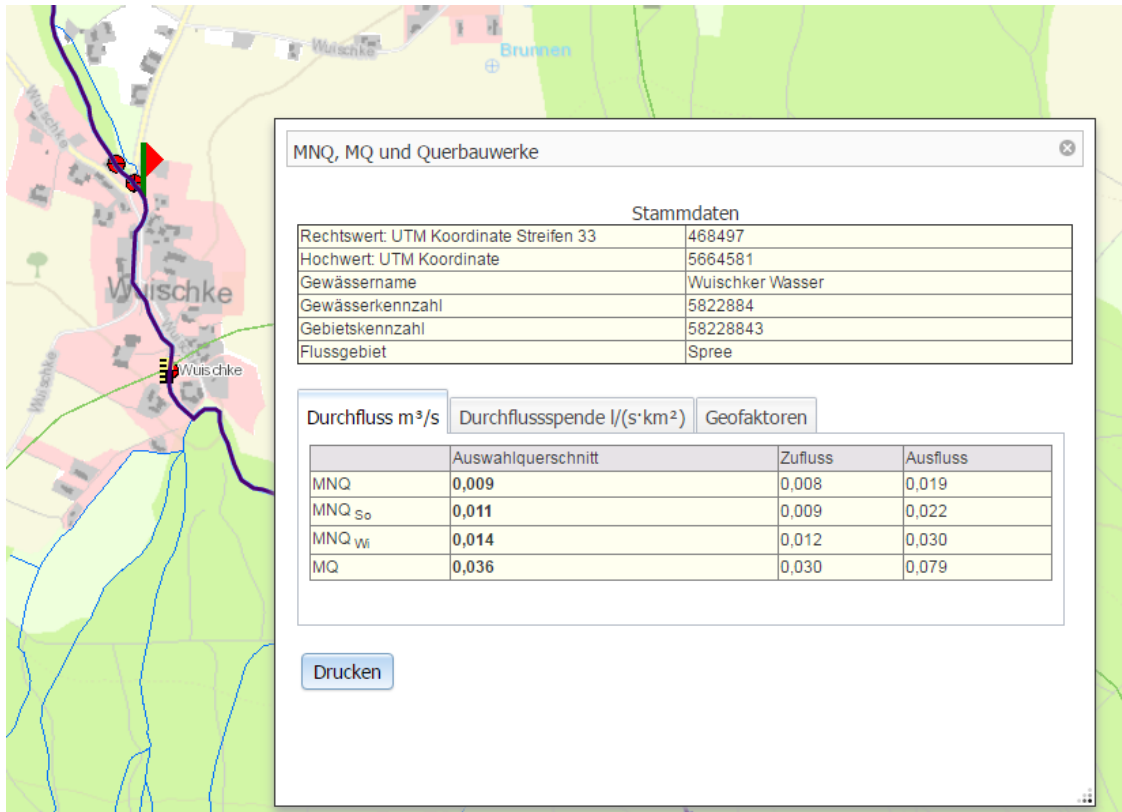


Abbildung 26: Fallbeispiel 1 – Ausgewählter Gewässerquerschnitt und Stammdatenblatt

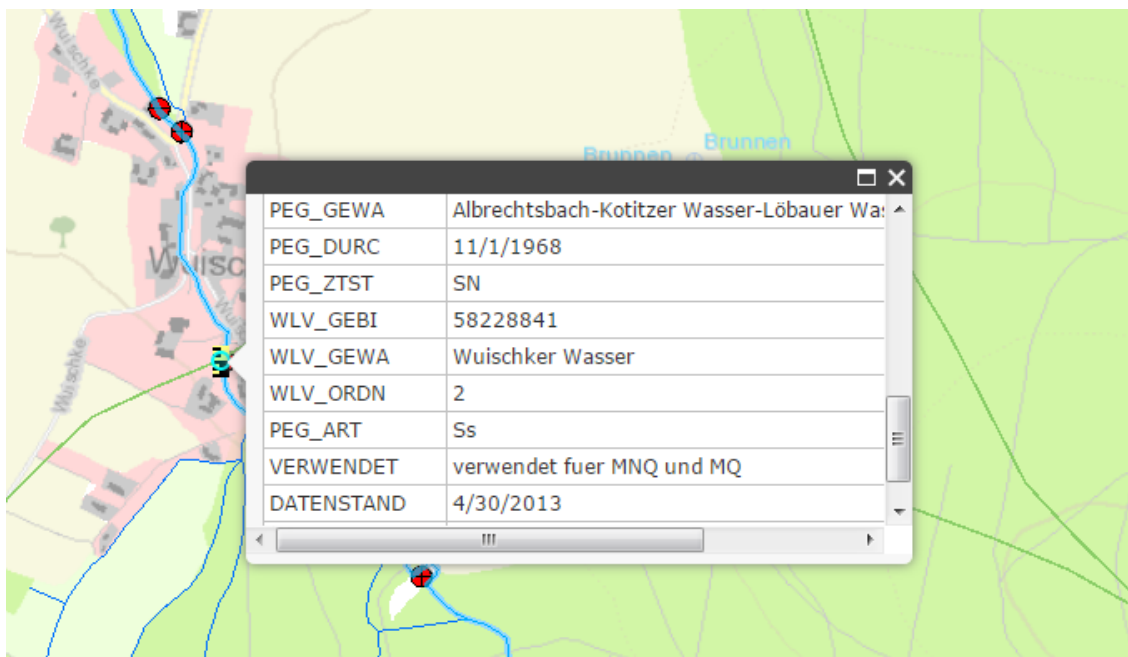


Abbildung 27: Fallbeispiel 1 – Informationsdialog für den Bezugspegel

4.2.2 Weiterverwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten bei nicht repräsentativem Pegelbezug

Eine Überprüfung auf das Vorhandensein von regionalen oder lokalen „abflussüberprägenden“ Einflussfaktoren bei gewässerabschnittsbezogenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerten ist erforderlich, wenn für den zu untersuchenden Gewässerquerschnitt zwar ein Bezugspegel existiert, dieser jedoch begründet (z. B. infolge signifikanter anthropogener Überprägungen des Abflussregimes) nicht in der Regionalisierung verwendet wurde (vgl. Kapitel 2.1 und Tabelle 1 sowie Kapitel 3.1 und Tabelle 2). In der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ des Wasserhaushaltsportals werden „nicht verwendete“ Bezugspegel dadurch veranschaulicht, dass das Punktsymbol für die jeweiligen Pegel grau markiert ist. Zudem verweist ein entsprechender Legendeneintrag darauf.

Für gewässerabschnittsbezogene Niedrig- und Mittelwasserkennwerte mit Bezug zu einem „nicht verwendeten“ Bezugspegel muss geprüft werden, inwieweit diese Werte durch potenzielle Einflussfaktoren am Standort des untersuchten Gewässerabschnittes verändert sein könnten. Die spezifischen lokalen Rahmenbedingungen des benutzungsrelevanten Gewässerabschnittes sind deshalb näher zu prüfen (Kapitel 4.2.4). Beispielsweise können bereits bestehende Gewässerbenutzungen oder andere hydrologische Einflussfaktoren das natürliche Abflussregime derart verändern, dass die tatsächlichen Abflussbedingungen im jeweiligen Gewässerabschnitt deutliche Abweichungen vom quasinatürlichen Zustand aufweisen.

Dies kann dazu führen, dass die abgerufenen regionalisierten Niedrig- und Mittelwasserkennwerte nicht die realen Durchflussmengen am Standort abbilden können. Folgerichtig können diese Niedrig- und Mittelwasserkennwerte nicht direkt im Rahmen von wasserrechtlichen Vollzugsverfahren verwendet werden, sondern erst nach Überprüfung auf potenzielle Einflussfaktoren und deren Auswirkungsaspekte auf das Abflussregime.

Die nachfolgenden Abbildungen illustrieren ein entsprechendes Fallbeispiel.

Fallbeispiel 2: Ermittlung Niedrig- und Mittelwasserkennwerte an der Lomschanke

An der Lomschanke (Flussgebiet Spree) wurde mit dem Werkzeug 13 (Aussagequerschnitt festlegen) (vgl. Kapitel 4.1) ein Gewässerquerschnitt (fiktiv) ausgewählt. Die gewässerabschnittsbezogenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte als Ergebnis der Regionalisierung werden im Stammdatenblatt angegeben (Abbildung 28). Der ausgewählte Gewässerquerschnitt hat Bezug zu einer Pegelbeobachtung. Konkret liegt unterhalb der Pegel „Lomske“. Dieser Pegel wurde bei der Regionalisierung jedoch nicht verwendet, was in der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ dadurch veranschaulicht wird, dass das Punktsymbol für Pegel grau dargestellt ist. Darauf verweisen zudem der Legendeneintrag und das Attributfeld „Typ“ des Informationsdialoges (Abbildung 29).

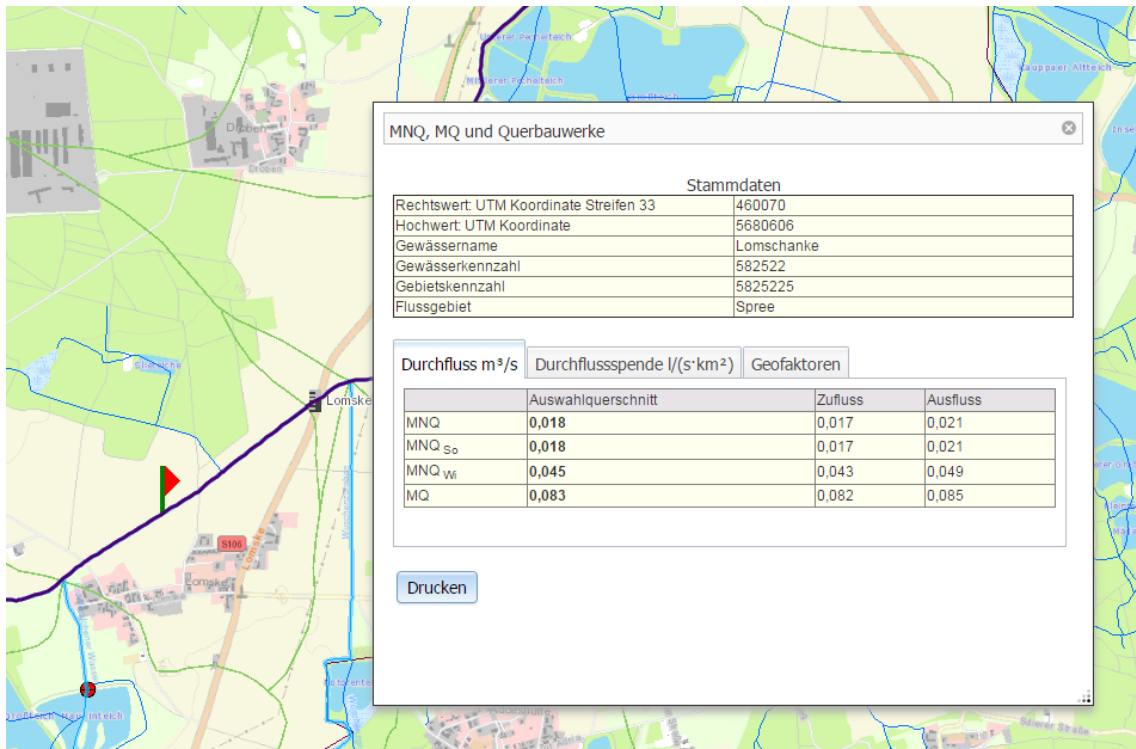


Abbildung 28: Fallbeispiel 2 – Ausgewählter Gewässerquerschnitt und Stammdatenblatt

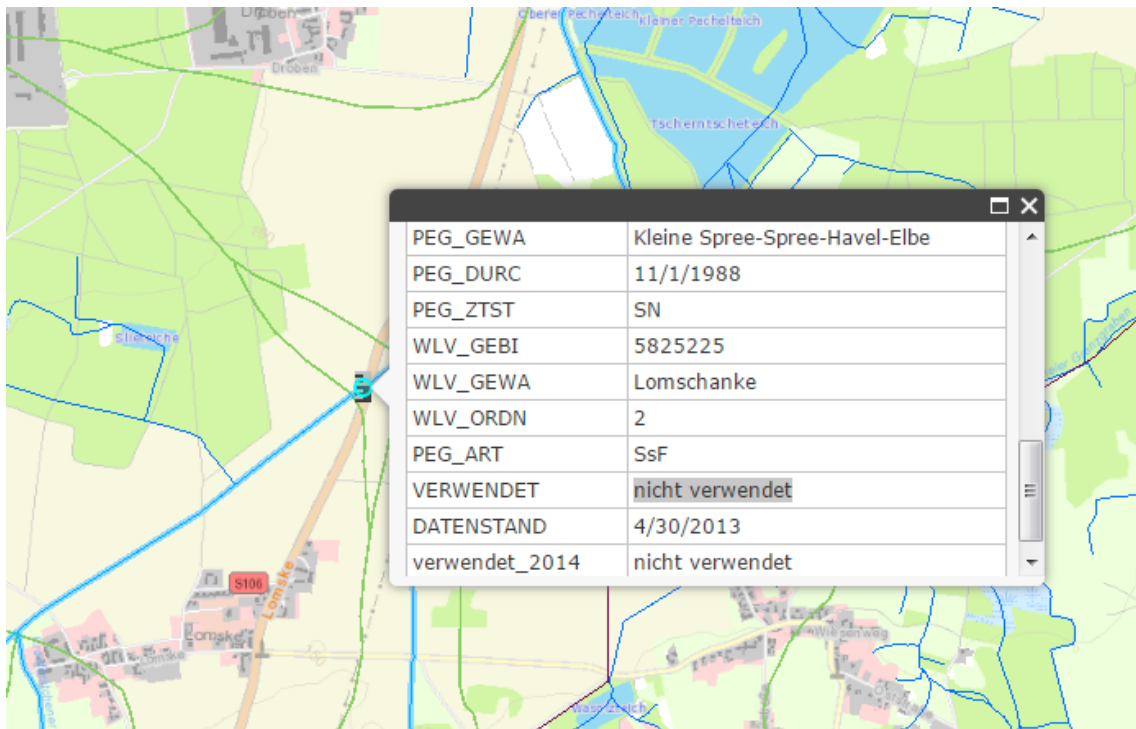


Abbildung 29: Fallbeispiel 2 – Informationsdialog für den Bezugspegel

Gewässerabschnittsbezogene Niedrig- und Mittelwasserkennwerte, die auf der Regionalisierung basieren, bei der der eigentliche Bezugspegel nicht verwendet wurde, können nicht direkt als Eingangsgröße im Rahmen von wasserrechtlichen Vollzugsverfahren verwendet werden. Es ist entsprechend Kapitel 4.2.4 eine Überprüfung auf vorhandene hydrologische Einflussfaktoren durchzuführen, um die im Stammdatenblatt

aufgeführten Niedrig- und Mittelwasserkennwerte mit den spezifischen lokalen Rahmenbedingungen des benutzungsrelevanten Gewässerabschnittes zu vergleichen. Konkret zu beachten sind z. B. bereits bestehende Gewässerbenutzungen wie erhebliche Wasserentnahmen bzw. Wassereinleitungen durch Industrie, Gewerbe und Bergbau sowie öffentliche Wasserversorgung bzw. Abwasserentsorgung, Abflussregulierungen durch Talsperren und Speicher oder große Wehranlagen bzw. durch sonstige Querbauwerke oder anderweitige mögliche erhebliche Beeinträchtigungen des natürlichen Abflussregimes (z. B. infolge Fischteichbewirtschaftung im Einzugsgebiet).

4.2.3 Weiterverwendung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten bei pegelunbeobachteten Abschnitten

Unbeobachtete Gewässerabschnitte sind dadurch definiert, dass für die entsprechenden Gewässerquerschnitte keinerlei Bezugspegel existiert. Die gewässerabschnittsbezogenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte, die für unbeobachtete Gewässerabschnitte regionalisiert wurden und somit ebenfalls im Wasserhaushaltsportal abrufbar sind, können **im Regelfall** als vorläufige Eingangsgröße im Rahmen von wasserrechtlichen Vollzugsverfahren genutzt werden, weil sie im Zuge der methodischen Plausibilitätsprüfung zur Regionalisierung (Kapitel 2.6 und 3.3) überprüft wurden. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass Niedrig- und Mittelwasserkennwerte aus den projektbezogenen Regionalisierungen in einigen Einzelfällen pegelunbeobachteter Gewässerabschnitte einen Zustand abbilden, der am jeweiligen konkreten Gewässerquerschnitt nicht adäquat den tatsächlichen Abflussgegebenheiten vor Ort entspricht. Hier können z. B. bereits bestehende Gewässerbenutzungen oder andere Einflussfaktoren das natürliche Abflussregime derart verändert haben, dass die tatsächlichen Abflussbedingungen deutliche Abweichungen vom quasi-natürlichen Zustand aufweisen.

Aus diesem Grund sollte auch bei regionalisierten Niedrigwasserkennwerten für pegelunbeobachtete Gewässerabschnitte im Bedarfsfall ebenfalls eine entsprechende Überprüfung auf evtl. vorhandene erhebliche Beeinträchtigungen des natürlichen Abflussregimes durchgeführt werden (Kapitel 4.2.4).

Fallbeispiel 3: Ermittlung Niedrigwasserkennwerte am Rosenhainer Wasser

Am Rosenhainer Wasser im Flussgebiet der Spree wurde mit dem Werkzeug 13 (Aussagequerschnitt festlegen) (vgl. Kapitel 4.1) fiktiv ein Gewässerquerschnitt ausgewählt. Die gewässerabschnittsbezogenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte als Ergebnis der Regionalisierung sind im Stammdatenblatt angegeben (Abbildung 30). Der ausgewählte Gewässerquerschnitt hat keinen Bezug zu einer Pegelbeobachtung, er ist als unbeobachtet zu definieren.

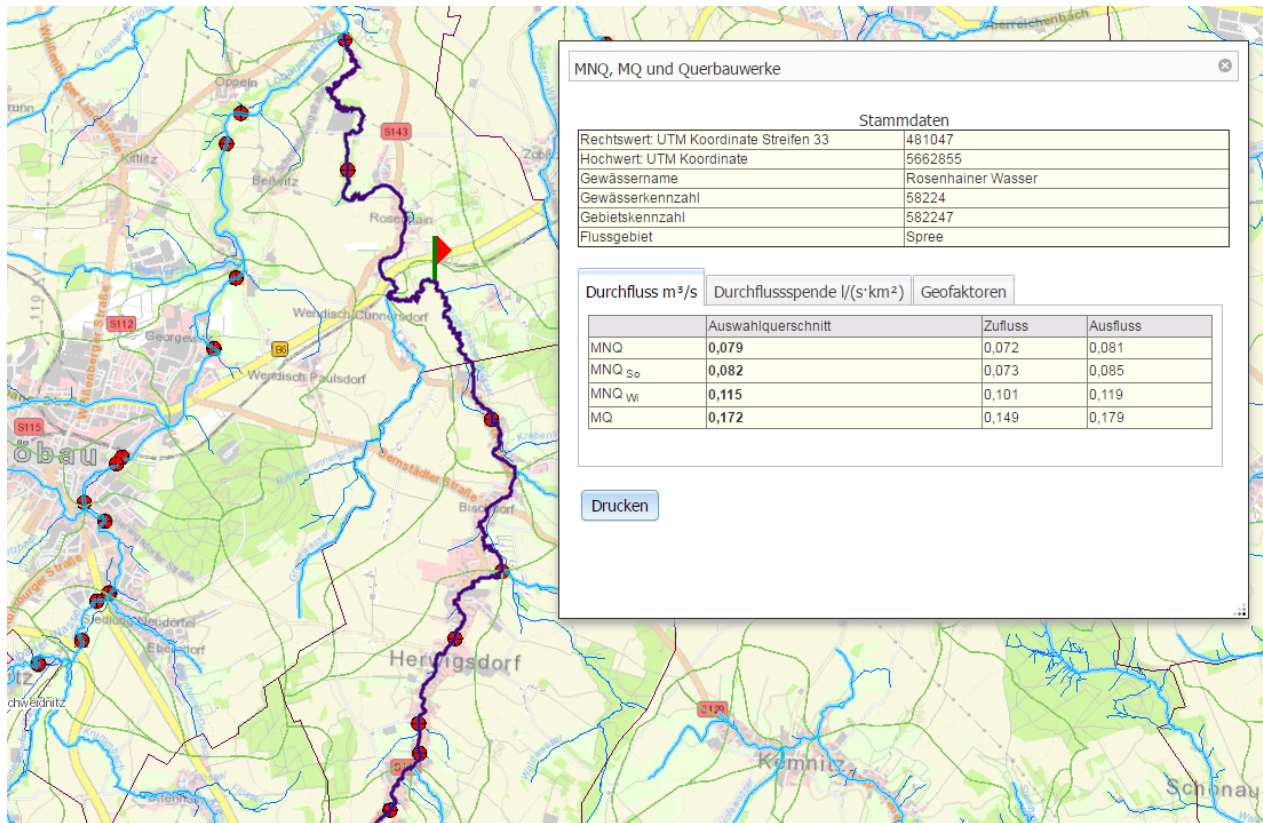


Abbildung 30: Fallbeispiel 3 – Ausgewählter Gewässerquerschnitt und Stammdatenblatt

Gewässerabschnittsbezogene Niedrig- und Mittelwasserkennwerte, die auf der Regionalisierung für unbeobachtete Gewässerabschnitte basieren, wurden im Zuge der Plausibilitätsprüfung zur Regionalisierung (Kapitel 2.6 und 3.3) überprüft und geben Aussage zum quasinatürlichen Abflussregime des Querschnittes. Die im Stammdatenblatt für den ausgewählten Gewässerquerschnitt aufgeführten Niedrigwasserkennwerte können **im Regelfall** als vorläufige Eingangsgrößen im Rahmen von wasserrechtlichen Vollzugsverfahren angesehen werden.

Soweit Anhaltspunkte bekannt sind, die auf eine erhebliche Beeinflussung des quasinatürlichen Abflussregimes der betreffenden pegelunbeobachteten Gewässerabschnitte hinweisen, sollten vor einer Weiterverwendung der Mittel- und Niedrigwasserkennwerte in der wasserwirtschaftlichen Praxis verfügbare ergänzende Informationen bzw. Unterlagen zu den lokalen und regionalen Gegebenheiten der betreffenden Gewässerabschnitte eingeholt bzw. geprüft werden. Auch für pegelunbeobachtete Gewässerabschnitte ist **in Einzelfällen** nicht auszuschließen, dass die tatsächlichen Abflussbedingungen am jeweiligen Standort insbesondere aufgrund von Nutzungseinflüssen oder ggf. anderen erheblichen hydrologischen Einflussfaktoren (z. B. lokale hydrogeologische Besonderheiten) von den im Rahmen der projektbezogenen Regionalisierung ermittelten Niedrigwasserkennwerten erheblich abweichen können. Kapitel 4.2.4 beschreibt die Vorgehensweise einer entsprechenden Überprüfung auch für pegelunbeobachtete Gewässerabschnitte.

4.2.4 Prüfung gewässerabschnittsspezifischer Einflussfaktoren auf das Abflussregime

Können die aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen über die Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ abgerufenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte nicht direkt (z. B. Kapitel 4.2.1) als Eingangsgrößen für wasserrechtliche Vollzugsverfahren herangezogen werden, ist für den Standortbereich des relevanten Gewässerabschnittes der abgerufenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte eine Prüfung auf ggf. vorhandene erhebliche Einflussfaktoren auf das dortige Abflussregime durchzuführen (vgl. Kapitel 4.2.2 und 4.2.3).

Abbildung 31 schematisiert, wie hierbei schrittweise vorgegangen werden sollte. Die erforderlichen Arbeitsschritte werden anschließend im Detail näher beschrieben.

Folgende Kriterien sind bei der Prüfung von Einflussfaktoren, die die im Wasserhaushaltsportal Sachsen hinterlegten Kennwerte $MNQ_{\text{jährlich}}$, MNQ_{Win} , MNQ_{Som} und MQ in der Realität verändern können, zu berücksichtigen:

1. Vergleich der Kennwerte aus dem Wasserhaushaltsportal mit verfügbaren Pegelabflussdaten (**Pegelstatistik**)
2. Überprüfung potenzieller **Beeinflussungen** bzw. anthropogener Nutzungen mit deutlichen Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt
3. Ergänzende Einbeziehung von Informationen zu lokalen **Standortbedingungen**

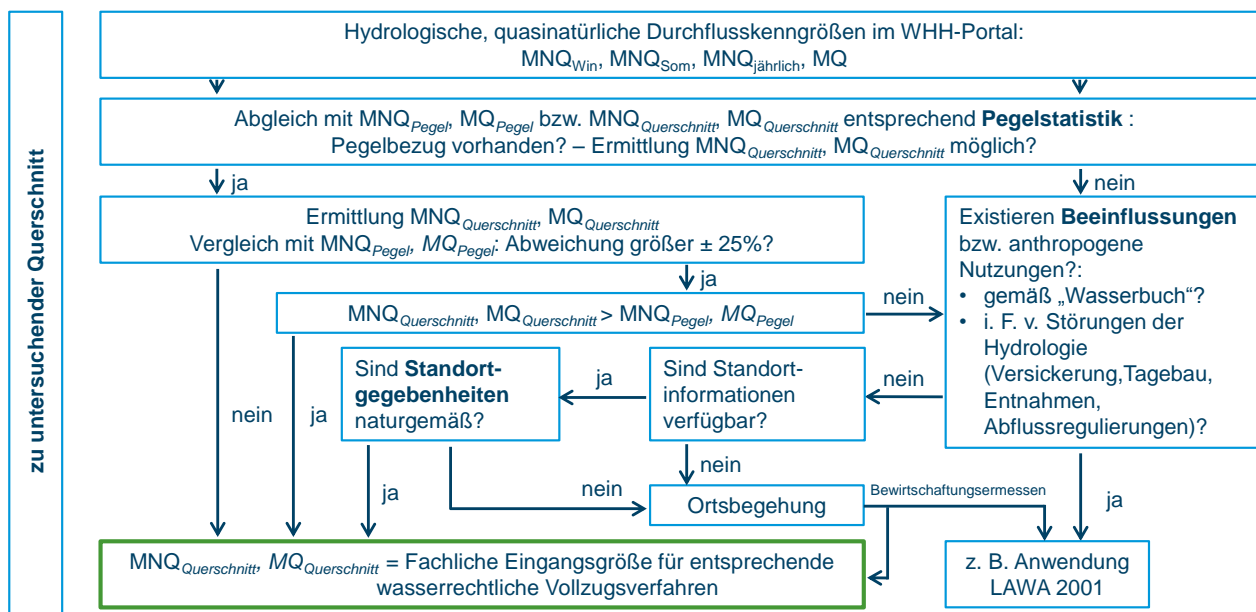


Abbildung 31: Schematischer Workflow zur Prüfung von Einflussfaktoren am Beispiel Niedrig- und Mittelwasser

4.2.5 Vergleich mit verfügbaren Pegeldurchflussdaten (Pegelstatistik)

Im Zuge der Prüfung der jeweiligen Standortbedingungen auf Beeinflussung des natürlichen Abflussregimes (Abbildung 31) sind zunächst die aus dem Wasserhaushaltsportal abgerufenen Niedrig- und Mittelwasserkennwerte (MQ_{Regio} bzw. MNQ_{Regio}) mit verfügbaren beobachteten Pegeldurchflussdaten (MQ_{Pegel} bzw. MNQ_{Pegel}) zu vergleichen. Nutzbare beobachtete Pegeldurchflussdaten sind kontinuierliche Durchflussmessungen, die an dem Gewässer, an dem auch der zu untersuchende Querschnitt liegt, durchgeführt wurden und werden. Auch ggf. vorhandene Pegelbeobachtungsdaten aus Nachbareinzugsgebieten, die ähnliche Gebietseigenschaften aufweisen wie das Gebiet, in dem der zu untersuchende Gewässerquerschnitt liegt, stellen eine in vielen Fällen mit verwendbare Vergleichsbasis dar.

Existiert für den betreffenden Gewässerquerschnitt kein repräsentativer Bezug zu beobachteten Pegeldurchflussdaten, gilt der Gewässerabschnitt als unbeobachtet. Dies kann insbesondere bei vielen kleineren Gewässereinzugsgebieten oder den Quellgebieten der Gewässeroberläufe der Fall sein. Es ist dann näher zu überprüfen, ob bzw. inwieweit das lokale Abflussregime möglicherweise gestört ist oder ob wasserrechtliche Nutzungen mit Auswirkungen auf das Abflussgeschehen vorliegen (vgl. Kapitel 4.2.6). Im Rahmen dieser

Einschätzung sollten sämtliche verfügbare Informationen zu den lokalen Standortbedingungen mit genutzt werden. Standortinformationen können u. a. zentralen Datenregistern wie dem „Wasserbuch“ entnommen werden.

Auch die Fotodokumentation zur ökologischen Strukturkartierung der Fließgewässer des sächsischen WRRL-Berichtsgewässernetzes (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/8584.htm#article8881>) kann diesbezüglich wichtige gewässerabschnittskonkrete Anhaltspunkte liefern. Aber auch spezielle Ortskenntnisse, Erfahrungen zum Gebiet oder sonstige gewässer- bzw. gebietsbezogenen Dokumentationen sollten im Rahmen der Überprüfungen möglicher Einflussfaktoren auf das Abflussregime in den aussagerelevanten Gewässerabschnitten mit zugrundegelegt werden (vgl. Kapitel 4.2.7).

Liegt ein repräsentativer Bezug zu beobachteten Pegeldurchflussdaten vor, ist zu prüfen, ob die aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen abgerufenen Kenngrößen $MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt}$ mit denen der Pegelbeobachtungsstatistik MQ_{Pegel} bzw. MNQ_{Pegel} übereinstimmen. Abweichungen sollten ausgeschlossen werden. Abweichungen sind beispielsweise möglich bei Gewässerabschnitten, die Bezug zu den in Tabelle 1, Tabelle 2 oder Kapitel 3.1 aufgeführten Pegeln haben.

Für die Überprüfung auf Übereinstimmung bzw. mögliche Abweichungen ist zuerst festzustellen, in welcher Lage sich der zu untersuchende Gewässerquerschnitt zum repräsentativen Pegel befindet und wie ggf. der hydrologische **Einfluss des Zwischeneinzugsgebietes** einzuschätzen ist.

Bei vernachlässigbarem Zwischengebietseinfluss ist davon auszugehen, dass der Wert der Pegelbeobachtungsstatistik MQ_{Pegel} bzw. MNQ_{Pegel} auch für den zu untersuchenden Gewässerquerschnitt Gültigkeit besitzt. $MQ_{Querschnitt} = MQ_{Pegel}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt} = MNQ_{Pegel}$ gilt für den Fall, dass das Zwischeneinzugsgebiet eine geringe Flächengröße aufweist und zwischen Gewässerquerschnitt und repräsentativem Pegel das Abflussregime nicht signifikant durch z. B. Zuflüsse, Entnahmen oder Versickerung beeinflusst wird.

Ein signifikanter Zwischengebietseinfluss besteht hingegen, wenn das Zwischeneinzugsgebiet eine nicht zu vernachlässigende Flächengröße aufweist oder das Abflussregime deutlich durch z. B. Zuflüsse, Entnahmen oder Versickerung beeinflusst wird. In diesem Fall gilt $MQ_{Querschnitt} \neq MQ_{Pegel}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt} \neq MNQ_{Pegel}$, sodass $MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt}$ gesondert zu ermitteln ist.

Der Zwischengebietseinfluss aufgrund einer nicht zu vernachlässigenden Flächengröße des Zwischeneinzugsgebietes kann berechnet werden, indem MQ_{Pegel} bzw. MNQ_{Pegel} – wie in Gleichung (4) dargestellt – über das Verhältnis der Einzugsgebietsgrößen in $MNQ_{Querschnitt}$ umgerechnet wird. Ein potenzieller weiterer Zwischengebietseinfluss aufgrund von z. B. Zuflüssen, Entnahmen oder Versickerung ist zusätzlich zu berücksichtigen (Kapitel 4.2.6).

$$xQ_{Querschnitt} = \left(\frac{A_{E_{Querschnitt}}}{A_{E_{Pegel}}} \right) * xQ_{Pegel} \quad (4)$$

mit

$xQ_{Querschnitt}$	MQ bzw. MNQ am zu untersuchenden Gewässerquerschnitt gem. Pegelbeobachtungsstatistik
xQ_{Pegel}	MQ bzw. MNQ am repräsentativen Pegel gem. Pegelbeobachtungsstatistik
$A_{E_{Querschnitt}}$	Einzugsgebietsfläche am zu untersuchenden Gewässerquerschnitt
$A_{E_{Pegel}}$	Einzugsgebietsfläche am repräsentativen Pegel

Zeigt der durchzuführende Vergleich $MQ_{Pegel} <> MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Pegel} <> MNQ_{Querschnitt}$ im Ergebnis Abweichungen, die im Betrag unter 25 % liegen, dann können die hydrologischen Kenngrößen $MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt}$ jeweils direkt zur Verwendung als Eingangsgrößen für wasserrechtliche Vollzugsverfahren empfohlen bzw. herangezogen werden.

Grundsätzlich gilt, immer alle Informationen zu den lokalen Standortgegebenheiten (Kapitel 4.2.7) zu berücksichtigen, auch wenn der Vergleich zwischen MNQ_{Pegel} bzw. MQ_{Pegel} und $MNQ_{Querschnitt}$ bzw. $MQ_{Querschnitt}$ keine signifikanten Abweichungen ergeben hat.

Liegen die Abweichungen zwischen MNQ_{Pegel} bzw. MQ_{Pegel} und $MNQ_{Querschnitt}$ bzw. $MQ_{Querschnitt}$ über 25 %, ist es notwendig, die möglichen Ursachen konkreter zu identifizieren. Insbesondere, wenn der Beobachtungswert $MNQ_{Querschnitt}$ bzw. $MQ_{Querschnitt}$ geringer ist als MNQ_{Pegel} bzw. MQ_{Pegel} , ist zu überprüfen, inwieweit Beeinflussungen bzw. Nutzungen dafür verantwortlich sind (vgl. Kapitel 4.2.6). Hierfür können Informationen zu den lokalen Standortbedingungen, beispielsweise aus dem „Wasserbuch“ bzw. aus der Fotodokumentation zur Gewässerstrukturkartierung (s. o.) hilfreich sein (vgl. Kapitel 4.2.7).

Wird im Ergebnis der zu untersuchende Gewässerquerschnitt als signifikant beeinflusst eingeschätzt, woraus erhebliche Abweichungen resultieren, so sind andere Standardmethoden zur Bestimmung des Mittelwasserabflusses bzw. der Mindestwasserführung anzuwenden, wie in der LAWA-Empfehlung von 2001 zur Ermittlung und Festsetzung der Mindestwasserführung angegeben.

4.2.6 Überprüfung des Querschnitts auf Beeinflussungen bzw. anthropogene Nutzungen mit deutlichen Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt

Liegen für den zu untersuchenden Gewässerquerschnitt keine Pegelraten MQ_{Pegel} bzw. MNQ_{Pegel} vor, die einen Abgleich mit den abgerufenen Kennwerten $MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt}$ entsprechend Kapitel 4.2.5 ermöglichen, ist zu prüfen, ob die Hydrologie des Querschnittes gestört sein könnte oder ob gemäß der Eintragungen im „Wasserbuch“ ggf. entsprechende Nutzungen mit erheblichem Einfluss auf das Abflussregime im betreffenden Gewässerabschnitt zu berücksichtigen sind.

Diese Prüfung ist auch dann durchzuführen, wenn zwar beobachtete Pegeldurchflussdaten vorliegen, diese aber signifikant geringer sind als die aus der Datenbank abgerufenen Kennwerte $MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt}$ (vgl. Kapitel 4.2.5).

Liegen wasserrechtliche Nutzungen oder andere Beeinflussungen vor, die sich störend auf das lokale Abflussregime im betrachtungsrelevanten Gewässerabschnitt auswirken, wird empfohlen, z. B. die LAWA-Empfehlung von 2001 zur Ermittlung und Festsetzung der Mindestwasserführung anzuwenden. Dies ist auch dann der Fall, wenn zwar keine **anthropogenen** Beeinflussungen des Wasserhaushaltes im betrachtungsrelevanten Gewässerabschnitt festzustellen sind, aber anhand von Informationen zu den lokalen Standortbedingungen (vgl. Kapitel 4.2.7) davon auszugehen ist, dass besondere Bedingungen (z. B. hydrogeologische Besonderheiten) das natürliche Abflussregime wesentlich verändern.

Ergeben die Prüfschritte, dass keine signifikanten Einflussgrößen auf das natürliche Abflussregime wirken, können die aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen abgerufenen Kennwerte $MQ_{Querschnitt}$ bzw. $MNQ_{Querschnitt}$ als fachliche Eingangsgrößen z. B. für die Ermittlung und Festlegung der Mindestwasserführung herangezogen werden.

4.2.7 Einbeziehung von weiteren Informationen zu lokalen Standortbedingungen

Im Rahmen von wasserrechtlichen Vollzugsverfahren, die auch die Berücksichtigung von Niedrig- und Mittelwasserkennwerten zur fachlichen Beurteilung der anthropogenen Auswirkungen auf die ökologischen Funktionen des Gewässers bzw. Gewässerabschnittes benötigen, sind generell die hydrologischen Standortgegebenheiten des betreffenden Gewässerquerschnittes einzuschätzen. Im Rahmen dieser Einschätzung sollten sämtliche verfügbaren und relevanten Informationen zu den lokalen Standortbedingungen mit genutzt werden.

Orientierende Anhaltspunkte für eine Einschätzung der lokalen Standortbedingungen hinsichtlich evtl. Auswirkungen bestimmter (anthropogener) Einflussfaktoren auf das Abflussgeschehen im Niedrig- und Mittelwasserbereich im Zusammenhang mit Beeinflussungen durch Stauanlagen, Umfluter, Hochflutbetten oder Rückstau-Bereiche ergeben sich z. B. aus diesbezüglichen farbigen Markierungs- bzw. Hinterlegungsdarstellungen von Fließgewässerabschnitten. Diese basieren auf Datenerhebungen im Kontext der Regionalisierung von **Hochwasser**-Kennwerten, die ergänzend mit in die Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ übernommen wurden.

Standortinformationen können u. a. zentralen Datenregistern wie dem „Wasserbuch“ entnommen werden. Auch die Fotodokumentation zur ökologischen Strukturkartierung der Fließgewässer des sächsischen WRRL-Berichtsgewässernetzes (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/8584.htm#article8881>) kann wichtige gewässerabschnittsbezogene Anhaltspunkte liefern.

Wurden für den betreffenden Gewässerquerschnitt bei der Gewässerstrukturkartierung Fotos aufgenommen, sind diese über den o. g. Link verfügbar und sollten als ergänzende Zusatzinformation in die Überprüfung der Standortgegebenheiten einbezogen werden. Vorhandene spezielle Ortskenntnisse, Erfahrungen zum Gebiet oder weitere Dokumentationen sollten bei der Einschätzung ebenfalls ergänzend hinzugezogen werden.

Informationen zu hydrologischen Standortbedingungen sind insbesondere dann einzubeziehen, wenn der Kennwert aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen signifikant größer ist als der Wert aus den verfügbaren Pegelbeobachtungsdaten (vgl. Kapitel 4.2.5) oder für den zu untersuchenden Gewässerquerschnitt kein entsprechender Wert aus einer Pegelbeobachtung existiert.

Für diese Fälle ist abzuschätzen, ob und inwiefern besondere hydrogeologische Bedingungen (z. B. Versickerungstrecken) oder anthropogene Beeinflussungen (z. B. kleinere lokale Wasserentnahmen oder Aufstauungen bzw. Einleitungen) den lokalen Wasserhaushalt bzw. das Abflussregime beeinflussen. Hierbei ist vor allem auch das „Wasserbuch“ als zentrales Datenregister bestehender Gewässerbenutzungen auf relevante Eintragungen hin zu prüfen.

Sind die Informationen zu den lokalen Standortbedingungen nach Art und Umfang unzureichend, um die tatsächlichen Gegebenheiten am betreffenden Querschnitt hinlänglich beurteilen zu können, müssen z. B. über eine Ortsbegehung des Gewässerabschnittes weitere aktuelle Informationen eingeholt werden.

Wurde im Ergebnis der oben benannten Prüfschritte für den zu untersuchenden Gewässerquerschnitt eine signifikante Beeinflussung bzw. Störung des lokalen Wasserhaushaltes bzw. Abflussregimes festgestellt, wird z. B. empfohlen, die LAWA-Empfehlung von 2001 zur Ermittlung und Festsetzung der Mindestwasserführung anzuwenden. Wird der zu untersuchende Gewässerquerschnitt als weitestgehend naturnah bzw. nutzungsunbeeinflusst eingeschätzt, wird empfohlen, die aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen abgerufenen hydrologischen Niedrigwasserkennwerte $MQ_{\text{Querschnitt}}$ bzw. $MNQ_{\text{Querschnitt}}$ als fachliche Eingangsgrößen für wasserrechtliche Vollzugsverfahren zu nutzen.

4.3 Recherche – Verknüpfungen mit der Querbauwerksdatenbank

Der Anwender kann im Rahmen der Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ neben den Niedrigwasserkennwerten und mittleren Durchflüssen auch Informationen zur Durchgängigkeit der Gewässer aus der sächsischen Querbauwerksdatenbank abfragen.

In der o. g. Webanwendung sind neben den Niedrigwasserkennwerten und mittleren Durchflüssen im Gruppen-Thema „Querbauwerke (QBW)“ folgende ausgewählte Daten der Querbauwerksdatenbank zur Informationsabfrage integriert:

- Oekologischer Status der QBW
- Funktionsstatus der Fischaufstiege
- Funktionsstatus der Fischabstiege
- Betriebszustand WKA
- Querbauwerk nicht mehr vorhanden
- Gewässernetz (differenziertes, abfragbares Gewässernetz)

Fallbeispiel: Abfrage von Querbauwerksinformationen für Sohlschwelle Sportplatz Großschweidnitz

Im Fensterbereich Navigation (vgl. Kapitel 4.1, Abbildung 24) wurde das Querbauwerk „Sohlschwelle Sportplatz Großschweidnitz“ fiktiv ausgewählt. Das Querbauwerk wird durch einen Kreis im Kartenfenster markiert. Informationen zum Querbauwerk können abgefragt werden, indem unter „Inhalt“ des Navigationsbereiches das gewünschte Thema (z. B. Oekologischer Status der QBW) markiert und der Infobutton (Werkzeug 8) angeklickt wird. Danach ist das Querbauwerk zu selektieren, für das Angaben z. B. über Passierbarkeit und Art der Querverbauung abgefragt werden sollen. Es erscheint das Fenster mit den entsprechenden Objektinformationen (Abbildung 32).

The screenshot shows a navigation menu on the left and a map of Großschweidnitz on the right. A data table is overlaid on the map, displaying the following information:

GEWKZ	5822
FLUSSKILOMETER	46.1
OWK_ID	DESN_5822-1
OWK_NAME	Löbauer Wasser-1
VORRANGGEWAESSER	nein
PRIORISIERUNG_DGP	Kategorie 2
ANLAGENBEZEICHNUNG	Sohlschwelle Sportplat.
QUERVERBAUUNG	Sohlschwelle (DIN 4
ANLAGEN_HOEHE	0.4

Abbildung 32: Abfrage von Querbauwerksinformationen

Das differenzierte, abfragbare Gewässernetz (Layer-Name „Gewässernetz“) dient vorrangig der Ermittlung der Gebietskennzahl (GEBKZ) bei Anlage eines neuen Querbauwerkes in der Querbauwerksdatenbank. Aus der Querbauwerksdatenbank werden die UTM-Koordinaten an die Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ übergeben. Über den angezeigten Koordinatenpunkt kann der Nutzer die richtige Lage der Koordinaten des Querbauwerks prüfen und über das Werkzeug „Identifizieren“ im Thema „Gewässernetz“ die zugehörige Gebietskennzahl kopieren und in der Querbauwerksdatenbank ergänzen. Der Zugriff auf den Datenbestand der neuen Querbauwerksdatenbank wird voraussichtlich ab Dezember 2017 möglich sein.

Literaturverzeichnis

- AKAIKE, H. (1973): Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: PETROV, B. N. (Hrsg.): Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory, Budapest.
- BLÖSCHL, G. (2006): Geostatistische Methoden bei der hydrologischen Regionalisierung. In: Wiener Mitteilungen, Wasser-Abwasser-Gewässer, Band, 197, Technische Universität Wien, pp. 21-40.
- CONRADT, T.; KALTOFEN, M.; HENTSCHEL, M.; HATTERMANN, F. & WECHSUNG, F. (2007): Impacts of global change on water-related sectors and society in a trans-boundary central European river basin, Part 2: from ecohydrology to water demand management, in LINDENSCHMIDT, K.-E., ed., Advances in Geosciences: Large-scale hydrological modelling and the European Union water policies, Volume 11, S. 93--99.
- DHI-WASY (2009): Landeseinheitliche Regionalisierung von Hochwasserabflüssen im Land Brandenburg. Schlussbericht, DHI-WASY GmbH im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg.
- DHI-WASY (2010a): Flächenhafte Bestimmung von Hochwasserspenden. Schlussbericht, DHI-WASY GmbH im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- DHI-WASY (2010b): Überarbeitung des im Land Rheinland-Pfalz genutzten Verfahrens zur Regionalisierung von Hochwasserabflüssen. Schlussbericht, DHI-WASY GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz.
- DHI-WASY (2012): Hochwasserregionalisierung Thüringen. Schlussbericht, DHI-WASY GmbH im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.
- DHI-WASY (2014): FuE Projekt KliWES, Teil Mindestwasserabfluss. DHI-WASY GmbH im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- DWA (2009): Regionalisierung von Niedrigwasserkenngrößen. DWA-Themen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, August 2009.
- DWA (2012): Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten. Merkblatt DWA-M 552, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.
- FISCHER, M. (2008): Regionalisierung von Niedrigwasserabflüssen im Einzugsgebiet der Mulde mit Hilfe von statistischen Verfahren, Diplomarbeit, TU Dresden, Fakultät für Forst-, geo- und Hydrowissenschaften, Institut für Hydrologie und Meteorologie.
- FÜGNER, D.; SCHRAMM, M.; PETER, A. & SCHIEKEL, P. (1990): Neue Methoden zur Berechnung von Hochwasserereignisdurchflüssen mit Wahrscheinlichkeitsaussage. Wasserwirtschaft - Wassertechnik, 40 Heft 5, S. 112 - 114.
- GLOS, E. & LAUTERBACH, D. (1972): Regionale Verallgemeinerung von Niedrigwasserdurchflüssen mit Wahrscheinlichkeitsaussage. Mitteilungen des Institutes für Wasserwirtschaft, Herausgegeben vom Institut für Wasserwirtschaft Berlin, Heft 37, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin.
- HAUPT, R. (2000): Regionalisierung von Hochwasserkennwerten in Mecklenburg-Vorpommern. Institut für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft der Universität Rostock, Eigenverlag.
- LAAHA, G. (2008): Aspekte der statistischen Modellierung raumbezogener Umweltdaten am Beispiel von Abflussdaten. Universität für Bodenkultur Wien; Habilitation im Fach Umweltstatistik.
- LAAHA, G. & BLÖSCHL, G. (2006): A comparison of low flow regionalisation methods – catchment grouping. Journal of Hydrology, 323, 1-4.
- LAWA (2001): Empfehlungen zur Ermittlung von Mindestwasserabflüssen in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Schwerin, Juli 2001.
- LAWA (2013): Analyse, Dargebot und Nutzung - Textbausteine für die 2. Bewirtschaftungspläne WRRRL sowie Empfehlung zur Darstellung der deutschen Position zum ökologischen Mindestwasserabfluss für den eu-

- ropäischen CIS-Prozess. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Magdeburg, Entwurfsfassung vom 16. September 2013.
- LfU (2004): Mittlere Abflüsse und Mittlere Niedrigwasserabflüsse in Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- LfU (2005): Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe, 2005.
- EU-WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-Wasserrahmenrichtlinie).
- MERZ, R. & BLÖSCHL, G. (2005): Flood frequency regionalisation – spatial proximity vs. catchment attributes. *Journal of Hydrology*, 302, 283-306.
- MNULV (2005): Handbuch Querbauwerke - Kapitel 13: Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Düsseldorf, 2005.
- PABSTMANN, U.; PRÜß, M. & BÜTTNER, U. (1998): Das Abflussregime als Grundlage für ökologisch begründete Mindestwasserabflüsse für Ausleitungsstrecken von Kleinwasserkraftanlagen. *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen (DGM)*, 42. Jahrgang, Heft 5, S. 195 - 200, Koblenz.
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN (2012): Entwicklung des Wasserhaushalts im Südraum Leipzig unter dem Ansatz einer regionalen Klimaprojektion. Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen, Leipzig.
- LfULG (2008): Europäische Wasserrahmenrichtlinie - Neue Impulse für Sachsen. Informationsblatt Nr. 5 des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Dresden, November 2008.
- WILLEMS, W. & HIRSCHHÄUSER, T. (2004): Regionalisierung von Niedrig- und Mittelwasserkenngrößen sowie ökologischen Indizes in Schleswig-Holstein. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung*, Jahrgang 48, Heft 4, S.184-191.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Björn Fischer, Antje Becker, Susanna Horn, Katharina Köpp-Klausch
DHI WASY GmbH
Volmerstraße 8, 12489 Berlin
Telefon: +49 30 679998-0
Telefax: +49 30 679998-99
E-Mail: mail@dhi-wasy.de

Redaktion:

Holm Friese
LfULG, Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe/Referat Oberflächenwasser,
Wasserrahmenrichtlinie
Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden
Telefon: +49 351 8928-4412
Telefax: +49 351 8928-4099
E-Mail: Holm.Friese@smul.sachsen.de

Titel:

Gewässerabschnitt der Prießnitz (Jörn Levenhagen)

Redaktionsschluss:

28.04.2017

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.