

# Ermittlung der Hintergrundkonzentration von Metallen im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet für eine korrekte Bewertung und spätere Behandlung der Wasserkörperzustände vor dem Hintergrund der WRRL(EG)

Abschlussbericht zum TP 1.6

**Auftragnehmer:**

**G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Niederlassung Freiberg**

Autoren: Martin, Mirko; Kuhr, Julia



**Auftraggeber:**

**Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie**

Koordination: Lünich, Kathleen

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
**SACHSEN**

Berichtszeitraum: 11.09.2017 – 18.10.2019

Berichtsabschluss: 18.10.2019

**Gefördert durch den europäischen Fonds für Regionalentwicklung**



Europäische Union. Europäischer  
Fonds für regionale Entwicklung.  
Evropská unie. Evropský fond pro  
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.  
Interreg V A / 2014–2020

## INHALTSVERZEICHNIS

|                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>                                                                                     | <b>III</b> |
| <b>TABELLENVERZEICHNIS</b>                                                                                       | <b>IV</b>  |
| <b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>                                                                                     | <b>VI</b>  |
| <b>1 HINTERGRUND UND ZIELSTELLUNG</b>                                                                            | <b>1</b>   |
| <b>2 UNTERSUCHUNGSGEBIET</b>                                                                                     | <b>2</b>   |
| <b>3 METHODIK</b>                                                                                                | <b>5</b>   |
| <b>4 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN</b>                                                                                    | <b>6</b>   |
| 4.1 DARSTELLUNG DER GESETZLICHEN ANFORDERUNGEN BEIDER LÄNDER FÜR DEN CHEMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN ZUSTAND DER OWK | 6          |
| 4.1.1 OBERFLÄCHENWASSER                                                                                          | 6          |
| 4.1.2 GRUNDWASSER                                                                                                | 9          |
| 4.2 DARSTELLUNG DER ANFORDERUNGEN AUS DEM IKSE SEDIMENTMANAGEMENTKONZEPT                                         | 10         |
| <b>5 RECHERCHE UND VORARBEITEN</b>                                                                               | <b>12</b>  |
| 5.1 CHARAKTERISIERUNG DER GRENZGEWÄSSER-OWK                                                                      | 12         |
| 5.2 RECHERCHE SIGNIFIKANTER BERGBAUBEDINGTER QUELLEN                                                             | 13         |
| 5.3 RECHERCHE POTENZIELL GEEIGNETER NATÜRLICHER GRUNDWASSER-AUFSCHLÜSSE                                          | 13         |
| <b>6 RECHERCHEERGEBNISSE</b>                                                                                     | <b>14</b>  |
| 6.1 CHARAKTERISIERUNG DER OWK                                                                                    | 14         |
| 6.1.1 GEOLOGISCHE SITUATION                                                                                      | 14         |
| 6.1.2 ABLEITUNG DER OWK-GRUPPEN                                                                                  | 18         |
| 6.1.3 MINERALISATIONEN UND LAGERSTÄTTEN                                                                          | 20         |
| 6.1.4 BODEN UND BODENNUTZUNG                                                                                     | 27         |
| 6.1.5 WEITERE ANTHROPOGENE QUELLEN                                                                               | 30         |
| 6.2 PRIMÄRER DATENBESTAND                                                                                        | 32         |
| 6.3 SEKUNDÄRER DATENBESTAND                                                                                      | 33         |
| 6.3.1 GESTEINE                                                                                                   | 33         |
| 6.3.2 BÖDEN                                                                                                      | 37         |
| 6.3.3 BACHSEDIMENTE                                                                                              | 39         |
| 6.4 SIGNIFIKANTE BERGBAUBEDINGTE QUELLEN                                                                         | 40         |

|          |                                                    |            |
|----------|----------------------------------------------------|------------|
| <b>7</b> | <b>PROBENAHME</b>                                  | <b>43</b>  |
| 7.1      | VORBETRACHTUNG                                     | 43         |
| 7.2      | POTENZIELL GEEIGNETE PROBENAHMESTELLEN             | 45         |
| 7.2.1    | PROBENAHMESTELLEN OWK                              | 45         |
| 7.2.2    | PROBENAHMESTELLEN GRUNDWASSERAUF SCHLÜSSE          | 46         |
| 7.3      | DURCHFÜHRUNG                                       | 46         |
| 7.4      | ANALYSEPARAMETER                                   | 47         |
| 7.5      | PROBENAUFBEREITUNG UND ANALYTIK                    | 48         |
| 7.5.1    | PROBENAUFBEREITUNG                                 | 48         |
| 7.5.2    | PARAMETERSPEKTRUM UND QUALITÄTSSICHERUNG           | 49         |
| 7.6      | METEOROLOGISCHE UND HYDROLOGISCHE SITUATION        | 50         |
| 7.6.1    | METEOROLOGISCHE SITUATION                          | 50         |
| 7.6.2    | HYDROLOGISCHE SITUATION                            | 51         |
| <b>8</b> | <b>BESTIMMUNG HINTERGRUNDKONZENTRATION</b>         | <b>52</b>  |
| 8.1      | DATENAUFBEREITUNG                                  | 52         |
| 8.2      | PRÜFUNG ANTHROPOGENER EINFLÜSSE                    | 53         |
| 8.2.1    | PRÜFUNG DES BERGBAUEINFLUSSES                      | 53         |
| 8.3      | ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG DER OWK-BEPROBUNG        | 66         |
| 8.3.1    | VORSCHLÄGE FÜR HINTERGRUNDKONZENTRATIONEN          | 66         |
| 8.3.2    | NOTWENDIGKEIT DER FESTLEGUNG VON HINTERGRUNDWERTEN | 71         |
| 8.4      | ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG DER GRUNDWASSERBEPROBUNG | 73         |
| <b>9</b> | <b>ZUSAMMENFASSUNG</b>                             | <b>83</b>  |
|          | <b>LITERATURVERZEICHNIS</b>                        | <b>VII</b> |

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|              |                                                                                                                                                                             |    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: | Übersicht zu den Grenzgewässer-OWK im Kontext zu bisherigen Untersuchungen.                                                                                                 | 2  |
| Abbildung 2: | Petrogeochemische Einheiten in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK, Geologische Grundlage: GÜK 400 (1992) und geologische Karte von Tschechien 1:500.000 (ČGS 2018a). | 15 |
| Abbildung 3: | Zusammenfassung der Grenzgewässer-OWK zu Gruppen bezogen auf deren geologische Gegebenheiten.                                                                               | 18 |
| Abbildung 4: | Verteilung der Leitbodengesellschaften in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK, Bodenkundl. Grundlage: BÜK 400 Sachsen, Freiberg 1993).                                | 28 |
| Abbildung 5: | Lage der wasserführenden Bergbaustollen im EZG der Grenzgewässer-OWK auf sächsischem Territorium.                                                                           | 40 |
| Abbildung 6: | Mundloch (links) und Wasseraustritt (rechts) des Michaelis Stollns in Clausnitz (OWK-Gruppe 6).                                                                             | 54 |

## TABELLENVERZEICHNIS

|             |                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1:  | Auflistung der Grenzgewässer-OWK in der Reihenfolge von West nach Ost des Grenzgebietes sowie Zuordnung des zuständigen Landes und Untersuchungen aus früheren Studien.                                                                     | 3  |
| Tabelle 2:  | Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustands für die wässrige Phase von Oberflächengewässern (Auszug aus OGewV 2016 bzw. 401/2015 Sb.).                                                             | 7  |
| Tabelle 3:  | Chemische Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Beurteilung des ökologischen Zustandes und Potenzials für Schwebstoffe/Sedimente.                                                                                        | 8  |
| Tabelle 4:  | Überblick für die gemeinsamen Parameter und deren Schwellenwerte für die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Tschechien sowie Deutschland (Auszug der in dieser Studie betrachteten Parameter, GWRL 2006 Annex III). | 9  |
| Tabelle 5:  | Elberelevante Schadstoffe und deren Schwellenwerte zur Sedimentklassifizierung nach dem IKSE Sedimentmanagementkonzept (Auszug der in dieser Studie betrachteten Parameter, Angaben als Jahres-MW)                                          | 11 |
| Tabelle 6:  | Quellen zur Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK.                                                                                                                                                                                        | 12 |
| Tabelle 7:  | Geologische Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK, Einheiten mit Flächenanteil $A_{\text{Petrogeo}} > 20\%$ , in Klammern: $5\% \leq A_{\text{Petrogeo}} \leq 20\%$ .                                                                     | 16 |
| Tabelle 8:  | Zusammenfassung der Grenzgewässer-OWK zu OWK-Gruppen nach geologischen Gegebenheiten.                                                                                                                                                       | 18 |
| Tabelle 9:  | Mineralisationen in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK.                                                                                                                                                                              | 20 |
| Tabelle 10: | Lagerstättenkundliche Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK.                                                                                                                                                                              | 24 |
| Tabelle 11: | Zuordnung der Bodenregionen und Leitbodengesellschaften zu den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK (Greif et al. 2004 & Rank et al. 1999).                                                                                                | 27 |
| Tabelle 12: | Bodennutzung der Grenzgewässer-OWK (Flächenanteil [%], fett: $> 50\%$ )                                                                                                                                                                     | 29 |
| Tabelle 13: | Industrielle Einleitung mit potenziellem anthropogenem Schwermetalleintrag in die Grenzgewässer-OWK.                                                                                                                                        | 30 |
| Tabelle 14: | Kommunale Einleitungen mit potenziellem anthropogenem Schwermetalleintrag in die Grenzgewässer-OWK, EW: Einwohnerwert.                                                                                                                      | 31 |
| Tabelle 15: | Übersicht zu den Referenzmessstellen eines jeden Grenzgewässer-OWK in Zuständigkeit des Freistaates Sachsen, für die Gütedaten (W - Wasser, S - Sediment) im Zeitraum von 2009 bis 2016 vorliegen.                                          | 32 |
| Tabelle 16: | Mittlere Elementgehalte der in den EZG der Grenzgewässer-OWK auftretenden petrogeohemischen Einheiten (Pälchen et al. 2009), Angaben in mg/kg.                                                                                              | 34 |
| Tabelle 17: | Übersicht zu den Elementen mit erhöhten Konzentrationen in den petrogeohemischen Einheiten, welche in den OWK-Einzugsgebieten auftreten (Elementgehalte $\geq$ doppelter Clarke-Wert, basierend auf Wedepohl 1995).                         | 36 |
| Tabelle 18: | Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Oberböden bezogen auf die in den Grenzgewässer-OWK auftretenden Leitbodengesellschaften, basierend auf Rank et al. 1999, Angaben in mg/kg.                                                | 38 |
| Tabelle 19: | Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Unterböden bezogen auf die in den Grenzgewässer-OWK auftretenden Leitbodengesellschaften, basierend auf Rank et al. 1999, Angaben in mg/kg.                                               | 39 |
| Tabelle 20: | Übersicht zu wasserführenden Bergbaustollen im EZG der Grenzgewässer-OWK.                                                                                                                                                                   | 41 |
| Tabelle 21: | Größe und Lage der Grenzgewässer-OWK, Anzahl (n) der vorgesehenen Proben.                                                                                                                                                                   | 43 |
| Tabelle 22: | Auflistung der zu analysierenden Elemente für die Wasser- und Sedimentproben.                                                                                                                                                               | 48 |
| Tabelle 23: | Bestimmungsgrenzen (BG) in der Wasseranalytik.                                                                                                                                                                                              | 49 |
| Tabelle 24: | Bestimmungsgrenzen (BG) für die Analytik von $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ -Mikrowellenaufschlüssen an Sedimenten.                                                                                                                    | 49 |
| Tabelle 25: | Gewässerkundliche Hauptwerte des Durchflusses ausgewählter Pegel im EZG der Grenzgewässer-OWK für den Zeitraum der Probenahme (LfULG 2019b).                                                                                                | 51 |



|                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 26: Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 1).                                                                                                         | 55 |
| Tabelle 27: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (gelöste Gehalte, P90).                                                                                                                                | 67 |
| Tabelle 28: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (gesamte Gehalte, P90).                                                                                                                                | 68 |
| Tabelle 29: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (Sediment in Fraktion < 20 µm, P90).                                                                                                                   | 69 |
| Tabelle 30: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (Sediment in Fraktion < 63 µm, P90).                                                                                                                   | 70 |
| Tabelle 31: Aufführung der Grenzgewässer-OWK, bei denen Metall- bzw. Elementumweltqualitätsnormen bei der Bewertung für den zweiten Bewirtschaftungsplan überschritten sind bzw. HGK berücksichtigt wurden.                             | 71 |
| Tabelle 32: Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzgewässern der OWK-Gruppe 1 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%, fett und unterstrichen: Quotient ≥ 200%. | 74 |



## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

|       |                                               |
|-------|-----------------------------------------------|
| AG    | Auftraggeber                                  |
| BWP   | Bewirtschaftungsplan                          |
| EM    | Ersatzmessstelle                              |
| EW    | Einwohnerwert                                 |
| EZG   | Einzugsgebiet                                 |
| FGE   | Flussgebietseinheit                           |
| GFS   | Geringfügigkeitsschwellenwert                 |
| GrwV  | Grundwasserverordnung                         |
| GWK   | Grundwasserkörper                             |
| GÜK   | Geologische Übersichtskarte                   |
| HGK   | Hintergrundkonzentration                      |
| IKSE  | Internationale Kommission zum Schutz der Elbe |
| JD    | Jahresdurchschnitt                            |
| LHWZ  | Landeshochwasserzentrum                       |
| MHQ   | Mittlerer höchster Durchflusswert             |
| Mst.  | Messstelle                                    |
| MW    | Mittelwert                                    |
| MQ    | Mittlerer Durchflusswert                      |
| n     | Anzahl                                        |
| NSG   | Naturschutzgebiet                             |
| OGewV | Oberflächengewässerordnung                    |
| OWK   | Oberflächenwasserkörper                       |
| P50   | 50-Perzentil                                  |
| P90   | 90-Perzentil                                  |
| PM    | Priorisierte Messstelle                       |
| UQN   | Umweltqualitätsnorm                           |
| WRRL  | Wasserrahmenrichtlinie                        |
| ZHK   | Zulässige Höchstkonzentration                 |

## 1 HINTERGRUND UND ZIELSTELLUNG

Durch zu hohe Metallgehalte in Gewässern kann es zur Schädigung von Flora und Fauna kommen. Deshalb bestehen für viele Metalle Umweltqualitätsnormen (UQN), die im Gewässer zur Erreichung des guten ökologischen und chemischen Zustandes nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) einzuhalten sind. In sächsischen Fließgewässern und ihren Sedimenten bzw. Schwebstoffen treten für einige Schwermetalle und Elemente Überschreitungen der UQN auf. Einige Studien zeigten, dass neben Emissionen aus Bergbau, Industrie und Altlasten grundsätzlich geogene Ursachen für die Überschreitungen in Frage kommen (Greif & Klemm, 2006; Greif & Klemm, 2009; Greif, 2012; Martin, 2013).

Bei der Bewertung von Grund- und Oberflächenwasserkörpern (GWK bzw. OWK) nach den Vorgaben der WRRL i.V.m. § 5 (3) der Grundwasserverordnung (GrwV 2010) bzw. Anlage 9 Nr. 3.3 Oberflächengewässerordnung (OGewV 2016) können in Bezug auf die Konzentration von Metallen und Elementen geogene Hintergrundkonzentrationen berücksichtigt werden. Die natürliche Hintergrundkonzentration (HGK) ist laut § 2 OGewV 2016 definiert als die „Konzentration eines Stoffes in einem Oberflächenwasserkörper, die nicht oder nur sehr gering durch menschliche Tätigkeiten beeinflusst ist“.

Die Einzugsgebiete des tschechisch-sächsischen Grundgebirges zeichnen sich durch eine hohe geogene Vielfalt aus, wodurch eine Ableitung regionaler Hintergrundkonzentrationen für kleinräumige Gebiete erforderlich ist.

Ziel des Projektes ist es, in einem ersten Schritt die tschechisch-sächsischen Grenzgewässer-OWK hinsichtlich des geogenen Hintergrunds zu betrachten und einzuschätzen. Dabei sollen für verschiedene Metalle und Elemente in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigem Sediment konkrete Hintergrundkonzentrationen ermittelt werden, die bei der Bewertung der abweichenden UQN berücksichtigt werden können.

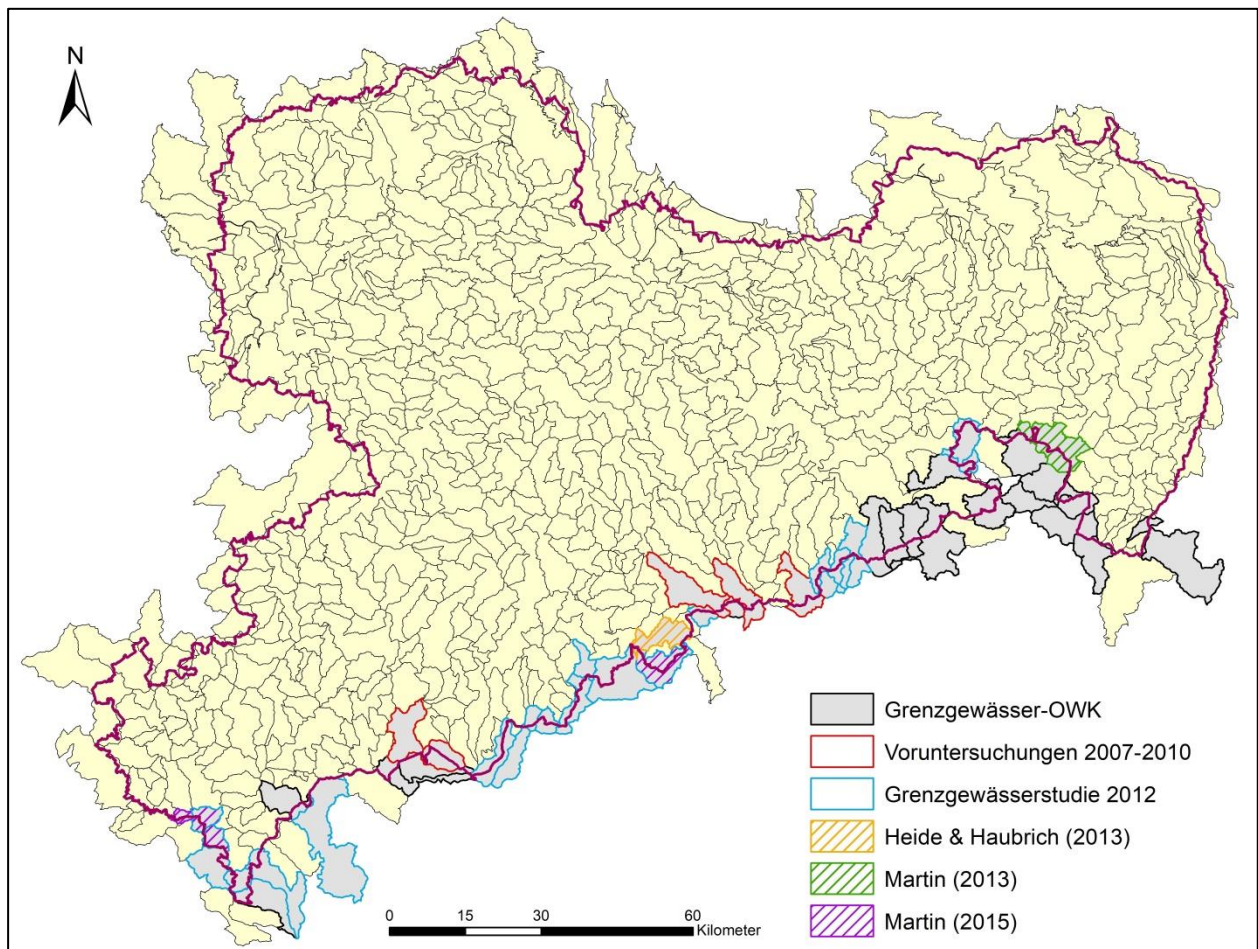
Des Weiteren sollen für einen späteren zweiten Schritt zur Bewertung von geogenen Hintergrundkonzentrationen in Grundwasserkörpern im Rahmen dieses Vorhabens erste Grundlagen geschaffen werden.



## 2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet umfasst 51 OWK des tschechisch-sächsischen Grenzgebietes (siehe Abbildung 1) mit einer Gesamtfläche von 2.090 km<sup>2</sup>, wovon ca. 57 % in der Tschechischen Republik liegen.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der TU Bergakademie Freiberg sowie anschließender Werkverträge wurden einige dieser Wasserkörper bereits untersucht. Im Zeitraum von 2007 bis 2010 erfolgten Untersuchungen für die OWK Schwarzwasser-1, Pöhlwasser-1, Freiburger Mulde-1, Weißeritz-1 sowie Müglitz-1 (Greif & Klemm 2009a, Greif & Klemm 2009b, Greif & Klemm 2010). Für 16 weitere Grenzgewässer-OWK, welche sich vom Einzugsgebiet der Weißen Elster im Westen bis zur Oberen Elbe im Osten entlang der deutsch-tschechischen Grenze erstrecken, wurde im Rahmen einer ersten Grenzgewässerstudie die Ableitung geogener Hintergrundwerte diskutiert (Greif 2012). Heide & Haubrich widmeten sich im Jahr 2013 dem Einzugsgebiet (EZG) der Zschopau. In darauffolgenden Studien von GEOS wurden die HGK im EZG der Weißen Elster (Martin 2013) sowie der Spree (Martin 2015) untersucht. Die Probenahme der Wasserkörper erfolgte für diese Studien ausschließlich auf sächsischem Territorium.



**Abbildung 1: Übersicht zu den Grenzgewässer-OWK im Kontext zu bisherigen Untersuchungen.**

Eine Auflistung der im Rahmen der gegenwärtigen Studie zu untersuchenden Grenzgewässer-OWK ist Tabelle 1 zu entnehmen.

**Tabelle 1: Auflistung der Grenzgewässer-OWK in der Reihenfolge von West nach Ost des Grenzgebietes sowie Zuordnung des zuständigen Landes und Untersuchungen aus früheren Studien.**

| Nr. | OWK-Name                              | OWK-ID            | Betreuung | Bisherige Studien                     |
|-----|---------------------------------------|-------------------|-----------|---------------------------------------|
| 1   | Wolfsbach                             | DESN_56144_CZ     | SN/CZ     | Greif (2012), Martin (2015)           |
| 2   | Lazarbach                             | DESN_566132       | SN        | Greif (2012), Martin (2015)           |
| 3   | Bílý Halštrov (Weiße Elster)          | CZXX_OHL_1410     | CZ        | -                                     |
| 4   | Weiße Elster-1                        | DESN_566-1        | SN        | Greif (2012), Martin (2015)           |
| 5   | Fleißenbach                           | DESN_53218-1      | SN        | Greif (2012)                          |
| 6   | Plesná (Fleißenbach)                  | CZXX_OHL_0130     | CZ        | -                                     |
| 7   | Sázek                                 | CZXX_OHL_0100     | CZ        | -                                     |
| 8   | Zwota                                 | DESN_53234-1      | SN        | -                                     |
| 9   | Svatava                               | CZXX_OHL_0280     | CZ        | Greif (2012)                          |
| 10  | Blatenský potok (Breitenbach)         | CZXX_OHL_1390     | CZ        | Greif & Klemm (2009a)                 |
| 11  | Černá                                 | CZXX_OHL_1380     | CZ        | -                                     |
| 12  | Schwarzwasser-1                       | DESN_5412-2       | SN        | Greif & Klemm (2009a)                 |
| 13  | Pöhlwasser-1                          | DESN_541284-1     | SN        | Greif & Klemm (2009a)                 |
| 14  | Pöhl-1 (Polava)                       | DESN_542634-1_CZ  | SN/CZ     | Greif (2012)                          |
| 15  | Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser) | CZXX_OHL_1310     | CZ        | -                                     |
| 16  | Jöhstädter Schwarzwasser              | DESN_542644       | SN        | Greif (2012)                          |
| 17  | Preßnitz-1                            | DESN_54264-2      | SN        | Greif (2012)                          |
| 18  | Schwarze Pockau-1a                    | DESN_542686-1a_CZ | SN/CZ     | Greif (2012)                          |
| 19  | Schwarze Pockau-1b                    | DESN_542686-1b    | SN        | Greif (2012)                          |
| 20  | Načetínský potok (Natzsung)           | CZXX_OHL_1360_SN  | CZ/SN     | Greif (2012)                          |
| 21  | Flájský potok (Flöha)                 | CZXX_OHL_1340     | CZ        | Greif (2012)                          |
| 22  | Flöha-1                               | DESN_54268-3      | SN        | Heide & Haubrich (2013)               |
| 23  | Schweinitz                            | DESN_542682_CZ    | SN/CZ     | Greif (2012), Heide & Haubrich (2013) |
| 24  | Moldavský potok (Freiberger Mulde)    | CZXX_OHL_1260     | CZ        | -                                     |
| 25  | Freiberger Mulde-1                    | DESN_542-1        | SN        | Greif & Klemm (2009a)                 |
| 26  | Weißeritz-1                           | DESN_5372-1       | SN        | Greif & Klemm (2009b)                 |
| 27  | Müglitz-1                             | DESN_53718-1      | SN        | Greif & Klemm (2010)                  |
| 28  | Rybný potok (Gottleuba)               | CZXX_OHL_1240     | CZ        | -                                     |
| 29  | Gottleuba-1                           | DESN_53714-1      | SN        | Greif (2012)                          |

| Nr. | OWK-Name                                         | OWK-ID        | Betreuung | Bisherige Studien |
|-----|--------------------------------------------------|---------------|-----------|-------------------|
| 30  | Mordgrundbach                                    | DESN_5371464  | SN        | Greif (2012)      |
| 31  | Petrovický potok (Bahra)                         | CZXX_OHL_1250 | CZ        | -                 |
| 32  | Bahra                                            | DESN_537146   | SN        | Greif (2012)      |
| 33  | Biela                                            | DESN_537132   | SN        | -                 |
| 34  | Cunnersdorfer Bach                               | DESN_5371328  | SN        | -                 |
| 35  | Krippenbach                                      | DESN_537116   | SN        | -                 |
| 36  | Elbe-0                                           | DESN_5-0_SN   | D/CZ      | -                 |
| 37  | Křinice                                          | CZXX_OHL_3160 | CZ        | -                 |
| 38  | Kirnitzsch-1                                     | DESN_537118-2 | SN        | -                 |
| 39  | Vilémovský potok (Sebnitz)                       | CZXX_OHL_1210 | CZ        | Greif (2012)      |
| 40  | Sebnitz                                          | DESN_537122-2 | SN        | -                 |
| 41  | Luční potok                                      | CZXX_OHL_1220 | CZ        | -                 |
| 42  | Rožanský potok (Rosenbach)                       | CZXX_OHL_1230 | CZ        | -                 |
| 43  | Spree-1                                          | DESN_582-1    | SN        | Martin (2013)     |
| 44  | Mandava/Mandau od pramene po státní hranici      | CZXX_LNO_0170 | CZ        | -                 |
| 45  | Mandau-1                                         | DESN_67414-1  | SN        | -                 |
| 46  | Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka | CZXX_LNO_0180 | CZ        | -                 |
| 47  | Lužnička                                         | CZXX_LNO_0190 | CZ        | -                 |
| 48  | Lausur                                           | DESN_674144   | SN        | -                 |
| 49  | Svitávka                                         | CZXX_OHL_0980 | CZ        | -                 |
| 50  | Lužická Nisa                                     | CZXX_LNO_0150 | CZ        | -                 |
| 51  | Lausitzer Neiße-3                                | DESN_674-3    | SN        | -                 |

### 3 METHODIK

Bei der Bearbeitung des Werkvertrages werden theoretische und praktische Aufgabenstellungen vereint. Die Methodik zur Ableitung von Hintergrundkonzentrationen für OWK im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet bezieht sich grundlegend auf die Vorgaben des Forschungsprojektes der TU Bergakademie Freiberg (Greif & Klemm 2009a) sowie weiterer Studien (u.a. Heide & Haubrich 2013, Martin 2013, Martin 2015). Sie umfasst folgende Schritte:

- Ermittlung der Einzugsgebiete (OWK), für die aufgrund der geologischen/lagerstättenkundlichen Gegebenheiten mit umweltrelevanten geogenen Belastungen zu rechnen ist,
- Aufnahme der geologischen/lagerstättenkundlichen Situation in den ausgewählten Gebieten zur Abschätzung der zu erwartenden Elementpalette,
- Prüfung des primären (bewertungsrelevanten) Datenbestandes von Wässern und Sedimenten und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars,
- Prüfung des sekundären (Meta-) Datenbestandes und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) in Bachsedimenten, Gesteinen und Böden zur Einschätzung des geochemischen Inventars,
- Prüfung des Vorkommens und der Art von Mineralisationen und Lagerstätten sowie ihrer Auswirkungen auf das Gewässersystem (ggf. Altbergbauanalyse),
- Ausgleich von Datendefiziten durch Neubeprobungen unter Berücksichtigung der geogenen Gegebenheiten und der festgelegten Methodik der vorhandenen Datenerhebungen bei einer Mindestprobenahmedichte von 1 Probe/10 km<sup>2</sup>,
- Ableitung von regionalen Hintergrundkonzentrationen (P90) für Teileinzugsgebiete in der wässrigen Phase und im schwebstoffbürtigen Sediment.

In Bezug auf die gegenwärtige Situation wird die zuvor beschriebene Vorgehensweise bis zur Ableitung der HGK durch die folgenden Verfahrensschritte ergänzt:

- Zusammenfassung der OWK zu OWK-Gruppen anhand geologischer Gesichtspunkte,
- Detaillierte Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK hinsichtlich:
  - Bodennutzung,
  - anthropogener Quellen (u.a. industrielle und kommunale Einleitungen) und
  - bergbaubedingter Quellen (wie Halden-, Sicker- und Grubenwässer).

Die Anwendung der im Forschungsprojekt der TU Bergakademie Freiberg entwickelten Methodik auf den gegenwärtigen Sachverhalt wird während der Projektbearbeitung einer intensiven Überprüfung und ggf. Anpassung unterzogen.

In einem späteren Schritt der Projektbearbeitung erfolgt die Bewertung von geogenen Hintergrundkonzentrationen in GWK. Dazu werden potenziell geeignete natürliche Grundwasseraufschlüsse recherchiert, welche zur Beurteilung natürlicher, weitgehend anthropogen unbeeinflusster Grundwasserverhältnisse dienen.

## 4 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

### 4.1 DARSTELLUNG DER GESETZLICHEN ANFORDERUNGEN BEIDER LÄNDER FÜR DEN CHEMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN ZUSTAND DER OWK

Im Jahr 2000 wurde durch das Europäische Parlament die Wasserrahmenrichtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik verabschiedet (WRRL 2000), welche seither ständig fortgeschrieben wurde (WRRL 2006, WRRL 2008, WRRL 2009, WRRL 2013, WRRL 2014). Die Mitgliedsstaaten sind hierbei die Verpflichtung eingegangen, Wasserkörper (Flüsse, Seen, Küstengewässer und Grundwasser) zu schützen, zu verbessern und zu sanieren, um bis zum Jahr 2015 bzw. bei Fristverlängerungen bis 2021 oder 2027 einen guten ökologischen und chemischen Zustand zu erreichen. Dieser wird durch biologische, hydromorphologische und chemisch-physikalische Qualitätskomponenten definiert.

Die Umsetzung der WRRL in Deutschland und Tschechien wird im Folgenden für das Oberflächen- und Grundwasser getrennt dargestellt.

#### 4.1.1 OBERFLÄCHENWASSER

##### 4.1.1.1 WASSERPHASE

Für die sächsischen Oberflächengewässer gilt die „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerordnung) vom 20.06.2016“ (OGewV 2016) zur Umsetzung der WRRL. Dabei existieren UQN zur Beurteilung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials für Se, Ag und Tl. Des Weiteren gibt die OGewV zur Beurteilung des chemischen Zustands differenzierte UQN für Cd in Abhängigkeit von der Wasserhärte ( $\text{CaCO}_3$ ) sowie UQN für Pb, Hg und Ni an.

Für die Tschechische Republik erfolgt die Umsetzung der WRRL für Oberflächenwässer nach Anwendung der aktuellen Regierungsverordnung von 2015 (401/2015 Sb.). Diese Verordnung ersetzt die ursprüngliche Verordnung aus dem Jahr 2003 (61/2003 Sb.), welche zuletzt durch die Verordnung 23/2011 Sb. geändert wurde. Die dort festgehaltenen UQN für die Beurteilung des chemischen Zustands von OWK zeigen keine Abweichungen zu denen der OGewV 2016. In Tschechien sind jedoch weitere Umweltqualitätsnormen für spezifische Schadstoffe in Oberflächengewässern festgelegt, welche in der sächsischen OGewV keine Relevanz haben.

Die im Rahmen dieser Studie relevanten Qualitätsnormen zur Beurteilung des ökologischen Zustands/Potenzials bzw. des chemischen Zustands der Grenzgewässer-OWK sind unter Angabe der jeweiligen Quelle in Tabelle 2 aufgeführt.



**Tabelle 2: Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustands für die wässrige Phase von Oberflächengewässern (Auszug aus OGewV 2016 bzw. 401/2015 Sb.).**

| Parameter                                                                                                             | Wert  | Einheit | Kompar-<br>timent | Bezug* | Bemerkungen                          | Quelle                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-------------------|--------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials |       |         |                   |        |                                      |                                                                                       |
| Selen                                                                                                                 | 3     | µg/L    | gelöst            | JD     |                                      | OGewV 2016,<br>Anlage 6                                                               |
| Silber                                                                                                                | 0,02  | µg/L    | gelöst            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Thallium                                                                                                              | 0,2   | µg/L    | gelöst            | JD     |                                      |                                                                                       |
| UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands – UQN prioritäre Stoffe                                                   |       |         |                   |        |                                      |                                                                                       |
| Cadmium                                                                                                               | ≤0,08 | µg/L    | gelöst            | JD     | HKL 1 (<40 mg/L CaCO <sub>3</sub> )  | OGewV 2016,<br>Anlage 8, Tab. 2<br><br>&<br><br>401/2015 Sb.,<br>Anlage 3, Tab.<br>1b |
|                                                                                                                       | 0,08  | µg/L    | gelöst            | JD     | HKL 2 (<50 mg/L CaCO <sub>3</sub> )  |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 0,09  | µg/L    | gelöst            | JD     | HKL 3 (<100 mg/L CaCO <sub>3</sub> ) |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 0,15  | µg/L    | gelöst            | JD     | HKL 4 (<200 mg/L CaCO <sub>3</sub> ) |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 0,25  | µg/L    | gelöst            | JD     | HKL 5 (≥200 mg/L CaCO <sub>3</sub> ) |                                                                                       |
| Cadmium                                                                                                               | ≤0,45 | µg/L    | gelöst            | ZHK    | HKL 1 (<40 mg/L CaCO <sub>3</sub> )  |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 0,45  | µg/L    | gelöst            | ZHK    | HKL 2 (<50 mg/L CaCO <sub>3</sub> )  |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 0,6   | µg/L    | gelöst            | ZHK    | HKL 3 (<100 mg/L CaCO <sub>3</sub> ) |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 0,9   | µg/L    | gelöst            | ZHK    | HKL 4 (<200 mg/L CaCO <sub>3</sub> ) |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 1,5   | µg/L    | gelöst            | ZHK    | HKL 5 (≥200 mg/L CaCO <sub>3</sub> ) |                                                                                       |
| Blei                                                                                                                  | 1,2** | µg/L    | gelöst            | JD     |                                      |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 14    | µg/L    | gelöst            | ZHK    |                                      |                                                                                       |
| Quecksilber                                                                                                           | 0,07  | µg/L    | gelöst            | ZHK    |                                      |                                                                                       |
| Nickel                                                                                                                | 4*    | µg/L    | gelöst            | JD     |                                      |                                                                                       |
|                                                                                                                       | 34    | µg/L    | gelöst            | ZHK    |                                      |                                                                                       |
| Weitere UQN aus der tschechischen Regierungsverordnung                                                                |       |         |                   |        |                                      |                                                                                       |
| Antimon                                                                                                               | 250   | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      | 401/2015 Sb.,<br>Anlage 3, Tab.<br>1c                                                 |
| Arsen                                                                                                                 | 11    | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Barium                                                                                                                | 180   | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Beryllium                                                                                                             | 0,5   | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Bor                                                                                                                   | 300   | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Aluminium                                                                                                             | 1000  | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Chrom                                                                                                                 | 18    | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Kobalt                                                                                                                | 3     | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |
| Mangan                                                                                                                | 300   | µg/L    | gesamt            | JD     |                                      |                                                                                       |

| Parameter | Wert | Einheit | Kompartiment | Bezug* | Bemerkungen | Quelle |
|-----------|------|---------|--------------|--------|-------------|--------|
| Kupfer    | 14   | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Molybdän  | 18   | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Selen     | 2    | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Silber    | 3,5  | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Uran      | 24   | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Vanadium  | 18   | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Zink      | 92   | µg/L    | gesamt       | JD     |             |        |
| Eisen     | 1    | mg/L    | gesamt       | JD     |             |        |

\* UQN-JD bezieht sich auf Jahresdurchschnittskonzentration, UQN-ZHK bezieht sich auf die zulässige Höchstkonzentration innerhalb eines Messjahres

\*\* Diese UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen.

#### 4.1.1.2 SCHWEBSTOFFE/SEDIMENTE

Für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtige Sedimente von sächsischen Oberflächengewässern wurden für die Elemente As, Cr, Cu und Zn verbindliche Qualitätsnormen festgelegt (OGewV 2016, Anlage 6). Die Einhaltung dieser Normen ist an Messstellen nachzuweisen, die die Belastungen der Oberflächenwasserkörper repräsentativ abbilden. In der OGewV wird erstmals das Korngrößenspektrum für Schwebstoffe/Sedimente (Fraktion <63 µm) geregelt. Damit tritt gegenüber den bisherigen Sedimentuntersuchungen der Fraktion <20 µm durch die Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen ein Bruch ein.

Umweltqualitätsnormen zur Beurteilung des ökologischen Zustands bzw. ökologischen Potenzials für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtiges Sediment sind lediglich in der deutschen OGewV festgehalten (siehe Tabelle 3).

Zur Bewertung der Sedimente wurden in der tschechischen Regierungsverordnung aus dem Jahr 2011 UQN für die chemischen Qualitätskomponenten Hg, Cd, Pb sowie Ni festgelegt. Diese wurden jedoch durch die neue Verordnung von 2015 abgeschafft, wodurch ausschließlich Qualitätsnormen für Wasser und Biota existieren.

**Tabelle 3: Chemische Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Beurteilung des ökologischen Zustandes und Potenzials für Schwebstoffe/Sedimente.**

| Parameter                                                                                                                    | Wert | Einheit | Kompartiment    | Bezug | Quelle               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------------|-------|----------------------|
| <b>UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials</b> |      |         |                 |       |                      |
| Arsen                                                                                                                        | 40   | mg/kg   | Schweb/Sediment | JD    | OGewV 2016, Anlage 6 |
| Chrom                                                                                                                        | 640  | mg/kg   | Schweb/Sediment | JD    |                      |
| Kupfer                                                                                                                       | 160  | mg/kg   | Schweb/Sediment | JD    |                      |
| Zink                                                                                                                         | 800  | mg/kg   | Schweb/Sediment | JD    |                      |

#### 4.1.2 GRUNDWASSER

Das Grundwasser steht für gewöhnlich in Wechselwirkung mit dem Oberflächenwasser. Daher können erhöhte Stoffkonzentrationen in GWK Auswirkungen auf OWK haben. In Ergänzung zur EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) legt die Grundwasserrichtlinie (Richtlinie 2006/118/EG, geändert durch die Richtlinie 2014/80/EU der Kommission vom 20. Juni 2014) Qualitätskriterien zur Verhinderung oder Begrenzung des Eintrags von Schadstoffen in das Grundwasser fest. Diese Richtlinie fordert eine Festlegung aller EU-Mitgliedsstaaten von Schwellenwerten für neun vorgegebene Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen gemäß Anhang 3, Teil B (u.a. Arsen, Cadmium, Blei und Quecksilber).

**Schwellenwert:** Konzentration eines Schadstoffes oder einer Schadstoffgruppe im Grundwasser, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt festgelegt wird (GWRL 2006). Er gilt an einer Messstelle als eingehalten, wenn das arithmetische Mittel der im Zeitraum von einem Jahr gemessenen Konzentrationen an dieser Messstelle kleiner oder gleich dem Schwellenwert ist.

Die Tschechische Republik und die Bundesrepublik Deutschland haben jeweils auf nationaler Ebene Schwellenwerte für Grundwasser festgelegt, welche dem Internationalen Bewirtschaftungsplan der Flussgebietseinheit (FGE) Elbe zu entnehmen sind (IKSE 2015, siehe Tabelle 4). Dabei erfolgt die Umsetzung der deutschen Schwellenwerte für Grundwasser durch die Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (GrwV 2010, geändert im BGBl. I S. 1044 vom 9. Mai 2017).

**Tabelle 4: Überblick für die gemeinsamen Parameter und deren Schwellenwerte für die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Tschechien sowie Deutschland (Auszug der in dieser Studie betrachteten Parameter, GWRL 2006 Annex III).**

| Parameter                                                                                                                              | Wert für den guten Zustand in Deutschland <sup>1</sup> | Wert für den guten Zustand in Tschechien | Einheit |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| <b>Festgelegte Schwellenwerte nach GWRL 2006</b>                                                                                       |                                                        |                                          |         |
| Arsen                                                                                                                                  | 10                                                     | 10                                       | µg/L    |
| Cadmium                                                                                                                                | 0,5                                                    | 0,25                                     | µg/L    |
| Blei                                                                                                                                   | 10                                                     | 1,2                                      | µg/L    |
| Quecksilber                                                                                                                            | 0,2                                                    | 0,05                                     | µg/L    |
| Aluminium                                                                                                                              | -                                                      | 200                                      | µg/L    |
| <b>Weitere für Sachsen relevante Parameter (nach Anlage 7 und 8 GrwV 2010) und deren Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA 2004</b> |                                                        |                                          |         |
| Kupfer                                                                                                                                 | 14                                                     | -                                        | µg/L    |
| Nickel                                                                                                                                 | 14                                                     | -                                        | µg/L    |
| Vanadium                                                                                                                               | 4                                                      | -                                        | µg/L    |
| Zink                                                                                                                                   | 58                                                     | -                                        | µg/L    |

<sup>1</sup> Umsetzung in Deutschland durch GrwV 2010



Zuzüglich zu den nach GrwV Anlage 2 vorgegebenen Grundwasserqualitätsnormen und Schwellenwerten wurden für weitere für Sachsen relevante Parameter (nach Anlage 7 und 8 GrwV 2010) Schwellenwerte unter Berücksichtigung sogenannter Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA (LAWA 2004) abgeleitet.

Überschreiten die regionalen oder lokalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die GFS-Werte, können von den zuständigen Behörden nach den Vorgaben der Grundwasserverordnung abweichende Schwellenwerte festgelegt werden.

## 4.2 DARSTELLUNG DER ANFORDERUNGEN AUS DEM IKSE SEDIMENTMANAGEMENTKONZEPT

Am 8. Oktober 1990 trat die Vereinbarung über die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Tschechischen Republik in Kraft. Zu deren Hauptzielen zählen der Hochwasserschutz, die Verbesserung der Gewässergüte, Gewässerstruktur und Durchgängigkeit sowie die Reduzierung signifikanter stofflicher Belastungen mit Nährstoffen und Schadstoffen. Zur Umsetzung dieser Ziele ist eine Verbesserung des Zustands der Elbe und ihrer Hauptnebenflüsse in physikalischer, chemischer und biologischer Hinsicht unabdingbar. Dabei ist es zur ganzheitlichen Bewertung der Gewässerqualität notwendig, neben der Wasserphase auch die Feststoffphase (Sedimente und Schwebstoffe) in Bezug auf deren Schadstoffbelastung zu bewerten. Die Expertengruppe „Sedimentmanagement“ der IKSE hat in diesem Zusammenhang ein Sedimentmanagementkonzept für die internationale FGE Elbe ausgearbeitet, welches die Aspekte Qualität, Hydromorphologie und Quantität des Sedimentmanagements umfasst (IKSE 2014).

Zur qualitativen Zustandsbewertung von Fließgewässersedimenten wurden in Übereinstimmung mit dem Ansatz des ersten Bewirtschaftungsplans (IKSE 2009) 29 Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen als Indikatoren festgelegt. Anhand der bedeutenden Schadstoffgehalte im Sediment erfolgt eine Klassifizierung (siehe Tabelle 5). Es werden dabei jeweils ein unterer und ein oberer Schwellenwert betrachtet, wodurch sich drei Klassen bilden:

- Unterschreitung des unteren Schwellenwertes (grün)
- Zwischen unterem und oberem Schwellenwert (gelb)
- Überschreitung des oberen Schwellenwertes (rot)

Der untere Schwellenwert (UWS) stellt eine schadstoffspezifische, formale Grenze dar, unterhalb derer nach gegenwärtigem Kenntnisstand alle von einem guten Sedimentzustand abhängigen Bewirtschaftungsziele erreicht werden können. Der obere Schwellenwert entspricht grundsätzlich denen im Rahmen der nationalen Umsetzungen der EG-WRRL (OGewV 2011, Anl. 5 bzw. Regierungsverordnung ČR 23/2011 Sb., Teil B, Tab. 2) gültigen UQN für Schadstoffe in Sedimenten. Beide nationale Regelungen werden im Kontext des Sedimentmanagementkonzeptes als gleichrangig angesehen. Der obere Schwellenwert (OWS) wird im Folgenden bei der Bewertung der Fließgewässersedimente in den Grenzgewässer-OWK als sogenannten „IKSE-Wert“ herangezogen.

**Tabelle 5: Elberelevante Schadstoffe und deren Schwellenwerte zur Sedimentklassifizierung nach dem IKSE Sedimentmanagementkonzept (Auszug der in dieser Studie betrachteten Parameter, Angaben als Jahres-MW)**

| Schadstoff                | Maßeinheit | Unterer Schwellenwert (USW) |             | Oberer Schwellenwert (OSW) | Quelle OSW               |
|---------------------------|------------|-----------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Quecksilber</b>        | mg/kg      | 0,15                        | 0,15 – 0,47 | 0,47                       | 23/2011 Sb. <sup>2</sup> |
| <b>Cadmium</b>            | mg/kg      | 0,22                        | 0,22 – 2,3  | 2,3                        | 23/2011 Sb.              |
| <b>Blei</b>               | mg/kg      | 25                          | 25 – 53     | 53                         | 23/2011 Sb.              |
| <b>Zink</b>               | mg/kg      | 200                         | 200 – 800   | 800                        | OGewV 2011 <sup>3</sup>  |
| <b>Kupfer</b>             | mg/kg      | 14                          | 14 – 160    | 160                        | OGewV 2011               |
| <b>Nickel<sup>1</sup></b> | mg/kg      | 3                           | 3 – 53      | 53                         | 23/2011 Sb.              |
| <b>Arsen</b>              | mg/kg      | 7,9                         | 7,9 – 40    | 40                         | OGewV 2011               |
| <b>Chrom</b>              | mg/kg      | 26                          | 26 – 640    | 640                        | OGewV 2011               |

<sup>1</sup> Schwellenwerte wurden überarbeitet und durch Gremien der FGG Elbe bestätigt.

<sup>2</sup> Tschechische Regierungsverordnung 23/2011 Sb., Teil B, Tab. 2.

<sup>3</sup> Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429), Anlage 5.

Für den im Rahmen dieser Studie zu betrachtenden Schadstoff Nickel ergaben sich für das Sedimentmanagementkonzept zunächst identische Werte für den USW und OSW. Um eine Abstufung zu ermöglichen, wurden die Schwellenwerte für diese Stoffe erneut diskutiert. Für Nickel wurden der untere und obere Schwellenwert von je 3 mg/kg zunächst ohne die natürliche Hintergrundbelastung definiert, die in Prange *et al.* (1997) für das Elbeeinzugsgebiet mit 53 mg/kg angenommen werden kann. Der OSW wurde jetzt entsprechend angepasst. Die Anpassungen für diesen Stoff wurden durch die Gremien der FGG Elbe bestätigt.

Die nationalen Verordnungen OGewV 2011 und 23/2011 Sb., welche als Quelle für die Schwellenwerte des IKSE Sedimentmanagementkonzeptes dienen, wurden mittlerweile fortgeschrieben und durch die Verordnungen OGewV 2016 bzw. 401/2015 Sb. ersetzt. Dennoch finden die auf Basis der alten Verordnungen definierten Schwellenwerte für das Gewässersediment, weiter als IKSE-Werte bezeichnet, für den gegenwärtigen Sachverhalt Anwendung.

## 5 RECHERCHE UND VORARBEITEN

### 5.1 CHARAKTERISIERUNG DER GRENZGEWÄSSER-OWK

Gemäß der Leistungsbeschreibung sind 51 tschechisch-sächsische Grenzgewässer-OWK ausführlich zu charakterisieren. Die Recherche umfasst eine sorgfältige Wasserkörperanalyse, welche neben dem Bergbaueinfluss folgende Parameter beinhaltet:

- geologische Situation,
- vorhandene Mineralisationen und Lagerstätten,
- hydrogeochemische Verhältnisse,
- Boden/Bodennutzung sowie
- anthropogene Quellen.

Folgende Quellen zur Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK wurden genutzt:

**Tabelle 6: Quellen zur Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK.**

| Parameter                                | Quelle D                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Quelle CZ                                                                                                                            |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Geologie</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GÜK 400 Sachsen (1992)</li> <li>▪ GÜK 200 (1999)</li> <li>▪ Geochemischer Atlas (Kardel <i>et al.</i> 2006)</li> <li>▪ Geochemischer Atlas – Teil 2: Spurenelemente in Bachsedimenten (Greif <i>et al.</i> 2004)</li> <li>▪ Pälchen (2009)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geologische Karte 1:500.000 des Tschechischen geologischen Dienstes (ČGS 2018a)</li> </ul>  |
| <b>Mineralisationen und Lagerstätten</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland (Wasternack <i>et al.</i> 1995)</li> <li>▪ Baumann <i>et al.</i> (2000)</li> <li>▪ Hösel <i>et al.</i> (1997)</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland (Wasternack <i>et al.</i> 1995)</li> </ul>       |
| <b>Hydrogeochemische Verhältnisse</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gewässergütedaten des BfUL-Messnetzes, Download aus online verfügbaren Access-Datenbanken (LfULG 2019a)</li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gewässergütedaten des Tschechischen Hydrometeorologischen Institutes (CHMI 2018)</li> </ul> |
| <b>Boden/ Bodennutzung</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BÜK 400 (2017)</li> <li>▪ Bodenatlas des Freistaates Sachsen (Rank <i>et al.</i> 1999)</li> <li>▪ Landnutzungsdaten (LfULG 2017a)</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bodenkarte 1:50.000 des Tschechischen geologischen Dienstes (ČGS 2018a)</li> </ul>          |
| <b>Anthropogene Quellen</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kommunale Kläranlagen (Geodatendownload, LfULG 2015)</li> <li>▪ Industrielle Direkteinleitungen (Datenübergabe, LfULG 2017b)</li> </ul>                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informationen nicht zugänglich</li> </ul>                                                   |

Auf der Grundlage der geologischen Charakterisierung der OWK erfolgt eine Zusammenfassung geogen ähnlicher OWK zu OWK-Gruppen.

## 5.2 RECHERCHE SIGNIFIKANTER BERGBAUBEDINGTER QUELLEN

Zur korrekten Auswahl anthropogen (weitgehend) unbelasteter Gebiete in den Grenzgewässer-OWK war es notwendig, in einem ersten Schritt bergbaubedingte Quellen zu identifizieren und zu charakterisieren. Zu signifikanten bergbaubedingten Quellen gehören u.a. Haldensickerwässer sowie Gruben- und Stollenwässer.

Als umfangreichste Quelle für diese Bewertungen stand die Studie zur Bergbaukulisse der sächsischen OWK (Martin *et al.* 2019) zur Verfügung. Diese wurde für die zu betrachtenden Grenzgewässer-OWK ausgewertet.

Weiterhin standen für Sachsen die Steckbriefe wichtiger wasserführender Bergbaustollen zur Verfügung (LfULG 2018a). Darüber hinaus wurden Ergebnisse zum OWK Schwarzwasser-1 aus der Vorhabens- und Sanierungsplanung (Kuhr *et al.* 2019), insbesondere hinsichtlich des Bergbaueinflusses einbezogen.

Für die Recherche von Bergbauobjekten auf tschechischem Territorium des Untersuchungsgebietes wurde neben der Studie von Martin *et al.* (2019) auf das Altbergbaukataster des Tschechischen geologischen Dienstes (ČGS 2018b) zurückgegriffen. Die tschechischen Bergbaudaten wurden in Form von WMS-Service-Layern von der Homepage abgerufen.

Neben diesen Datenquellen wurden auch eigene Kenntnisse aus vorherigen Projekten einbezogen.

## 5.3 RECHERCHE POTENZIELL GEEIGNETER NATÜRLICHER GRUNDWASSER-AUFSCHLÜSSE

Für die Bewertung von geogenen Hintergrundkonzentrationen in GWK sollen 20 geeignete natürliche Grundwasseraufschlüsse (zwei je OWK-Gruppe) recherchiert werden, die zur Beurteilung natürlicher, weitgehend anthropogen unbeeinflusster Grundwasserverhältnisse herangezogen werden können.

Die Recherche geeigneter GW-Aufschlüsse umfasst dabei nur solche Aufschlüsse, die das Grundwasser i. d. R. in der obersten Zersatzzone erschließen. Diese Grundwässer stehen mit der Vorflut (Gräben, Bächen etc.) hydraulisch in Verbindung. Neben flachen, etwa bis zu 6 m tiefen, Grundwassermessstellen können auch Schächte, Schrote und/oder Flachbrunnen, die der Trink- oder Brauchwassergewinnung dienen, genutzt werden.

Als wichtige Option der Recherche kristallisiert sich die Vielzahl an Klein- und Quellwasserfassungen heraus, welche früheren hydrogeologischen Kreisübersichtsgutachten der DDR zu entnehmen sind.

Die Zuordnung der Grundwasseraufschlüsse zu den jeweiligen OWK erfolgt durch Zuordnung über topografische Karten.

## 6 RECHERCHEERGEBNISSE

### 6.1 CHARAKTERISIERUNG DER OWK

#### 6.1.1 GEOLOGISCHE SITUATION

Der Großteil der OWK im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet liegt im Naturpark Erzgebirge/Vogtland, zu dem das Fichtelgebirge im Südosten und der Erzgebirgskamm im Süden Sachsen zählen. Weiter östlich schließt sich das Elbsandsteingebirge an. Im Osten des Grenzbereiches befindet sich das Lausitzer Bergland und im Südosten das Zittauer Gebirge.

Die Zuordnung der geologischen Einheiten zu den jeweiligen OWK erfolgte in ArcGIS auf Basis der GÜK 400 (1992) sowie GÜK 200 (1999) des Freistaates Sachsen, denen die Geologie auf tschechischem Territorium teilweise ebenfalls zu entnehmen ist. Bei Datenlücken zur tschechischen Geologie wurde die Geologische Karte 1:500.000 (ČGS 2018a) herangezogen. Die geologischen Gegebenheiten in den EZG der Grenzgewässer-OWK sind in Abbildung 2 dargestellt.

Im Erzgebirge, welches von Westen her bis zu zwei Drittel des Grenzgebietes einnimmt, überwiegen geologisch metamorphe Gesteine, wie Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite. Magmatische Gesteine sind als granitische bzw. granodioritische Intrusionen sowie tertiäre Phonolithe und Basaltoide anzutreffen. Im Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge treten hauptsächlich Sedimente der Kreide auf. Das Oberlausitzer Bergland hingegen wird dominiert von Granodioriten und Metagranitoiden.

Mithilfe der Verschneidungsfunktion in ArcGIS (Analysis Tools – Overlay – Identity) konnten die petrogeochemischen Einheiten den Grenzgewässer-OWK zugeordnet und deren jeweilige Flächenanteile im OWK bestimmt werden. Diese sind tabellarisch in Anlage 1 aufgeführt.

Auf Basis der ermittelten Flächenanteile der jeweiligen geologischen Einheiten, wurden den Grenzgewässer-OWK die dominierenden Einheiten mit einem Flächenanteil von > 20 % zugeordnet (siehe Tabelle 7).



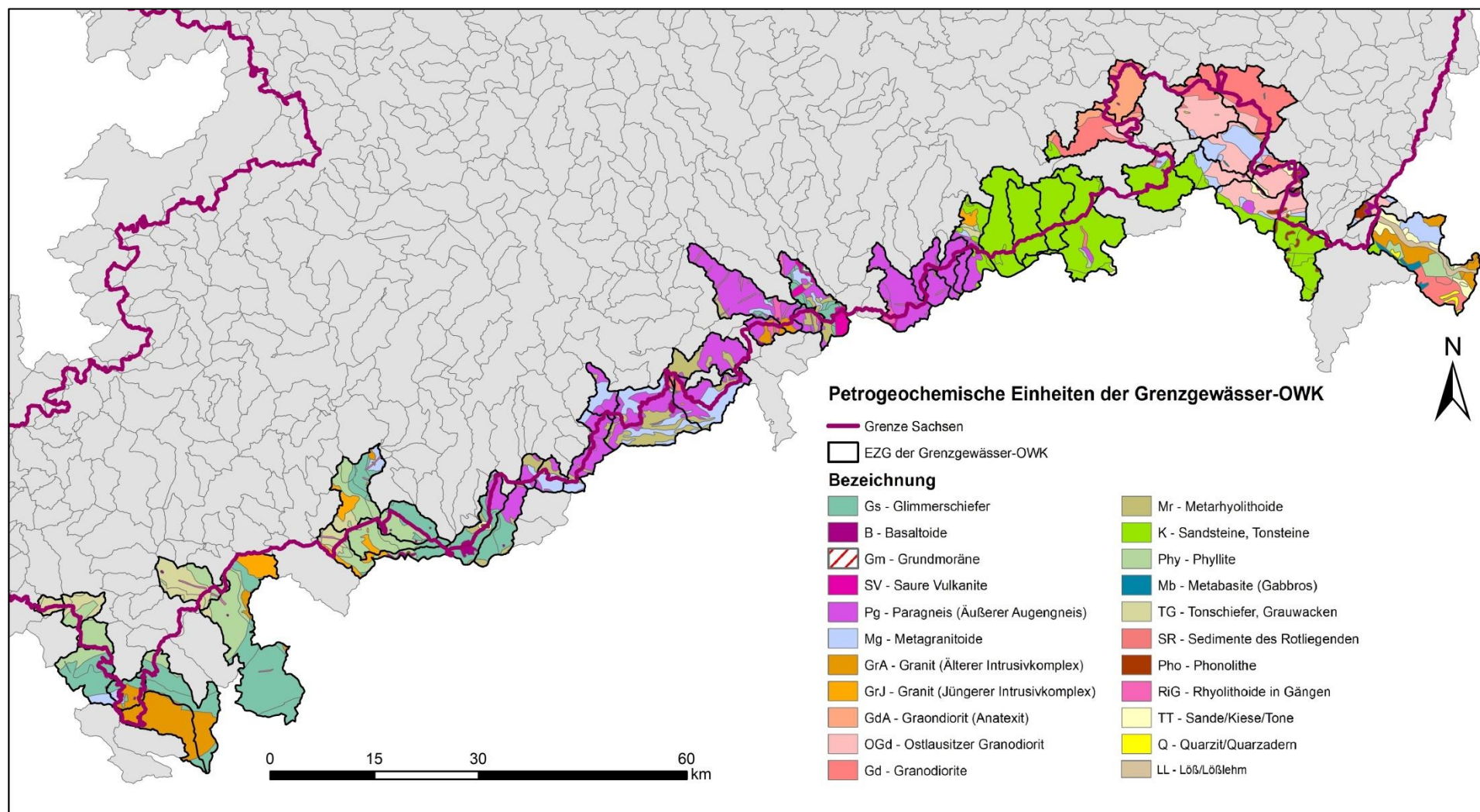


Abbildung 2: Petrogeochemische Einheiten in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK, Geologische Grundlage: GÜK 400 (1992) und geologische Karte von Tschechien 1:500.000 (ČGS 2018a).

**Tabelle 7: Geologische Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK, Einheiten mit Flächenanteil  $A_{\text{Petrogeo}} > 20\%$ , in Klammern:  $5\% \leq A_{\text{Petrogeo}} \leq 20\%$ .**

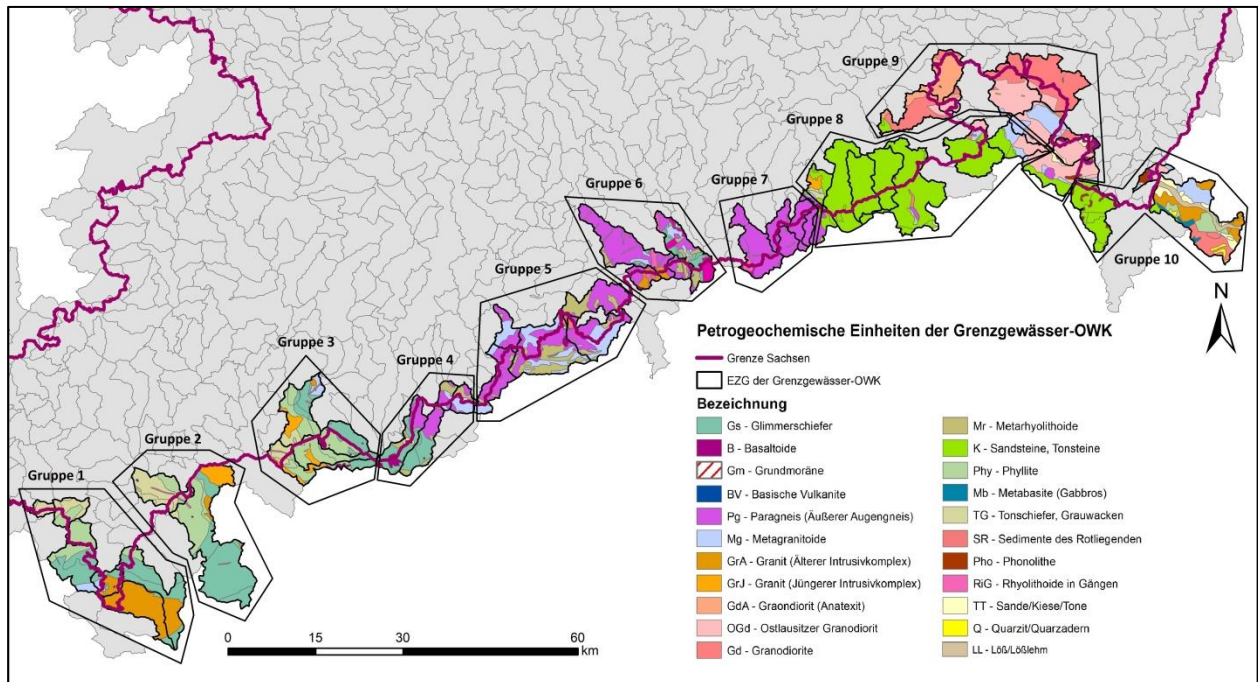
| OWK-ID            | OWK-Name                              | Geologische Einheiten                                                                                   |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DESN_56144_CZ     | Wolfsbach                             | Tonschiefer/Grauwacken                                                                                  |
| DESN_566132       | Lazarebach                            | Tonschiefer/Grauwacken, Phyllit                                                                         |
| DESN_566-1        | Weißer Elster-1                       | Phyllit                                                                                                 |
| CZXX_OHL_1410     | Bílý Halštov (Weißer Elster)          | Glimmerschiefer, Phyllit, (Metagranitoide)                                                              |
| DESN_53218-1      | Fleißbach                             | Granit-Älterer Intrusivkomplex, Glimmerschiefer, (Metagranitoide)                                       |
| CZXX_OHL_0130     | Plesná (Fleißbach)                    | Glimmerschiefer, Granit-Älterer Intrusivkomplex, (Phyllit)                                              |
| CZXX_OHL_0100     | Sázek                                 | Granit-Älterer Intrusivkomplex, (Glimmerschiefer)                                                       |
| DESN_53234-1      | Zwota                                 | Tonschiefer/Grauwacken, Phyllit                                                                         |
| CZXX_OHL_0280     | Svatava                               | Glimmerschiefer, Phyllit, (Granit-Jüngerer Intrusivkomplex)                                             |
| CZXX_OHL_1390     | Blatenský potok (Breitenbach)         | Phyllit, Tonschiefer/Grauwacken, (Glimmerschiefer), (Granit-Jüngerer Intrusivkomplex)                   |
| CZXX_OHL_1380     | Černá (Schwarzwasser)                 | Phyllit, (Glimmerschiefer), (Granit-Jüngerer Intrusivkomplex)                                           |
| DESN_5412-2       | Schwarzwasser-1                       | Phyllit, Glimmerschiefer, (Granit-Jüngerer Intrusivkomplex), (Tonschiefer/Grauwacken), (Metagranitoide) |
| DESN_541284-1     | Pöhlwasser-1                          | Glimmerschiefer, Phyllit                                                                                |
| DESN_542634-1_CZ  | Pöhl-1 (Polava)                       | Glimmerschiefer, Paragneis, (Basaltoid), (Metarhyolithoide)                                             |
| CZXX_OHL_1310     | Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser) | Glimmerschiefer, Paragneis, (Metarhyolithoide)                                                          |
| DESN_542644       | Jöhstädter Schwarzwasser              | Metarhyolithoide, Paragneis, (Metagranitoide)                                                           |
| DESN_54264-2      | Preßnitz-1                            | Metagranitoide, Metarhyolithoide, Paragneis                                                             |
| DESN_542686-1a_CZ | Schwarze Pockau-1a (Černá)            | Paragneis, (Metagranitoide), (Metarhyolithoide)                                                         |
| DESN_542686-1b    | Schwarze Pockau-1b                    | Paragneis, (Metagranitoide)                                                                             |
| CZXX_OHL_1360_SN  | Načertínský potok (Natzschung)        | Paragneis, Metagranitoide, Metarhyolithoide                                                             |
| DESN_54268-3      | Flöha-1                               | Paragneis, Metarhyolithoide                                                                             |
| DESN_542682_CZ    | Schweinitz                            | Metagranitoide, Paragneis, (Metarhyolithoide)                                                           |
| CZXX_OHL_1340     | Flájský potok (Flöha)                 | Paragneis, Granit-Älterer Intrusivkomplex, (Rhyolithoide in Gängen)                                     |
| DESN_542-1        | Freiberger Mulde-1                    | Paragneis, (Rhyolithoide in Gängen), (Granit-Älterer Intrusivkomplex)                                   |
| CZXX_OHL_1260     | Moldavský potok (Freiberger Mulde)    | Paragneis, Metarhyolithoide, (Rhyolithoide in Gängen), (Glimmerschiefer)                                |



| OWK-ID        | OWK-Name                                         | Geologische Einheiten                                                                                             |
|---------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DESN_5372-1   | Weißeritz-1                                      | Glimmerschiefer, Saure Vulkanite, Paragneis, (Metarhyolithoide), (Metagranitoide)                                 |
| DESN_53718-1  | Müglitz-1                                        | Paragneis, (Rhyolithoide in Gängen)                                                                               |
| DESN_53714-1  | Gottleuba-1                                      | Paragneis                                                                                                         |
| CZXX_OHL_1240 | Rybný potok (Gottleuba)                          | Paragneis                                                                                                         |
| DESN_5371464  | Mordgrundbach                                    | Paragneis                                                                                                         |
| CZXX_OHL_1250 | Petrovický potok (Bahra)                         | Paragneis                                                                                                         |
| DESN_537146   | Bahra                                            | Sandsteine/Tonsteine, Paragneis, (Granit-Jüngerer Intrusivkomplex), (Tonschiefer/Grauwacken)                      |
| DESN_537132   | Biela                                            | Sandsteine/Tonsteine                                                                                              |
| DESN_5371328  | Cunnersdorfer Bach                               | Sandsteine/Tonsteine                                                                                              |
| DESN_537116   | Krippenbach                                      | Sandsteine/Tonsteine                                                                                              |
| DESN_5-0_SN   | Elbe-0                                           | Sandsteine/Tonsteine                                                                                              |
| DESN_537118-2 | Kirnitzsch-1                                     | Sandsteine/Tonsteine, Granodiorite, (Granodiorit-Anatexit)                                                        |
| CZXX_OHL_3160 | Křinice (Kirnitzsch)                             | Sandsteine/Tonsteine, Ostlausitzer Granodiorit, Metagranitoide                                                    |
| DESN_537122-2 | Sebnitz                                          | Ostlausitzer Granodiorit, (Rhyolithoide in Gängen)                                                                |
| CZXX_OHL_1210 | Vilémovský potok (Sebnitz)                       | Ostlausitzer Granodiorit, Granodiorit-Anatexit, (Granodiorite)                                                    |
| CZXX_OHL_1220 | Luční potok                                      | Granodiorit-Anatexit, (Granodiorite)                                                                              |
| CZXX_OHL_1230 | Rožanský potok (Rosenbach)                       | Ostlausitzer Granodiorit, Granodiorite                                                                            |
| DESN_582-1    | Spree-1                                          | Granodiorite, (Ostlausitzer Granodiorit)                                                                          |
| CZXX_LNO_0170 | Mandava/Mandau od pramene po státní hranici      | Metagranitoide, Ostlausitzer Granodiorit                                                                          |
| DESN_67414-1  | Mandau-1                                         | Granodiorite, Metagranitoide, Ostlausitzer Granodiorit                                                            |
| CZXX_LNO_0180 | Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka | Ostlausitzer Granodiorit, (Basaltoide), (Sande/Kiese/Tone des Tertiär), (Phonolith)                               |
| CZXX_LNO_0190 | Lužnička (Lausur)                                | Ostlausitzer Granodiorit, Granodiorit, Kreide (Sandsteine)                                                        |
| DESN_674144   | Lausur                                           | Ostlausitzer Granodiorit, (Sandsteine/Tonsteine), (Phonolit), (Basaltoide), (Metagranitoide)                      |
| CZXX_OHL_0980 | Svitávka                                         | Sandsteine/Tonsteine, (Phonolith)                                                                                 |
| CZXX_LNO_0150 | Lužická Nisa (Lausitzer Neiße)                   | Sande/Kiese/Tone des Tertiär, Granit-Älterer Intrusivkomplex, Quarzit, (Granodiorite), (Löss/Lösslehm), (Phyllit) |
| DESN_674-3    | Lausitzer Neiße-3                                | Ostlausitzer Granodiorit, Phonolith, (Basaltoide), (Metagranitoide)                                               |

## 6.1.2 ABLEITUNG DER OWK-GRUPPEN

Das Zusammenfassen der zu betrachtenden Grenzgewässer-OWK in OWK-Gruppen erfolgte auf der Grundlage ihrer geologischen Charakteristik (siehe Abbildung 3, vgl. Anlage 1). Dabei wurden 10 Gruppen gebildet, welche in Tabelle 8 aufgelistet sind.



**Abbildung 3: Zusammenfassung der Grenzgewässer-OWK zu Gruppen bezogen auf deren geologische Gegebenheiten.**

Die OWK der Gruppen 1 bis 3 weisen Schiefer verschiedenen Metamorphosegrades und Granitformationen der Region Erzgebirge/Vogtland auf. Die Gruppen 4 bis 7 befinden sich in der Erzgebirgs-Zentralzone und sind charakterisiert durch Metarhyolithoide, Metagranitoide sowie Paragneis zu je unterschiedlichen Anteilen. Das Elbsandsteingebirge mit seinen Sedimenten aus der Kreide wird repräsentiert durch die OWK der Gruppe 8. Dieser schließt sich Gruppe 9 mit Granodiorit-Varietäten des Lausitzer Granit-Granodiorit-Massivs an. Die Gruppe 10 schließt das tschechisch-sächsische Grenzgebiet im Osten ab und ist charakterisiert durch Löss/Lösslehm, pleistozäne Flussterrassen und vereinzelt Vulkanite des Tertiärs.

**Tabelle 8: Zusammenfassung der Grenzgewässer-OWK zu OWK-Gruppen nach geologischen Gegebenheiten.**

| OWK-Gruppe | OWK-ID        | OWK-Name                    | Begründung aus geologischer Hinsicht                                                |
|------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | DESN_56144_CZ | Wolfsbach                   | Glimmerschiefer, Granit (Älterer Intrusivkomplex), Phyllit, Tonschiefer/ Grauwacken |
|            | DESN_566132   | Lazarbach                   |                                                                                     |
|            | DESN_566-1    | Weißer Elster-1             |                                                                                     |
|            | CZXX_OHL_1410 | Bílý Halštov (Weiße Elster) |                                                                                     |
|            | CZXX_OHL_0100 | Sázek                       |                                                                                     |
|            | DESN_53218-1  | Fleibenbach                 |                                                                                     |
|            | CZXX_OHL_0130 | Plésna (Fleibenbach)        |                                                                                     |

| OWK-Gruppe | OWK-ID            | OWK-Name                                         | Begründung aus geologischer Hinsicht             |
|------------|-------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2          | DESN_53234-1      | Zwota                                            | Tonschiefer/Grauwacken, Glimmerschiefer, Phyllit |
|            | CZXX_OHL_0280     | Svatana (Zwota)                                  |                                                  |
| 3          | DESN_5412-2       | Schwarzwasser-1                                  | Phyllit, Glimmerschiefer                         |
|            | CZXX_OHL_1390     | Blatenský potok (Breitenbach)                    |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1380     | Cerná                                            |                                                  |
|            | DESN_541284-1     | Pöhlwasser-1                                     |                                                  |
| 4          | DESN_542634-1_CZ  | Pöhla-1                                          | Paragneis, Metarhyolithoide, Metagranitoide      |
|            | DESN_542644       | Jöhstädter Schwarzwasser                         |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1310     | Cerná voda (Jöhstd. Schw.)                       |                                                  |
|            | DESN_54264-2      | Preßnitz-1                                       |                                                  |
| 5          | DESN_542686-1a_CZ | Schwarze Pockau-1a                               | Paragneis, Metagranitoide, Metarhyolithoide      |
|            | DESN_542686-1b    | Schwarze Pockau-1b                               |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1360_SN  | Natzschung/Nacetinský potok                      |                                                  |
|            | DESN_54268-3      | Flöha-1                                          |                                                  |
|            | DESN_542682_CZ    | Schweinitz                                       |                                                  |
| 6          | CZXX_OHL_1340     | Flájský potok (Flöha)                            | Paragneis, Metarhyolithoide                      |
|            | DESN_542-1        | Freiberger Mulde-1                               |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1260     | Moldavský potok                                  |                                                  |
|            | DESN_5372-1       | Weißeritz-1                                      |                                                  |
| 7          | DESN_53718-1      | Müglitz-1                                        | Paragneis                                        |
|            | DESN_5371464      | Mordgrundbach                                    |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1250     | Petrovický potok (Bahra)                         |                                                  |
|            | DESN_53714-1      | Gottleuba-1                                      |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1240     | Rybný potok (Gottleuba)                          |                                                  |
| 8          | DESN_537146       | Bahra                                            | Sandsteine/Tonsteine                             |
|            | DESN_537132       | Biela                                            |                                                  |
|            | DESN_5371328      | Cunnersdorfer Bach                               |                                                  |
|            | DESN_537116       | Krippenbach                                      |                                                  |
|            | DESN_5-0_SN       | Elbe-0                                           |                                                  |
|            | DESN_537118-2     | Kirnitzsch-1                                     |                                                  |
|            | CZXX_OHL_3160     | Krinice                                          |                                                  |
| 9          | DESN_537122-2     | Sebnitz                                          | Granodiorit-Varietäten                           |
|            | CZXX_OHL_1210     | Vilemovský potok                                 |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1220     | Lucní potok                                      |                                                  |
|            | CZXX_OHL_1230     | Rozanský potok                                   |                                                  |
|            | DESN_582-1        | Spree-1                                          |                                                  |
|            | CZXX_LNO_0170     | Mandava/Mandau od pramene po státní hranici      |                                                  |
|            | DESN_67414-1      | Mandau-1                                         |                                                  |
|            | CZXX_LNO_0180     | Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka |                                                  |
|            | CZXX_LNO_0190     | Luznicka                                         |                                                  |
|            | DESN_674144       | Lausur                                           |                                                  |
| 10         | CZXX_OHL_0980     | Svitávka                                         | Sandsteine/Tonsteine, Phonolith                  |
|            | CZXX_LNO_0150     | Luzická Nisa                                     |                                                  |
|            | DESN_674-3        | Lausitzer Neiße-3                                |                                                  |

### 6.1.3 MINERALISATIONEN UND LAGERSTÄTTEN

Mineralisationen und Vererzungen sind Bestandteil des geologischen Inventars der OWK-Einzugsgebiete. Durch sie verursachte Einflüsse auf die Gewässer sind daher eine Komponente des geogenen Einflusses und gehen in die HGK ein. Anthropogene Einflüsse ergeben sich aus den Mineralisationen und Vererzungen erst durch den Bergbau.

Die Zuordnung der Mineralisationen und Lagerstätten im Untersuchungsgebiet erfolgte nach Wasternack *et al.* (1995) bzw. Hösel *et al.* (1997). Das tschechisch-sächsische Grenzgebiet ist durch mannigfaltige Mineralisationen und Vererzungen gekennzeichnet, wie Tabelle 9 und Tabelle 10 zu entnehmen ist. Für vereinzelte Gebiete, im Speziellen für das Elbsandsteingebirge, Zittauer Gebirge und Oberlausitzer Bergland, fällt der Kenntnisstand zu Mineralisationen und Vererzungen geringer aus.

Die Mineralisationen der Quarz-Sulfid-Assoziation mit den Erzelementen Ag, Pb und Cu sind im tschechisch-sächsischen Grenzgebiet am häufigsten vertreten. Des Weiteren sind verstärkt Mineralisationen der Fluorit-Quarz-Assoziation sowie von Lithium-Glimmer-Grreisen anzutreffen.

**Tabelle 9: Mineralisationen in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK.**

| OWK-ID        | OWK-Name                      | Mineralisationen                                                                                                                                 |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DESN_56144_CZ | Wolfsbach                     | ▪ Lager Chamosit-Thuringit-Assoziation geringer Ausdehnung                                                                                       |
| DESN_566132   | Lazarbach                     | keine recherchierbar                                                                                                                             |
| DESN_566-1    | Weißer Elster-1               | keine recherchierbar                                                                                                                             |
| CZXX_OHL_1410 | Bílý Halštřov (Weißer Elster) | ▪ Li-Sn-Pegmatide                                                                                                                                |
| DESN_53218-1  | Fleißbach                     | ▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation                                                                                                                |
| CZXX_OHL_0130 | Plesná (Fleißbach)            | ▪ Schichtgebundene-Pechblende-Ass. geringer Umfangs                                                                                              |
| CZXX_OHL_0100 | Sázek                         | ▪ Schichtgebundene-Pechblende-Ass.                                                                                                               |
| DESN_53234-1  | Zwota                         | ▪ Quarz-Sulfid-Assoziation geringer Umfangs                                                                                                      |
| CZXX_OHL_0280 | Svatava (Zwota)               | ▪ Bedeutende Lager Pyrit-Pyrrhotin-Assoziation<br>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation<br>▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation<br>▪ Baryt-Fluorit-Assoziation |
| CZXX_OHL_1390 | Blatenský potok (Breitenbach) | ▪ Li-Glimmer-Grreisen u.a.<br>▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation<br>▪ Pyrit-Pyrrhotin-Assoziation                                                 |
| CZXX_OHL_1380 | Černá (Schwarzwasser)         | ▪ Li-Glimmer-Grreisen u.a.<br>▪ Karbonat-Sulfarsenid/Quarz-Arsenid-Assoziation<br>▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation                              |

| OWK-ID            | OWK-Name                              | Mineralisationen                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DESN_5412-2       | Schwarzwasser-1                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbonat-Sulfarsenid-/Quarz-Arsenid-Assoziation</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> <li>▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation</li> <li>▪ Li-Glimmer-Greise u.a.</li> <li>▪ Pyrit-Pyrrhotin-Assoziation u.a.</li> <li>▪ Magnetit-Hämatit-Assoziation</li> </ul> |
| DESN_541284-1     | Pöhlwasser-1                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation</li> <li>▪ Li-Glimmer-Greisen u.a.</li> <li>▪ Pyrit-Pyrrhotin-Assoziation u.a.</li> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> </ul>                                                                         |
| DESN_542634-1_CZ  | Pöhla-1 (Polava)                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbonat-Sulfarsenid-/Quarz-Arsenid-Assoziation</li> <li>▪ Karbonat-Pechblende-Assoziation</li> <li>▪ Baryt-Fluorit-Assoziation</li> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Assoziation</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> </ul>  |
| CZXX_OHL_1310     | Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baryt-Fluorit-Assoziation</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-Assoziation</li> <li>▪ Magnetit-Hämatit-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                                                          |
| DESN_542644       | Jöhstädter Schwarzwasser              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbonat-Sulfarsenid-/Quarz-Arsenid-Assoziation</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                                                                             |
| DESN_54264-2      | Preßnitz-1                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quarz-Sulfid-Ass.</li> </ul> <u>aus Tschechien:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Magnetit-Hämatit-Assoziation</li> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> <li>▪ Karbonat-Sulfarsenid-/Quarz-Arsenid-Assoziation</li> </ul>                                       |
| DESN_542686-1a_CZ | Schwarze Pockau-1a (Černá)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Magnetit-Hämatit-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    |
| DESN_542686-1b    | Schwarze Pockau-1b                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbonat-Sulfarsenid-/Quarz-Arsenid-Assoziation</li> <li>▪ Fluorid-Quarz-/Quarz-Hornstein-Assoziation</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                       |
| CZXX_OHL_1360_SN  | Načetínský potok (Natzschung)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbonat-Sulfarsenid-/Quarz-Arsenid-Assoziation</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation</li> </ul>                                                     |
| DESN_54268-3      | Flöha-1                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Magnetit-Hämatit-/Quarz-Sulfid-Ass.</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> </ul>                                                                                                                                                                              |
| DESN_542682_CZ    | Schweinitz                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation</li> <li>▪ Kassiterit-Sulfid/Silikat/Quarz-Ass.</li> <li>▪ Li-Glimmer-Greisen u.a.</li> </ul>                             |



| OWK-ID        | OWK-Name                                         | Mineralisationen                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CZXX_OHL_1340 | Flájský potok (Flöha)                            | n.b.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_542-1    | Freiberger Mulde-1                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                               |
| CZXX_OHL_1260 | Moldavský potok (Freiberger Mulde)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| DESN_5372-1   | Weißeritz-1                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                                                                              |
| DESN_53718-1  | Müglitz-1                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> <li>▪ Li-Glimmer-Greisen u.a.</li> </ul>                                                                                                                                                                                |
| DESN_53714-1  | Gottleuba-1                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Assoziation</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation</li> <li>▪ Kassiterit-Sulfid/Silikat/Quarz-Ass.</li> <li>▪ Li-Glimmer-Greisen u.a.</li> </ul> |
| CZXX_OHL_1240 | Rybný potok (Gottleuba)                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluorit-Quarz-/Quarz-Hornstein-Ass.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |
| DESN_5371464  | Mordgrundbach                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baryt-Fluorit-Assoziation</li> <li>▪ Hämatit-Baryt-Assoziation</li> <li>▪ Quarz-Sulfid-Assoziation</li> </ul>                                                                                                                                         |
| CZXX_OHL_1250 | Petrovický potok (Bahra)                         | n.b.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_537146   | Bahra                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kassiterit-Quarz-Assoziation</li> <li>▪ Li-Glimmer-Greisen u.a.</li> </ul>                                                                                                                                                                            |
| DESN_537132   | Biela                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schichtgebundene-Pechblende-Ass.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_5371328  | Cunnersdorfer Bach                               | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_537116   | Krippenbach                                      | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_5-0_SN   | Elbe-0                                           | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_537118-2 | Kirnitzsch-1                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ polymetallische Vererzungen, näheres nicht recherchierbar</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| CZXX_OHL_3160 | Křinice (Kirnitzsch)                             | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DESN_537122-2 | Sebnitz                                          | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CZXX_OHL_1210 | Vilémovský potok (Sebnitz)                       | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CZXX_OHL_1220 | Luční potok                                      | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CZXX_OHL_1230 | Rožanský potok (Rosenbach)                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ liquidmagmatische Ni-Mineralisationen in Lamprophysren</li> </ul>                                                                                                                                                                                     |
| DESN_582-1    | Spree-1                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ polymetallische Vererzungen, näheres nicht recherchierbar</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| CZXX_LNO_0170 | Mandava/Mandau od pramene po státní hranici      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ polymetallische Vererzungen, näheres nicht recherchierbar</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| DESN_67414-1  | Mandau-1                                         | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CZXX_LNO_0180 | Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka | keine recherchierbar                                                                                                                                                                                                                                                                           |



| OWK-ID        | OWK-Name                       | Mineralisationen                                            |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| CZXX_LNO_0190 | Lužnička (Lausur)              | ▪ polymetallische Vererzungen, näheres nicht recherchierbar |
| DESN_674144   | Lausur                         | keine recherchierbar                                        |
| CZXX_OHL_0980 | Svitávka                       | keine recherchierbar                                        |
| CZXX_LNO_0150 | Lužická Nisa (Lausitzer Neiße) | ▪ polymetallische Vererzungen, näheres nicht recherchierbar |
| DESN_674-3    | Lausitzer Neiße-3              | keine recherchierbar                                        |

Auswirkungen von Mineralisationen/Vererzungen auf OWK sind im Allgemeinen zu erwarten, wenn:

- die Mineralisation oberflächennah auftritt,
- die Mineralisation eine hohe Intensität bei einer gewissen Mindest-Flächenausdehnung hat,
- eine große flächenmäßige Verbreitung vorliegt,
- eine „anthropogene Freisetzung“ durch den Bergbau erfolgt.

Im Untersuchungsgebiet treten stellenweise umfangreiche und ehemals ökonomisch bedeutende Mineralisationen auf, die Bergbau begründeten. Dies ist insbesondere in den Revieren Kraslice, Johannegeorgenstadt-Antonsthal, Pöhla-Tellerhäuser und Niederschlag der Fall.

Bei der Auswahl der Messstellen für die Untersuchungen zu den HGK wurden diese Gebiete besonders sorgfältig recherchiert und bei Vorliegen signifikanten Bergbaus berücksichtigt.

**Tabelle 10: Lagerstättenkundliche Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK.**

| OWK-ID           | OWK-Name                                 | bedeutende Lagerstätten<br>(große Reviere)                                                                                              | kleinere Reviere                              |
|------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| DESN_56144_CZ    | Wolfsbach (Bystřina)                     | -                                                                                                                                       | -                                             |
| DESN_566132      | Lazarbach                                | -                                                                                                                                       | -                                             |
| DESN_566-1       | Weißer Elster-1                          | -                                                                                                                                       | -                                             |
| CZXX_OHL_1410    | Bílý Halštov (Weißer Elster)             | -                                                                                                                                       | -                                             |
| DESN_53218-1     | Fleißbach                                | -                                                                                                                                       | -                                             |
| CZXX_OHL_0130    | Plesná (Fleißbach)                       | -                                                                                                                                       | -                                             |
| CZXX_OHL_0100    | Sázek                                    | Velký Rybník (U), Šneky (U)                                                                                                             | -                                             |
| DESN_53234-1     | Zwota                                    | -                                                                                                                                       | -                                             |
| CZXX_OHL_0280    | Svatava (Zwota)                          | Tisová (Cu), Oloví (Pb, Zn), Rotava (Sn, W),<br>Stříbrná (polymet., U)                                                                  |                                               |
| CZXX_OHL_1390    | Blatenský potok (Breitenbach)            | Potůčky (Bi, Co, Ni, U, Sn, W)                                                                                                          | Horní Blatná (Fe, Mn, Sn, W)                  |
| CZXX_OHL_1380    | Černá (Schwarzwasser)                    | Potůčky (Bi, Co, Ni, U, Sn, W), Ryžovna (Bi,<br>Co, Ni, U), Pernink-Bludná (Sn, W, Fe, Mn)                                              | Horní Blatná (Sn, W)                          |
| DESN_5412-2      | Schwarzwasser-1                          | Johanngeorgenstadt (Ag, Co, Ni, U),<br>Seifenbach (U, Co, Ni), Antonsthal (U, Fe),<br>Breitenbrunn (Zn, Sn, Fe)                         | -                                             |
| DESN_541284-1    | Pöhlwasser-1                             | Pöhl-Globenstein (Sn, W, Zn, Fe), Häm-<br>merlein (Sn, Zn); Tellerhäuser (Sn, Zn),<br>Tellerhäuser (U)                                  | Zlatý Kopec (Sn, Zn, Fe)                      |
| DESN_542634-1_CZ | Pöhl-1 (Polava)                          | Bärenstein (U, Ag, Co), Niederschlag (flba),<br>Vejprty (Fe, U, polymet.), Nové Zvolání<br>(flba, Fe), Háj u Loučné (Bi, Co, Ni, U, Fe) | Oberwiesenthal, České Hamry<br>(polymet., Cu) |
| CZXX_OHL_1310    | Černá Voda (Jöhstädter<br>Schwarzwasser) | Kovářská (Fe, flba), Cerný potok (Fe), Háj u<br>Loučné (Fe, Cu)                                                                         |                                               |
| DESN_542644      | Jöhstädter Schwarzwasser                 | -                                                                                                                                       | Jöhstadt (Cu, fl)                             |
| DESN_54264-2     | Preßnitz-1                               | Kryštofovy Hamry (Fe)                                                                                                                   | -                                             |



| OWK-ID          | OWK-Name                              | bedeutende Lagerstätten<br>(große Reviere)                                                          | kleinere Reviere                                                   |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| DESN_542686-    | Schwarze Pockau-1a                    | -                                                                                                   | evt. Reitzenhain (ba)                                              |
| DESN_542686-1b  | Schwarze Pockau-1b                    | Pobershau (Sn, W), evt. Marienberg (U, Ag, Ni) nahe Mdg.                                            | -                                                                  |
| CZXX_OHL_1360_S | Načetínský potok (Natz-               | -                                                                                                   | Kalek (Fe), Načetín (polymet.)                                     |
| DESN_54268-3    | Flöha-1                               | -                                                                                                   | Niederseiffenbach (Fe)                                             |
| DESN_542682_CZ  | Schweinitz                            | Seiffen (Sn)                                                                                        | Hora sv. Kateřiny/Deutsch Kathari-<br>naberg (Sn, W, Cu, polymet.) |
| CZXX_OHL_1340   | Flájský potok (Flöha)                 | Česky Jířetín (polymet.)                                                                            | -                                                                  |
| DESN_542-1      | Freiberger Mulde-1                    | -                                                                                                   | Clausnitz (Cu)                                                     |
| CZXX_OHL_1260   | Moldavský potok (Freiberger<br>Mulde) | Moldava-Východ (flba, polymet.)                                                                     | -                                                                  |
| DESN_5372-1     | Weißeritz-1                           | -                                                                                                   | Schellerhau (Sn), Schönfeld (fl),<br>Nové Město (Sn, W)            |
| DESN_53718-1    | Müglitz-1                             | Sachsenhöhe (Sn), uh. Lauenstein Zufluss<br>Rotes Wasser: Cínovec/ Zinnwald (Sn),<br>Altenberg (Sn) | Löwenhain-Fürstenwalde (Sn)                                        |
| DESN_53714-1    | Gottleuba-1                           | -                                                                                                   | -                                                                  |
| CZXX_OHL_1240   | Rybný potok (Gottleuba)               | -                                                                                                   | -                                                                  |
| DESN_5371464    | Mordgrundbach                         | -                                                                                                   | -                                                                  |
| CZXX_OHL_1250   | Petrovický potok (Bahra)              | -                                                                                                   | -                                                                  |
| DESN_537146     | Bahra                                 | -                                                                                                   | -                                                                  |
| DESN_537132     | Biela                                 | Königstein (U)                                                                                      | -                                                                  |
| DESN_5371328    | Cunnersdorfer Bach                    | -                                                                                                   | -                                                                  |
| DESN_537116     | Krippenbach                           | -                                                                                                   | -                                                                  |
| DESN_5-0_SN     | Elbe-0                                | -                                                                                                   | -                                                                  |
| DESN_537118-2   | Kirnitzsch-1                          | Kopec (polymet.)                                                                                    | -                                                                  |
| CZXX_OHL_3160   | Křinice (Kirnitzsch)                  | -                                                                                                   | Děčín (Cu)                                                         |
| DESN_537122-2   | Sebnitz                               | -                                                                                                   | -                                                                  |



| OWK-ID        | OWK-Name                                            | bedeutende Lagerstätten<br>(große Reviere)                                                                       | kleinere Reviere       |
|---------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| CZXX_OHL_1210 | Vilémovský potok                                    | -                                                                                                                | -                      |
| CZXX_OHL_1220 | Luční potok                                         | -                                                                                                                | -                      |
| CZXX_OHL_1230 | Rožanský potok (Rosenbach)                          | Rožany (Ni), Šluknov (Cu, polymet.)                                                                              | -                      |
| DESN_582-1    | Spree-1                                             | -                                                                                                                | Fukov (polymet.)       |
| CZXX_LNO_0170 | Mandava/Mandau od pramene<br>po státní hranici      | Dymník (polym.)                                                                                                  | -                      |
| DESN_67414-1  | Mandau-1                                            | -                                                                                                                | -                      |
| CZXX_LNO_0180 | Mandava/Mandau od státní<br>hranice po tok Lužnicka | Varnsdorf (Braunkohle)                                                                                           | -                      |
| CZXX_LNO_0190 | Lužnička (Lausur)                                   | Dolní Podluží (polymet., Braunkohle im<br>Norden)                                                                | -                      |
| DESN_674144   | Lausur                                              | -                                                                                                                | -                      |
| CZXX_OHL_0980 | Svitávka                                            | -                                                                                                                | Trávník u Cvikova (Fe) |
| CZXX_LNO_0150 | Lužická Nisa (Lausitzer Neiße)                      | Panenská Hůrka (polymetallisch), Andělská<br>Hora (Cu, polym.), Kryštofovo Údolí<br>(polymet.), Bílý Kostel (Fe) | -                      |
| DESN_674-3    | Lausitzer Neiße-3                                   | -                                                                                                                | -                      |

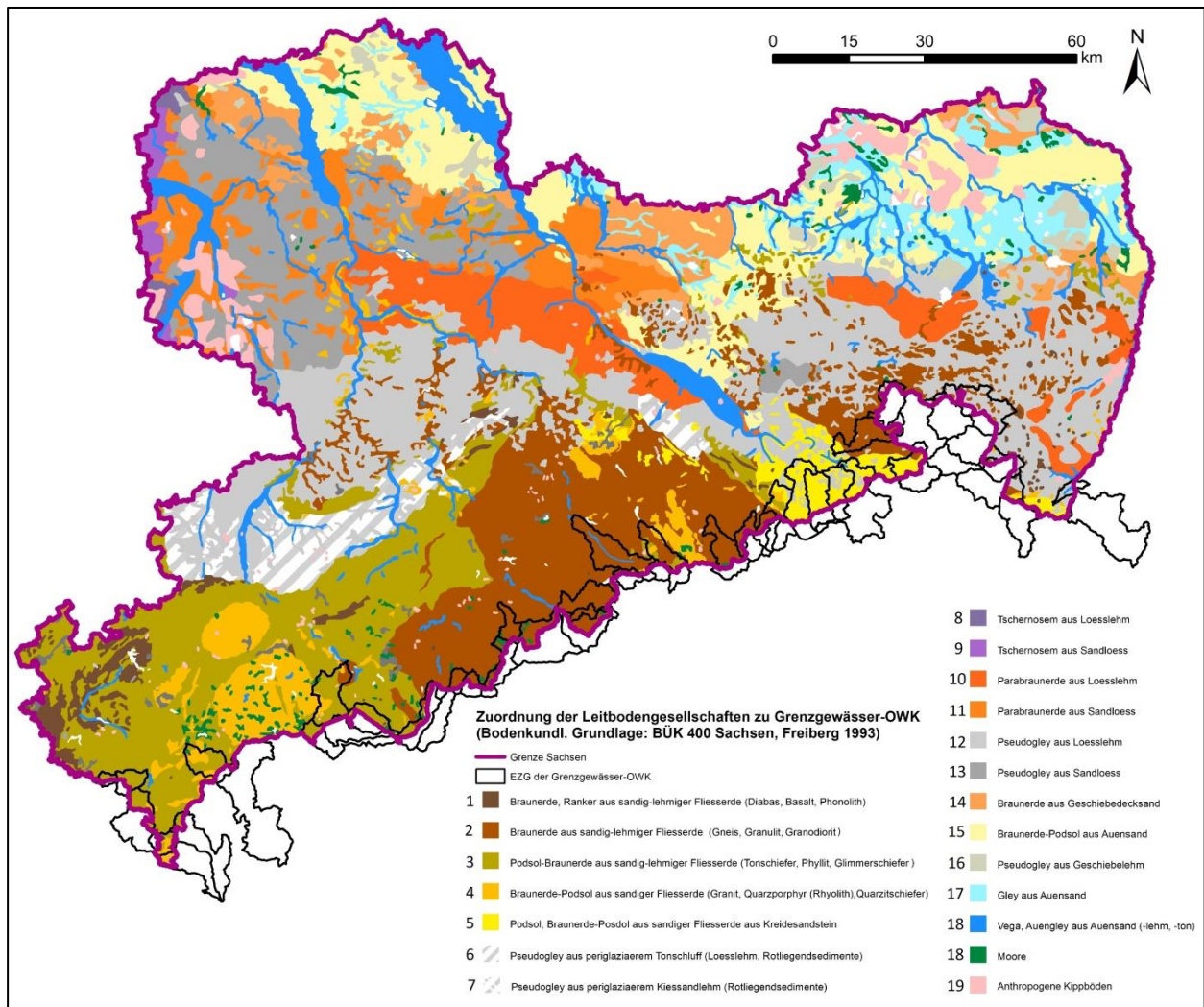
## 6.1.4 BODEN UND BODENNUTZUNG

In den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK sind hauptsächlich Böden der Berg- und Hügelländer sowie Böden der Löss- und Sandlösslandschaften anzutreffen. Die in den Einzugsgebieten der jeweiligen OWK-Gruppen hauptsächlich auftretenden Leitbodengesellschaften gemäß Rank *et al.* (1999) sind in Tabelle 11 aufgeführt.

**Tabelle 11: Zuordnung der Bodenregionen und Leitbodengesellschaften zu den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK (Greif *et al.* 2004 & Rank *et al.* 1999).**

| OWK-Gruppe | Bodenregion                                                                                                                                                   | Leitbodengesellschaften (Nr. LBG)                                                                                                                                                                                          |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Ton- und Schluffsteinen, Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten | <ul style="list-style-type: none"> <li>Podsol-Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> <li>Braunerde-Podsol aus Hanglehm über basenarmem Festgestein (4)</li> </ul>                                   |
| 2          | Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Podsol-Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> </ul>                                                                                                          |
| 3          |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Podsol-Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> </ul>                                                                                                          |
| 4          |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem Festgestein (2)</li> <li>Podsol Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> </ul>                                  |
| 5          |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem Festgestein (2)</li> <li>Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> </ul>                                         |
| 6          |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem Festgestein (2)</li> <li>Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> </ul>                                         |
| 7          |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem Festgestein (2)</li> <li>Braunerde aus Hanglehm über basenreichem Festgestein (3)</li> </ul>                                         |
| 8          | Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Sandstein                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Podsol und Braunerde-Podsol aus Hangsand über Sandstein (5)</li> </ul>                                                                                                              |
| 9          | Böden der Löss- und Sandlösslandschaften, Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem Festgestein (2)</li> <li>Pseudogley aus Löss über tiefem Moränenlehm, Schmelzwasserstand, Fluvigeröll o. Festgestein (12)</li> </ul> |
| 10         | Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Sandstein, Böden der Löss- und Sandlösslandschaften                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Podsol und Braunerde-Podsol aus Hangsand über Sandstein (5)</li> <li>Pseudogley aus Löss über tiefem Moränenlehm, Schmelzwasserstand, Fluvigeröll o. Festgestein (12)</li> </ul>    |

In Abbildung 4 ist die Verteilung der Leitbodengesellschaften in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK dargestellt. Die Zuordnung der Leitbodengesellschaften für die OWK, welche größtenteils auf tschechischem Territorium liegen, wurde mithilfe der Bodenkarte 1:50.000 des Tschechischen geologischen Dienstes (ČGS 2018a) ergänzt.



**Abbildung 4: Verteilung der Leitbodengesellschaften in den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK, Bodenkndl. Grundlage: BÜK 400 Sachsen, Freiberg 1993).**

Die Bodennutzung der Grenzgewässer zwischen Sachsen und der Tschechischen Republik wird in Flächen für Acker, Grünland, Wald, Siedlung/Verkehr, Wasser sowie sonstige Nutzung gegliedert (siehe Tabelle 12). Die tschechischen Wasserkörper Černá Voda, Rybný potok, Petrovický potok, Křinice und Svitávka konnten, aufgrund fehlender Daten, nicht in die Bewertung der Bodennutzung einbezogen werden.



**Tabelle 12: Bodennutzung der Grenzgewässer-OWK (Flächenanteil [%], fett: > 50 %)**

| OWK-Name                              | Acker [%] | Grünland [%] | Wald [%]  | Siedlung, Verkehr [%] | Wasser [%] | Sonstiges [%] |
|---------------------------------------|-----------|--------------|-----------|-----------------------|------------|---------------|
| Wolfsbach                             | 15        | 44           | 33        | 0                     | 0          | 7             |
| Lazarbach                             | 16        | 21           | <b>57</b> | 6                     | 0          | 0             |
| Weißer Elster-1                       | 0         | 0            | <b>89</b> | 11                    | 0          | 0             |
| Bílý Halštov (Weiße Elster)           | 25        | 7            | <b>68</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Fleißbach                             | 14        | 17           | <b>58</b> | 10                    | 0          | 2             |
| Plesná (Fleißbach)                    | 14        | 5            | <b>81</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Sázek                                 | 15        | 13           | <b>68</b> | 3                     | 0          | 3             |
| Zwota                                 | 0         | 4            | <b>85</b> | 11                    | 0          | 0             |
| Svatava                               | 10        | 20           | <b>70</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Blatenský potok (Breitenbach)         | 0         | 15           | <b>70</b> | 13                    | 0          | 2             |
| Černá                                 | 0         | 0            | <b>92</b> | 0                     | 0          | 8             |
| Schwarzwasser-1                       | 4         | 12           | <b>71</b> | 12                    | 0          | 2             |
| Pöhlwasser-1                          | 0         | 5            | <b>91</b> | 0                     | 0          | 3             |
| Pöhl-1 (Polava)                       | 2         | 33           | <b>40</b> | 20                    | 0          | 5             |
| Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser) | k.A.      | k.A.         | k.A.      | k.A.                  | k.A.       | k.A.          |
| Jöhstädter Schwarzwasser              | 13        | 21           | <b>56</b> | 8                     | 0          | 3             |
| Preßnitz-1                            | 0         | 0            | <b>97</b> | 3                     | 0          | 0             |
| Schwarze Pockau-1a                    | 3         | 47           | 43        | 0                     | 1          | 6             |
| Schwarze Pockau-1b                    | 1         | 11           | <b>88</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Načatínský potok (Natzschung)         | 9         | 22           | <b>65</b> | 4                     | 0          | 0             |
| Flöha-1                               | 12        | 16           | <b>65</b> | 6                     | 0          | 0             |
| Schweinitz                            | 8         | 11           | <b>72</b> | 8                     | 0          | 1             |
| Flájský potok                         | 0         | 0            | <b>96</b> | 0                     | 0          | 4             |
| Freiberger Mulde-1                    | 27        | 19           | <b>50</b> | 5                     | 0          | 0             |
| Moldavský potok (Freiberger Mulde)    | 5         | 0            | <b>95</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Weißeritz-1                           | 12        | 25           | <b>61</b> | 1                     | 1          | 0             |
| Müglitz-1                             | 25        | 46           | 25        | 3                     | 0          | 1             |
| Gottleuba-1                           | 16        | 27           | <b>58</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Rybný potok (Gottleuba)               | k.A.      | k.A.         | k.A.      | k.A.                  | k.A.       | k.A.          |
| Mordgrundbach                         | 15        | 36           | 49        | 0                     | 0          | 0             |
| Petrovický potok (Bahra)              | k.A.      | k.A.         | k.A.      | k.A.                  | k.A.       | k.A.          |
| Bahra                                 | 10        | 12           | <b>77</b> | 2                     | 0          | 0             |
| Biela                                 | 13        | 8            | <b>73</b> | 5                     | 0          | 2             |
| Cunnersdorfer Bach                    | 2         | 5            | <b>92</b> | 1                     | 0          | 0             |
| Krippenbach                           | 14        | 10           | <b>72</b> | 5                     | 0          | 0             |
| Elbe-0                                | 12        | 4            | <b>73</b> | 5                     | 6          | 0             |
| Kirnitzsch-1                          | 2         | 9            | <b>88</b> | 2                     | 0          | 0             |
| Křínice                               | k.A.      | k.A.         | k.A.      | k.A.                  | k.A.       | k.A.          |
| Sebnitz                               | 14        | 29           | 42        | 16                    | 0          | 0             |

| OWK-Name                                         | Acker [%] | Grünland [%] | Wald [%]  | Siedlung, Verkehr [%] | Wasser [%] | Sonstiges [%] |
|--------------------------------------------------|-----------|--------------|-----------|-----------------------|------------|---------------|
| Vilémovský potok                                 | 0         | 5            | <b>91</b> | 5                     | 0          | 0             |
| Luční potok                                      | 9         | 10           | <b>80</b> | 2                     | 0          | 0             |
| Rožanský potok (Rosenbach)                       | 9         | 13           | <b>72</b> | 6                     | 0          | 0             |
| Spree-1                                          | 29        | 8            | 33        | 30                    | 0          | 0             |
| Mandava/Mandau od pramene po státní hranici      | 31        | 31           | 31        | 7                     | 0          | 0             |
| Mandau-1                                         | 25        | 42           | 8         | 25                    | 0          | 0             |
| Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka | 40        | 0            | 40        | 20                    | 0          | 0             |
| Lužnička                                         | 33        | 0            | <b>67</b> | 0                     | 0          | 0             |
| Lausur                                           | 11        | 24           | <b>54</b> | 11                    | 0          | 0             |
| Svitávka                                         | k.A.      | k.A.         | k.A.      | k.A.                  | k.A.       | k.A.          |
| Lužická Nisa (Lausitzer Neiße)                   | 33        | 33           | 0         | 33                    | 0          | 0             |
| Lausitzer Neiße-3                                | 15        | 32           | 18        | 35                    | 0          | 0             |

#### 6.1.5 WEITERE ANTHROPOGENE QUELLEN

Die Grenzgewässer-OWK können durch weitere anthropogene Quellen, wie bspw. industrielle und kommunale Einleiter, beeinflusst werden. Durch diese ist ein Eintrag von Schwermetallen in die Gewässer möglich.

Die Recherche der industriellen Direkteinleiter ergab lediglich eine potenzielle Quelle für einen erhöhten Cadmium-Eintrag in den OWK Biela (LfULG 2017b, siehe Tabelle 13).

**Tabelle 13: Industrielle Einleitung mit potenziellem anthropogenem Schwermetalleintrag in die Grenzgewässer-OWK.**

| OWK-ID      | OWK-Name | Industrieller Einleiter                   | OW     | NW      |
|-------------|----------|-------------------------------------------|--------|---------|
| DESN_537132 | Biela    | Papierfabrik Louisenthal, Werk Königstein | 433349 | 5640291 |

Weiterhin konnten 43 kommunale Kläranlagen mit mehr als 50 Einwohnerwerten (EW) den Einzugsgebieten der Grenzgewässer-OWK zugeordnet werden (LfULG 2018b, siehe Tabelle 14).

Informationen zu anthropogenen Quellen auf tschechischem Territorium lagen für die Projektbearbeitung nicht vor.

Die recherchierten anthropogenen Quellen wurden bei der Auswahl der Probenahmestellen berücksichtigt. Es wurde stets darauf geachtet, dass die Probenahme in unbelasteten Gebieten oberhalb dieser Quellen durchgeführt wird.

**Tabelle 14: Kommunale Einleitungen mit potenziellem anthropogenem Schwermetalleintrag in die Grenzgewässer-OWK, EW: Einwohnerwert.**

| OWK-Name                 | Name Kläranlage                      | Kapazität<br>EW | RW      | HW      |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------|---------|
| Wolfsbach                | KA Pabstleithen                      | 99              | 4509090 | 5576050 |
|                          | KA Tiefenbrunn                       | 90              | 4508820 | 5577207 |
| Lazarbach                | KA Gettengrün                        | 200             | 4514670 | 5576156 |
| Fleißenbach              | KA Bad Brambach                      | 4.000           | 4523960 | 5564950 |
| Sázek                    | KA Schönberg                         | 600             | 4522308 | 5559843 |
| Zwota                    | ZKA Klingenthal                      | 11.500          | 4534429 | 5579092 |
|                          | KA Kottenheide                       | 300             | 4528634 | 5582130 |
| Schwarzwasser-1          | ZKA Breitenbrunn                     | 5.000           | 4552935 | 5593946 |
|                          | KA Antonshöhe                        | 600             | 4554397 | 5595998 |
|                          | ZKA Johannegeorgenstadt "Am Bahnhof" | 7.500           | 4551809 | 5589680 |
| Pöhla-1                  | Hammerunterwiesenthal                | 350             | 4572270 | 5590370 |
|                          | Oberwiesenthal                       | 4.800           | 4570520 | 5588580 |
| Jöhstädter Schwarzwasser | Jöhstadt                             | 2.200           | 4578050 | 5597625 |
| Schwarze Pockau-1b       | Hirtstein/Kühnhaide                  | 1.000           | 4588575 | 5607500 |
|                          | Pobershau Hinterer Grund             | 200             | 4587540 | 5612534 |
|                          | Zöblitz KA Neusorge                  | 63              | 4585900 | 5613750 |
| Flöha-1                  | Heidersdorf                          | 2.250           | 4599500 | 5614430 |
|                          | Neuhausen/Cämmerswalde               | 600             | 4605800 | 5618500 |
| Schweinitz               | Deutscheinsiedel                     | 600             | 4605925 | 5611558 |
|                          | Deutscheinsiedel Brüderwiesen        | 100             | 4605690 | 5611800 |
|                          | Deutschneudorf Katharinen            | 350             | 4601190 | 5609385 |
|                          | Deutschneudorf KA                    | 600             | 4603290 | 5608710 |
| Freiberger Mulde-1       | Frauenstein / Nassau                 | 100             | 5397350 | 5626340 |
|                          | Frauenstein/Dittersbach              | 300             | 4603777 | 5628016 |
|                          | Rechenberg-Bienenmühle               | 3.000           | 4607590 | 5624110 |
|                          | Rechenberg-Bienenmühle/Holzchau      | 900             | 4612011 | 5623420 |
| Müglitz-1                | ZKA Lauenstein                       | 9.000           | 5416700 | 5629330 |
|                          | Fürstenau                            | 300             | 5417599 | 5624163 |
|                          | Fürstenwalde                         | 500             | 5419240 | 5625920 |
|                          | Löwenhain                            | 300             | 5417890 | 5626280 |
|                          | Müglitz                              | 100             | 5419380 | 5624110 |
| Biela                    | Ottomühle                            | 120             | 5432907 | 5634205 |
|                          | KA Rosenthal                         | 400             | 5432640 | 5636500 |
| Cunnersdorfer Bach       | Cunnersdorf b. Königstein            | 1.000           | 5436480 | 5639532 |
| Krippenbach              | Kleinhennersdorf                     | 1.200           | 5439770 | 5641240 |
|                          | PKA KEZ Papstdorf                    | 350             | 5440296 | 5638931 |
| Elbe-0                   | Schöna                               | 2.000           | 5444972 | 5640090 |
|                          | Schmilka                             | 500             | 5445590 | 5640430 |

| OWK-Name    | Name Kläranlage                       | Kapazität<br>EW | RW      | HW      |
|-------------|---------------------------------------|-----------------|---------|---------|
| Sebnitz     | Goßdorf-Kohlmühle                     | 400             | 5441100 | 5645440 |
|             | Sebnitz                               | 12.500          | 5445851 | 5648140 |
|             | Sebnitz - Sport - und Freizeitzentrum | 125             | 5448330 | 5650140 |
| Lucní potok | Rugiswalde                            | 400             | 5448675 | 5651913 |
| Spree-1     | ZKA Ebersbach                         | 33.000          | 5470024 | 5653663 |

## 6.2 PRIMÄRER DATENBESTAND

Eine weitere Datenquelle zur Beurteilung des hydrogeochemischen Status von den Grenzgewässer-OWK liefert das Messnetz Oberflächenwasser des LfULG. Für den Zeitraum 2013 bis 2016 (wenn für diese Zeitspanne keine Daten vorlagen, dann für den Zeitraum von 2009 bis 2013) wurden die Analysenwerte der Referenzmessstellen eines jeden Grenzgewässer-OWK in Zuständigkeit des Freistaates Sachsen zusammengetragen. Der Datendownload erfolgte über die online verfügbaren Access-Datenbanken (LfULG 2019a). Von den Einzelanalysen wurden die Mittelwerte (P50) gebildet.

Eine Übersicht zu den Referenzmessstellen der Grenzgewässer-OWK in Zuständigkeit des Freistaates Sachsen ist Tabelle 15 zu entnehmen.

Über den betrachteten Zeitraum lag für die ausgewählten Messstellen allerdings keine konsistente Datenmatrix vor, da die Beprobung und Analyse der Wasserphase und Sedimente nicht gleichzeitig durchgeführt wurden. Besonders bei den Sedimenten liegt lediglich ein geringer Datensatz mit einer unvollständigen Elementpalette vor. Für den Großteil der Messstellen liegen Sedimentdaten für die Fraktion <63 µm vor. Gütedaten für das Gewässersediment in der Fraktion <20 µm stehen ausschließlich für den OWK Elbe-0 zur Verfügung.

Gewässergütedaten für die OWK in Zuständigkeit der Tschechischen Republik konnten aufgrund der fehlenden Datenverfügbarkeit nicht mit in die Beurteilung des hydrogeochemischen Inventars einbezogen werden.

Die mittleren Elementgehalte (P50) für die Wasserphase (gelöst/gesamt) sowie die Sedimente an den jeweiligen Referenzmessstellen sind in Anlage 2 aufgeführt.

**Tabelle 15: Übersicht zu den Referenzmessstellen eines jeden Grenzgewässer-OWK in Zuständigkeit des Freistaates Sachsen, für die Gütedaten (W - Wasser, S - Sediment) im Zeitraum von 2009 bis 2016 vorliegen.**

| OWK-Name       | MKZ      | Name Messtelle              | OW     | NW      | Proben |
|----------------|----------|-----------------------------|--------|---------|--------|
| Wolfsbach      | OBf64000 | Ebmata 2-Grenzst. 13/2      | 296334 | 5578118 | W, S   |
| Lazarbach      | OBf50931 | uh. Mündung in Weiße Elster | 303817 | 5579507 | W, S   |
| Weiße Elster-1 | OBf49520 | uh. Bad Elster              | 303760 | 5574740 | W, S   |
| Fleißbach      | OBf46800 | uh. Bad Brambach            | 309781 | 5566566 | W, S   |
| Sázek          | OBf50940 | Schönberg-Grenze            | 308218 | 5561324 | W, S   |

|                               |            |                             |        |         |      |
|-------------------------------|------------|-----------------------------|--------|---------|------|
| Zwota                         | OBF46900   | Pegel Klingenthal           | 320359 | 5580701 | W, S |
| Blatenský potok (Breitenbach) | OBF40703 * | Wittigsthal                 | 338917 | 5588848 | W    |
| Schwarzwasser-1               | OBF40900   | oh. Schwarzenberg           | 342973 | 5600453 | W, S |
| Pöhlwasser-1                  | OBF41710   | oh. Ehrenzipfel             | 347082 | 5591831 | W, S |
| Pöhla-1                       | OBF36200   | uh. Bärenstein              | 361220 | 5597363 | W, S |
| Jöhstädter Schwarzwasser      | OBF36601   | Mündung                     | 367432 | 5599250 | W, S |
| Preßnitz-1                    | OBF36400   | Schmalzgrube                | 367532 | 5599059 | W, S |
| Schwarze Pockau-1a            | OBF37800   | Reitzenhain, Brücke B 174   | 374265 | 5601038 | W, S |
| Schwarze Pockau-1b            | OBF37910   | oh. Neusorge                | 373780 | 5612513 | W, S |
| Natzschung                    | OBF37500   | Rothenthal, am Pegel        | 383982 | 5608733 | W, S |
| Flöha-1                       | OBF37000   | oh. Oberneuschönberg        | 386453 | 5611699 | W, S |
| Schweinitz                    | OBF37400   | Deutschkatharinenberg       | 389090 | 5607641 | W, S |
| Freiberger Mulde-1            | OBF31301   | Brücke am Katzenstein       | 390942 | 5628010 | W, S |
| Weißeritz-1                   | OBF10000   | oh. TS Lehmühle             | 401901 | 5629013 | W, S |
| Müglitz-1                     | OBF07800   | Huthaus                     | 416256 | 5627754 | W, S |
| Gottleuba-1                   | OBF04702   | oh. TS Gottleuba            | 423369 | 5629238 | W, S |
| Mordgrundbach                 | OBF05401   | Hellendorf                  | 427612 | 5631200 | W, S |
| Bahra                         | OBF05600   | Mündung                     | 428332 | 5637330 | W, S |
| Biela                         | OBF03700   | Mündung                     | 434928 | 5641219 | W, S |
| Cunnersdorfer Bach            | OBF03501   | Mündung                     | 434082 | 5639314 | W    |
| Krippenbach                   | OBF02850   | Mündung                     | 441459 | 5640205 | W, S |
| Elbe-0                        | OBF00200   | Schmilka, rechts            | 445854 | 5638020 | W, S |
| Kirnitzsch-1                  | OBF02950   | Lindigtgründel              | 453352 | 5639601 | W, S |
| Sebnitz                       | OBF04100   | Mündung                     | 439326 | 5643857 | W, S |
| Rožanský potok                | OBF21410   | Mündung                     | 461458 | 5654893 | W, S |
| Spree-1                       | OBF20200   | uh. Neusalza - Spremberg    | 465756 | 5654702 | W, S |
| Mandau-1                      | OBF17900   | Seifhennersdorf / Varnsdorf | 472373 | 5641527 | W, S |
| Lausur                        | OBF18600   | Lausur Mündung              | 476472 | 5638579 | W, S |
| Lausitzer Neiße-3             | OBF16800   | Dreiländereck               | 487407 | 5635630 | W, S |

\* keine Referenzmessstelle, wurde jedoch aufgrund des Datenmangels für die OWK in Zuständigkeit der Tschech-ischen Republik zur Beurteilung des geochemischen Inventars herangezogen.

## 6.3 SEKUNDÄRER DATENBESTAND

### 6.3.1 GESTEINE

Grundlage für die Ermittlung der mittleren Elementgehalte in den geologischen Einheiten bilden die prozentualen Anteile und Flächengrößen der unterschiedlichen petrografischen Einheiten der jeweiligen Grenzgewässer-OWK (vgl. Kapitel 6.1.1).

Die lithogeochemischen Eigenschaften der auftretenden petrogeochemischen Einheiten wurden dem Geochemischen Atlas von Sachsen (Kardel *et al.* 1996) sowie Pälchen (2009) entnommen (siehe Tabelle 16).

**Tabelle 16: Mittlere Elementgehalte der in den EZG der Grenzgewässer-OWK auftretenden petrogeochemischen Einheiten (Pälchen *et al.* 2009), Angaben in mg/kg.**

| Petrogeochemische Einheit                | As                | B                | Be                | Bi                 | Cd                | Cr                | Cu               | Hg                 | Mn                 |
|------------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| B Basaltoide                             | <b><u>6,5</u></b> | 14               | 2,2               | <b><u>1,5</u></b>  | 0,1               | <b><u>270</u></b> | <b><u>60</u></b> | <b><u>0,1</u></b>  | <b><u>1550</u></b> |
| Gd Granodiorite                          | <b><u>15</u></b>  | <b><u>21</u></b> | 1,7               | -                  | -                 | 28                | <b><u>21</u></b> | 0,03               | 460                |
| GdA Granodiorit (Anatexit)               | <b><u>9,5</u></b> | <b><u>27</u></b> | 1,3               | <b><u>0,67</u></b> | < 0,1             | <b><u>57</u></b>  | <b><u>33</u></b> | 0,03               | <b><u>620</u></b>  |
| Gm Grundmoräne                           | <b><u>10</u></b>  | <b><u>45</u></b> | 1,2               | 0,12               | <b><u>0,3</u></b> | <b><u>45</u></b>  | 12               | <b><u>0,1</u></b>  | -                  |
| GrA Ältere Granite (fluorarm)            | <b><u>5</u></b>   | <b><u>24</u></b> | <b><u>6</u></b>   | <b><u>0,4</u></b>  | <b><u>0,2</u></b> | 4,5               | 2                | <b><u>0,07</u></b> | 340                |
| GrJ Jüngere Granite (fluorreich)         | <b><u>18</u></b>  | <b><u>30</u></b> | <b><u>7,5</u></b> | <b><u>1,4</u></b>  | 0,1               | 2,5               | 2                | 0,04               | 190                |
| Gs Glimmerschiefer                       | <b><u>6</u></b>   | <b><u>38</u></b> | 2,3               | <b><u>0,17</u></b> | < 0,1             | <b><u>71</u></b>  | <b><u>18</u></b> | 0,03               | 480                |
| K Sandsteine, Tonsteine                  | <b><u>12</u></b>  | <b><u>18</u></b> | 0,5               | 0,1                | <b><u>0,2</u></b> | 17                | <b><u>18</u></b> | 0,03               | 60                 |
| Mb Metabasite (Gabbros)                  | <b><u>4,5</u></b> | 10               | < 0,5             | < 0,5              | < 0,1             | <b><u>700</u></b> | <b><u>70</u></b> | < 0,05             | <b><u>930</u></b>  |
| Mg Metagranitoide                        | <b><u>8</u></b>   | <b><u>21</u></b> | 1,5               | 0,1                | <b><u>0,2</u></b> | 13                | 10               | <b><u>0,06</u></b> | 200                |
| Mr Metarhyolithoide                      | <b><u>10</u></b>  | 12               | 2                 | <b><u>0,13</u></b> | 0,15              | 8                 | 14               | -                  | 160                |
| Ogd Ostlausitzer Granodiorit             | -                 | <b><u>23</u></b> | 2                 | -                  | -                 | 28                | <b><u>25</u></b> | -                  | <b><u>540</u></b>  |
| Pg Paragneis (Äußerer Graugneis)         | <b><u>6</u></b>   | 10               | 2,5               | 0,1                | <b><u>0,2</u></b> | <b><u>55</u></b>  | <b><u>28</u></b> | 0,02               | 460                |
| Pho Phonolithe                           | <b><u>4</u></b>   | 15               | <b><u>4,5</u></b> | <b><u>1,5</u></b>  | <b><u>0,2</u></b> | 5                 | 3                | < 0,05             | <b><u>1470</u></b> |
| Phy Phyllite                             | <b><u>9</u></b>   | <b><u>60</u></b> | <b><u>3,7</u></b> | -                  | <b><u>0,2</u></b> | <b><u>70</u></b>  | <b><u>27</u></b> | 0,03               | <b><u>1050</u></b> |
| RiG Rhyolithoide in Gängen               | -                 | 8                | <b><u>3,5</u></b> | <b><u>1,5</u></b>  | -                 | 5                 | 5                | 0,03               | -                  |
| SR Sedimente des Rotliegenden            | <b><u>21</u></b>  | <b><u>55</u></b> | 2,5               | -                  | <b><u>0,4</u></b> | <b><u>50</u></b>  | <b><u>22</u></b> | 0,03               | <b><u>550</u></b>  |
| SV Saure Vulkanite                       | <b><u>21</u></b>  | 16               | 2,5               | 0,1                | 0,1               | 7                 | 6,2              | 0,03               | 180                |
| TG Tonschiefer, Grauwacken               | <b><u>14</u></b>  | <b><u>49</u></b> | 3                 | -                  | <b><u>0,2</u></b> | <b><u>82</u></b>  | <b><u>31</u></b> | <b><u>0,08</u></b> | <b><u>780</u></b>  |
| TT Sande/Kiese/Tone des Tertiär          | <b><u>12</u></b>  | <b><u>42</u></b> | -                 | -                  | -                 | <b><u>59</u></b>  | 13               | -                  | -                  |
| LL Löß/Lößlehm                           | <b><u>8</u></b>   | <b><u>60</u></b> | 1,7               | <b><u>0,14</u></b> | <b><u>0,3</u></b> | <b><u>56</u></b>  | <b><u>15</u></b> | 0,02               | <b><u>550</u></b>  |
| Clarke der oberen Kruste (Wedepohl 1995) | 2                 | 17               | 3,1               | 0,12               | 0,1               | 35                | 14               | 0,06               | 527                |

**fett:** Anreicherung < doppelter Clarkewert

**fett unterstrichen:** Anreicherung ≥ doppelter Clarke-Wert



**Tabelle 16: Fortsetzung - Mittlere Elementgehalte der in den EZG der Grenzgewässer-OWK auftretenden petrogeochemischen Einheiten (Pälchen *et al.* 2009), Angaben in mg/kg.**

| Petrogeochemische Einheit                |                               | Mo         | Ni                | Pb        | Tl         | U          | V                 | W          | Zn                |
|------------------------------------------|-------------------------------|------------|-------------------|-----------|------------|------------|-------------------|------------|-------------------|
| B                                        | Basaltoide                    | 0,3        | <b><u>120</u></b> | 8         | <b>0,1</b> | 1,9        | <b><u>210</u></b> | 1          | <b>65</b>         |
| Gd                                       | Granodiorite                  | -          | 16                | <b>20</b> | 0,6        | <b>2,9</b> | <b>71</b>         | -          | <b>55</b>         |
| GdA                                      | Granodiorit (Anatexit)        | 1,1        | <b>36</b>         | <b>21</b> | 0,5        | 2,5        | <b>80</b>         | <b>2,4</b> | <b>80</b>         |
| Gm                                       | Grundmoräne                   | 0,6        | 13                | <b>26</b> | 0,4        | 1,2        | 43                | 1,2        | 49                |
| GrA                                      | Ältere Granite (fluorarm)     | <b>1,5</b> | 3,5               | <b>30</b> | <b>2</b>   | <b>8,8</b> | 15                | <b>4,7</b> | 35                |
| GrJ                                      | Jüngere Granite (fluorreich)  | 0,2        | 2                 | <b>20</b> | <b>5</b>   | <b>11</b>  | 1,5               | <b>12</b>  | <b>65</b>         |
| Gs                                       | Glimmerschiefer               | 0,5        | <b>32</b>         | <b>26</b> | 0,4        | 1,5        | <b>91</b>         | <b>1,6</b> | <b>100</b>        |
| K                                        | Sandsteine, Tonsteine         | 0,1        | 2,5               | <b>24</b> | 0,2        | 0,6        | 13                | 4          | 15                |
| Mb                                       | Metabasite (Gabbros)          | < 0,5      | <b><u>150</u></b> | 6,8       | 0,2        | < 1        | <b><u>200</u></b> | <b>1,5</b> | <b>60</b>         |
| Mg                                       | Metagranitoide                | 0,3        | 7                 | <b>22</b> | <b>0,8</b> | <b>5,1</b> | 26                | <b>4,2</b> | 42                |
| Mr                                       | Metarhyolithoide              | 0,2        | 4                 | <b>21</b> | 0,3        | <b>5,4</b> | 22                | 3          | <b>53</b>         |
| Ogd                                      | Ostlausitzer Granodiorit      | -          | <b>20</b>         | <b>20</b> | -          | <b>3,1</b> | <b>60</b>         | -          | -                 |
| Pg                                       | Paragneis (Äußerer Graugneis) | 0,3        | <b>23</b>         | <b>22</b> | 0,4        | 1,9        | <b>60</b>         | <b>1,8</b> | <b>78</b>         |
| Pho                                      | Phonolithe                    | 0,4        | <b><u>65</u></b>  | 11        | 0,1        | <b>5,7</b> | <b><u>190</u></b> | <b>2,5</b> | <b>85</b>         |
| Phy                                      | Phyllite                      | <b>1,5</b> | <b><u>40</u></b>  | <b>21</b> | 0,6        | 1,4        | <b>100</b>        | <b>1,9</b> | <b><u>110</u></b> |
| RiG                                      | Rhyolithoide in Gängen        | -          | 5                 | <b>21</b> | 0,7        | <b>6,5</b> | 3                 | <b>3,5</b> | 40                |
| SR                                       | Sedimente des Rotliegenden    | <b>4,4</b> | <b>22</b>         | <b>25</b> | 0,7        | <b>4,4</b> | 32                | 1          | <b>100</b>        |
| SV                                       | Saure Vulkanite               | 0,3        | 3                 | <b>23</b> | 0,6        | <b>5,1</b> | 6,5               | 2          | <b>55</b>         |
| TG                                       | Tonschiefer, Grauwacken       | <b>1,5</b> | <b>39</b>         | 14        | 0,7        | 2,1        | <b>120</b>        | 1          | <b>94</b>         |
| TT                                       | Sande/Kiese/Tone des Tertiär  | -          | <b>21</b>         | <b>28</b> | -          | <b>3,1</b> | -                 | -          | 11                |
| LL                                       | Löß/Lößlehm                   | 0,4        | 18                | <b>35</b> | 0,5        | 2,1        | <b>60</b>         | <b>1,5</b> | 50                |
| Clarke der oberen Kruste (Wedepohl 1995) |                               | 1,4        | 19                | 17        | 0,75       | 2,5        | 53                | 1,4        | 52                |

**fett:** Anreicherung < doppelter Clarkewert

**fett unterstrichen:** Anreicherung ≥ doppelter Clarke-Wert

In der folgenden Tabelle 17 sind die Elemente aufgeführt, für die erhöhte Konzentrationen in den Gesteinen der jeweiligen Grenzgewässer-OWK nachgewiesen wurden. Dazu wurden die mittleren Elementgehalte eines jeden OWK-Einzugsgebietes basierend auf den jeweiligen Flächenanteilen der auftretenden petrogeochemischen Einheiten ermittelt und mit dem Clarke-Wert der oberen Kruste (Wedepohl 1995, vgl. Tabelle 16) verglichen. Aufgeführt wurden die Elemente, deren mittleren Gehalte den doppelten Clarke-Wert entsprechen bzw. diesen überschreiten.

**Tabelle 17: Übersicht zu den Elementen mit erhöhten Konzentrationen in den petrogeochemischen Einheiten, welche in den OWK-Einzugsgebieten auftreten (Elementgehalte  $\geq$  doppelter Clarke-Wert, basierend auf Wedepohl 1995).**

| OWK-Gruppe | OWK-ID            | OWK-Name                      | Elemente mit Konzentrationen $\geq$ doppelter Clarke-Wert |
|------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1          | DESN_56144_CZ     | Wolfsbach                     | As, B, Cd, Cr, Cu, Ni, V                                  |
|            | DESN_566132       | Lazarbach                     | As, B, Cd, Cr, Cu, Ni, V                                  |
|            | DESN_566-1        | Weißer Elster-1               | As, B, Cd, Cr, Ni                                         |
|            | CZXX_OHL_1410     | Bílý Halštov (Weißer Elster)  | As, B, Cr                                                 |
|            | CZXX_OHL_0100     | Sázek                         | As, Bi, Cd, Tl, U, W                                      |
|            | DESN_53218-1      | Fleißbach                     | As, Bi                                                    |
|            | CZXX_OHL_0130     | Plésna (Fleißbach)            | As                                                        |
| 2          | DESN_53234-1      | Zwota                         | As, B, Cd, Cr, Cu, Ni, V                                  |
|            | CZXX_OHL_0280     | Svatana (Zwota)               | As, B, Cr                                                 |
| 3          | DESN_5412-2       | Schwarzwasser-1               | As, B                                                     |
|            | CZXX_OHL_1390     | Blatenský potok (Breitenbach) | As, B                                                     |
|            | CZXX_OHL_1380     | Cerná                         | As, B, Cd, Cr, Ni, Zn                                     |
|            | DESN_541284-1     | Pöhlwasser-1                  | As, B, Cr, Zn                                             |
| 4          | DESN_542634-1_CZ  | Pöhl-1                        | As                                                        |
|            | DESN_542644       | Jöhstädter Schwarzwasser      | As                                                        |
|            | CZXX_OHL_1310     | Cerná voda (Jöhstdt. Schw.)   | As                                                        |
|            | DESN_54264-2      | Preßnitz-1                    | As                                                        |
| 5          | DESN_542686-1a_CZ | Schwarze Pockau-1a            | As                                                        |
|            | DESN_542686-1b    | Schwarze Pockau-1b            | As                                                        |
|            | CZXX_OHL_1360_SN  | Natzschung/Nacetinský potok   | As                                                        |
|            | DESN_54268-3      | Flöha-1                       | As                                                        |
|            | DESN_542682_CZ    | Schweinitz                    | As                                                        |
| 6          | CZXX_OHL_1340     | Flájský potok (Flöha)         | As, Bi, Cd, W                                             |
|            | DESN_542-1        | Freiberger Mulde-1            | As, Cd                                                    |
|            | CZXX_OHL_1260     | Moldavský potok               | As                                                        |
|            | DESN_5372-1       | Weißeritz-1                   | As                                                        |
| 7          | DESN_53718-1      | Müglitz-1                     | As, Cd                                                    |
|            | DESN_5371464      | Mordgrundbach                 | As, Cd                                                    |
|            | CZXX_OHL_1250     | Petrovický potok (Bahra)      | As, Cd                                                    |
|            | DESN_53714-1      | Gottleuba-1                   | As, Cd                                                    |
|            | CZXX_OHL_1240     | Rybný potok (Gottleuba)       | As, Cd                                                    |
| 8          | DESN_537146       | Bahra                         | As, Cd                                                    |
|            | DESN_537132       | Biela                         | As, Cd                                                    |
|            | DESN_5371328      | Cunnersdorfer Bach            | As, Cd                                                    |
|            | DESN_537116       | Krippenbach                   | As, Cd                                                    |
|            | DESN_5-0_SN       | Elbe-0                        | As, Cd                                                    |
|            | DESN_537118-2     | Kirnitzsch-1                  | As, Cd                                                    |
|            | CZXX_OHL_3160     | Krinice                       | As, Cd                                                    |

| OWK-Gruppe | OWK-ID        | OWK-Name                                         | Elemente mit Konzentrationen $\geq$ doppelter Clarke-Wert |
|------------|---------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 9          | DESN_537122-2 | Sebnitz                                          | -                                                         |
|            | CZXX_OHL_1210 | Vilemovský potok                                 | As, Bi                                                    |
|            | CZXX_OHL_1220 | Lucní potok                                      | As, Bi, Cu                                                |
|            | CZXX_OHL_1230 | Rozanský potok                                   | As                                                        |
|            | DESN_582-1    | Spree-1                                          | As                                                        |
|            | CZXX_LNO_0170 | Mandava/Mandau od pramene po státní hranici      | As, Cd, W                                                 |
|            | DESN_67414-1  | Mandau-1                                         | As, Cd                                                    |
|            | CZXX_LNO_0180 | Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka | As, Bi, Cr, Cu                                            |
|            | CZXX_LNO_0190 | Luznicka                                         | As, Cd                                                    |
|            | DESN_674144   | Lausur                                           | As, Cd                                                    |
| 10         | CZXX_OHL_0980 | Svitávka                                         | As, Cd                                                    |
|            | CZXX_LNO_0150 | Luzická Nisa                                     | As, B, Cd                                                 |
|            | DESN_674-3    | Lausitzer Neiße-3                                | As, Bi, Ni, V                                             |

Aufgrund der Ergebnisse lassen sich die lithogeochemischen Bedingungen wie folgt charakterisieren:

- Erhöhte Arsenkonzentrationen sind ubiquitär verbreitet.
- In etwas geringerem Maße gilt dies auch für Cadmium.
- Erhöhte Borgehalte treten hauptsächlich in den OWK-Gruppen 1 bis 3 aufgrund der hohen Flächenanteile an Phyllit, Glimmerschiefer und Tonschiefer/Grauwacken auf.
- Eine weitere Verbreitung basischer Gesteine (Basalt, Diabas) im Vogtland und der Oberlausitz führen zu erhöhten Gehalten an Chrom, Nickel, Vanadium und Kupfer.

Erhöhte Elementgehalte der petrogeochemischen Einheiten gehen in den geogenen Einfluss und damit die HGK ein. Die recherchierten Ergebnisse wurden in die Ergebnisinterpretation einbezogen.

### 6.3.2 BÖDEN

Die Ermittlung der theoretischen Elementgehalte in den Böden der Grenzgewässer-OWK basiert auf der Zuordnung der mittleren Elementgehalte für die jeweils in den OWK auftretenden Leitbodengesellschaften aus dem Bodenatlas des Freistaates Sachsen (Rank *et al.* 1999). Auf die Unterscheidung zwischen den Nutzungen Wald, Grünland und Acker wurde hier verzichtet. Die Rechercheergebnisse zur Bodennutzung zeigten, dass die EZG der Grenzgewässer-OWK hauptsächlich forstwirtschaftlich genutzt werden. Somit wurden lediglich die Hintergrundwerte (P50) von Waldflächen verwendet.

Die Berechnung erfolgte getrennt nach Ober- und Unterböden. Die Ergebnisse für die einzelnen Grenzgewässer-OWK sind in Anlage 3 zusammengestellt. Tabelle 18 und Tabelle

19 geben einen Überblick über die mittleren Elementgehalte in den Böden der OWK-Gruppen.

**Tabelle 18: Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Oberböden bezogen auf die in den Grenzgewässer-OWK auftretenden Leitbodengesellschaften, basierend auf Rank et al. 1999, Angaben in mg/kg.**

| Element | Bezug | OWK-Gruppe |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |       | 1          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| As      | Min   | 16         | 21    | 17,8  | 29    | 24,4  | 18,5  | 28,2  | 15,1  | 18,5  | 14    |
|         | Max   | 33,7       | 34    | 36,8  | 45    | 45    | 45    | 40,6  | 29,6  | 39,9  | 24,3  |
| B       | Min   | 38,9       | 41    | 39,3  | 37,3  | 38    | 37,3  | 44,2  | 22    | 33,5  | 35    |
|         | Max   | 63,1       | 66    | 66    | 66    | 61,2  | 66    | 66    | 46,6  | 45,2  | 51    |
| Be      | Min   | 1,5        | 1,7   | 1,3   | 1,7   | 1,4   | 1,4   | 1,9   | 0,61  | 0,96  | 0,87  |
|         | Max   | 2,6        | 2,7   | 2,7   | 2,7   | 2,5   | 2,7   | 2,7   | 1,5   | 1,8   | 2,0   |
| Bi      | Min   | 0,44       | 0,80  | 0,18  | 0,44  | 0,25  | 0,19  | 0,57  | 0,17  | 0,20  | 0,18  |
|         | Max   | 0,83       | 0,84  | 0,81  | 0,80  | 0,75  | 0,83  | 0,81  | 0,39  | 0,62  | 0,62  |
| Cd      | Min   | 0,35       | 0,43  | 0,36  | 0,44  | 0,38  | 0,38  | 0,45  | 0,18  | 0,28  | 0,26  |
|         | Max   | 0,51       | 0,52  | 0,52  | 0,52  | 0,51  | 0,52  | 0,52  | 0,38  | 0,45  | 0,44  |
| Cr      | Min   | 28,6       | 18    | 30    | 43,8  | 36,6  | 22    | 41,6  | 21,4  | 29,5  | 23,3  |
|         | Max   | 81,7       | 62    | 81,5  | 81,5  | 59    | 81,5  | 62    | 38,9  | 64,7  | 82    |
| Cu      | Min   | 11,9       | 8     | 8     | 15,5  | 10    | 8     | 14,2  | 6     | 8,4   | 7,3   |
|         | Max   | 18,9       | 19    | 20,3  | 20,3  | 18,8  | 20,3  | 19    | 12,4  | 16,2  | 17    |
| Hg      | Min   | 0,061      | 0,070 | 0,089 | 0,099 | 0,096 | 0,076 | 0,093 | 0,079 | 0,078 | 0,070 |
|         | Max   | 0,113      | 0,100 | 0,125 | 0,125 | 0,100 | 0,125 | 0,100 | 0,089 | 0,118 | 0,132 |
| Mo      | Min   | 0,46       | 0,45  | 0,47  | 0,58  | 0,48  | 0,46  | 0,57  | 0,41  | 0,45  | 0,43  |
|         | Max   | 0,69       | 0,72  | 0,73  | 0,73  | 0,68  | 0,73  | 0,72  | 0,53  | 0,56  | 0,65  |
| Mn      | Min   | 259        | 160   | 183   | 265   | 210   | 168   | 262   | 96    | 187   | 145   |
|         | Max   | 687        | 380   | 613   | 613   | 362   | 613   | 380   | 291   | 488   | 653   |
| Ni      | Min   | 8,0        | 5,0   | 11,0  | 16,0  | 13,8  | 7,0   | 14,0  | 2,5   | 6,4   | 5,2   |
|         | Max   | 21,7       | 18,0  | 22,5  | 22,5  | 17,8  | 22,5  | 18,0  | 12,0  | 18,1  | 22,3  |
| Pb      | Min   | 59,7       | 85,0  | 43,0  | 84,8  | 52,8  | 48,0  | 80,8  | 59,4  | 58,6  | 49,7  |
|         | Max   | 92,1       | 92,0  | 94,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 96,8  | 84,6  | 92,8  | 77,0  |
| Tl      | Min   | 0,61       | 0,90  | 0,57  | 0,78  | 0,64  | 0,57  | 0,81  | 0,47  | 0,55  | 0,52  |
|         | Max   | 1,1        | 1,2   | 0,98  | 0,90  | 0,89  | 1,1   | 0,90  | 0,73  | 0,96  | 0,99  |
| U       | Min   | 1,8        | 2,6   | 2,0   | 2,0   | 2     | 2,0   | 2,2   | 1,6   | 1,8   | 1,8   |
|         | Max   | 2,8        | 2,9   | 2,7   | 2,6   | 2,5   | 2,8   | 2,66  | 2,1   | 2,4   | 2,6   |
| V       | Min   | 44         | 28    | 41,5  | 64    | 46    | 28    | 62,8  | 32,3  | 38,3  | 33,7  |
|         | Max   | 106,4      | 100   | 112,5 | 112,5 | 94    | 112,5 | 100   | 60    | 78,5  | 98,7  |
| Zn      | Min   | 56,3       | 44    | 42    | 54,8  | 45,4  | 42,5  | 57,4  | 22    | 34,7  | 32    |
|         | Max   | 82,3       | 83    | 87,3  | 87,3  | 78,2  | 87,3  | 83    | 49,9  | 62    | 75    |

**Tabelle 19: Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Unterböden bezogen auf die in den Grenzgewässer-OWK auftretenden Leitbodengesellschaften, basierend auf Rank et al. 1999, Angaben in mg/kg.**

| Ele-<br>ment | Be-<br>zug | OWK-Gruppe |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              |            | 1          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| As           | Min        | 11,9       | 16    | 12    | 15    | 13,6  | 13    | 15,2  | 8     | 9,2   | 8     |
|              | Max        | 19,4       | 19    | 18,5  | 20,5  | 20    | 20,5  | 19    | 13,1  | 19    | 17,7  |
| B            | Min        | 40,7       | 41    | 43,3  | 46,3  | 44,6  | 41,8  | 51,6  | 33    | 41    | 36,7  |
|              | Max        | 74         | 79    | 79    | 79    | 72,6  | 79    | 79    | 52,7  | 50,4  | 59    |
| Be           | Min        | 1,9        | 2,8   | 1,8   | 2,0   | 1,9   | 1,9   | 2,3   | 1,1   | 1,4   | 1,3   |
|              | Max        | 2,9        | 2,9   | 2,9   | 2,9   | 2,7   | 2,9   | 2,9   | 1,9   | 2,3   | 2,5   |
| Bi           | Min        | 0,21       | 0,30  | 0,17  | 0,20  | 0,18  | 0,18  | 0,24  | 0,12  | 0,13  | 0,12  |
|              | Max        | 0,53       | 0,62  | 0,38  | 0,30  | 0,28  | 0,54  | 0,36  | 0,23  | 0,37  | 0,47  |
| Cd           | Min        | 0,35       | 0,49  | 0,39  | 0,46  | 0,42  | 0,39  | 0,48  | 0,24  | 0,32  | 0,23  |
|              | Max        | 0,50       | 0,50  | 0,50  | 0,51  | 0,51  | 0,51  | 0,51  | 0,41  | 0,49  | 0,46  |
| Cr           | Min        | 34,7       | 27,0  | 35,3  | 54,3  | 40,2  | 29,8  | 46,6  | 28,7  | 34,4  | 30,7  |
|              | Max        | 83,3       | 70    | 85    | 85    | 65,8  | 85    | 70    | 48,6  | 63,4  | 81    |
| Cu           | Min        | 11,6       | 10    | 13    | 17    | 14,8  | 11    | 16,6  | 5,6   | 10,4  | 9,5   |
|              | Max        | 25,4       | 23    | 26,8  | 26,8  | 22    | 26,8  | 23    | 15,9  | 20,5  | 25    |
| Hg           | Min        | 0,058      | 0,070 | 0,066 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,067 | 0,042 | 0,042 | 0,042 |
|              | Max        | 0,083      | 0,085 | 0,085 | 0,085 | 0,082 | 0,085 | 0,085 | 0,056 | 0,063 | 0,075 |
| Mo           | Min        | 0,43       | 0,52  | 0,42  | 0,47  | 0,43  | 0,44  | 0,51  | 0,39  | 0,42  | 0,41  |
|              | Max        | 0,61       | 0,62  | 0,62  | 0,62  | 0,59  | 0,62  | 0,62  | 0,47  | 0,52  | 0,55  |
| Mn           | Min        | 395        | 360   | 488   | 553   | 536   | 403   | 556   | 240   | 368   | 347   |
|              | Max        | 849        | 770   | 880   | 880   | 728   | 880   | 770   | 521   | 654   | 837   |
| Ni           | Min        | 13,3       | 8,0   | 14,8  | 19,3  | 17,6  | 10,3  | 19,4  | 10,6  | 12,2  | 10,7  |
|              | Max        | 44,9       | 32,0  | 45,3  | 45,3  | 29,6  | 45,3  | 32,0  | 19,4  | 31,8  | 44,7  |
| Pb           | Min        | 39,0       | 51,0  | 39,0  | 48,0  | 41,4  | 40,5  | 48,6  | 36,9  | 37,7  | 37,0  |
|              | Max        | 53,1       | 54,0  | 51,8  | 53,0  | 53,0  | 53,8  | 53,4  | 45,1  | 52,0  | 49,0  |
| Tl           | Min        | 0,49       | 0,72  | 0,54  | 0,64  | 0,62  | 0,54  | 0,69  | 0,46  | 0,51  | 0,49  |
|              | Max        | 1,3        | 1,5   | 0,92  | 0,72  | 0,72  | 1,3   | 0,88  | 0,73  | 1,0   | 1,2   |
| U            | Min        | 1,8        | 14,3  | 2,1   | 2,2   | 2,2   | 2,1   | 2,4   | 1,7   | 2,0   | 2,0   |
|              | Max        | 3,0        | 3,1   | 2,7   | 2,6   | 2,5   | 3,0   | 2,7   | 2,3   | 2,6   | 2,8   |
| V            | Min        | 50,3       | 36,0  | 48,8  | 65,8  | 53,0  | 40,3  | 67,8  | 39,4  | 46,2  | 41,7  |
|              | Max        | 116,6      | 110,0 | 122,5 | 122,5 | 102,0 | 122,5 | 110,0 | 67,7  | 83,8  | 108,7 |
| Zn           | Min        | 63,7       | 68,0  | 62,0  | 80,0  | 66,8  | 63,5  | 82,4  | 34,0  | 47,0  | 42,7  |
|              | Max        | 106,9      | 110,0 | 112,5 | 112,5 | 105,2 | 112,5 | 110,0 | 67,1  | 85,3  | 97,3  |

### 6.3.3 BACHSEDIMENTE

Im Rahmen von Vorgängerprojekten der TU Bergakademie Freiberg (u.a. Greif & Klemm 2009a) wurden zur Einschätzung des geochemischen Inventars die mittleren Spurenele-

mentgehalte von Bachsedimenten ( $< 200 \mu\text{m}$ ) herangezogen. Dieser Kenntnisstand basiert auf Untersuchungen von Pälchen *et al.* (1982), welche in den 1970/80er Jahren das Ziel der Lagerstättensuche verfolgten. Die mittleren Elementgehalte von Bachsedimenten sind, bezogen auf die Flusseinzugsgebiete, im Geochemischen Atlas für Sachsen, Teil 2 (Greif *et al.* 2004) aufgeführt.

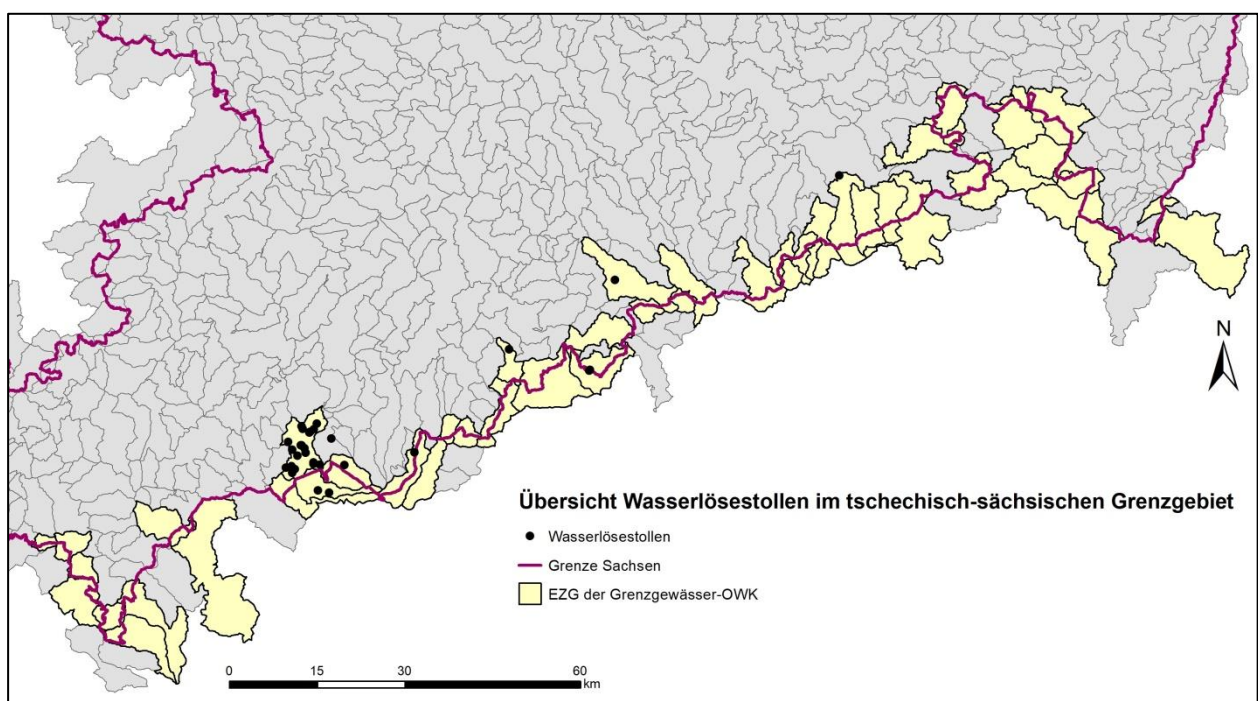
Für den gegenwärtigen Sachverhalt wurde auf die Einbeziehung dieser Altdaten verzichtet. Hingegen wurde der Fokus zur Beschreibung des geochemischen Inventars auf die mittleren Elementgehalte in den geologischen Einheiten sowie die aktuellen Sedimentuntersuchungen des Landesmessnetzes gelegt (LfULG 2019a).

#### 6.4 SIGNIFIKANTE BERGBAUBEDINGTE QUELLEN

Bei den signifikanten bergbaubedingten Quellen handelt es sich um 31 Stollen bzw. Grubenwasseraustritte mit Kontakt zu sächsischen Fließgewässern, welche in den EZG von sechs Grenzgewässer-OWK auftreten (siehe Abbildung 5 sowie Tabelle 20).

Der Großteil der Quellen lässt sich im OWK Schwarzwasser-1 bei Johannegeorgenstadt sowie Antonsthal nachweisen. Die recherchierten Bergbauquellen werden auftragsgemäß bei der Auswahl geeigneter Probenahmestellen für die Fließgewässer bzw. Quellaustritte berücksichtigt.

Bisher unbekannte wasserführende Bergbaustollen wurden während der Recherche- bzw. Geländearbeiten nicht angetroffen.



**Abbildung 5: Lage der wasserführenden Bergbaustollen im EZG der Grenzgewässer-OWK auf sächsischem Territorium.**





Tabelle 20: Übersicht zu wasserführenden Bergbaustollen im EZG der Grenzgewässer-OWK.

| Gruppe | OWK-ID        | OWK-Name        | bergbaubedingte Punktquelle                                                     | Ort/Lage                                | Ostwert | Nordwert |
|--------|---------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|----------|
| 1      |               |                 | keine festgestellt                                                              |                                         |         |          |
| 2      |               |                 | keine festgestellt                                                              |                                         |         |          |
| 3      | DESN_5412-2   | Schwarzwasser-1 | Glück Auf Stolln                                                                | Johanngeorgenstadt                      | 338556  | 5590204  |
|        |               |                 | Friedrich August Stolln                                                         | Johanngeorgenstadt                      | 338814  | 5590884  |
|        |               |                 | Stolln 146                                                                      | Johanngeorgenstadt                      | 338983  | 5590857  |
|        |               |                 | Hohe Tanne Stolln                                                               | Johanngeorgenstadt                      | 337473  | 5591095  |
|        |               |                 | Trau und Bau auf Gott-Stolln                                                    | Johanngeorgenstadt                      | 338459  | 5591343  |
|        |               |                 | Petrusstolln                                                                    | Johanngeorgenstadt                      | 339452  | 5593099  |
|        |               |                 | Roter und Weißer Löwe Stolln                                                    | Steinheidel                             | 338559  | 5594156  |
|        |               |                 | St. Johannes Stolln am Fällbach                                                 | Fällbach bei Er-<br>labrunn/Steinheidel | 337884  | 5595510  |
|        |               |                 | Stolln 3 (Breitenbrunn)                                                         | Breitenbrunn                            | 342213  | 5591704  |
|        |               |                 | Stolln 1 (Breitenbrunn)                                                         | Breitenbrunn                            | 342218  | 5591947  |
|        |               |                 | Stolln 1 (Unruhe)                                                               | Breitenbrunn/Unruhe                     | 343272  | 5591604  |
|        |               |                 | Oberer Otto Stolln                                                              | Breitenbrunn                            | 340158  | 5594882  |
|        |               |                 | August Otto Stollen                                                             | Breitenbrunn                            | 340021  | 5594888  |
|        |               |                 | St. Christoph Stolln                                                            | Breitenbrunn                            | 340693  | 5594411  |
|        |               |                 | St. Johannes oder Schwarzenberger Commu-<br>nstolln (Stollnsystem Breitenbrunn) | Breitenbrunn                            | 340853  | 5593646  |
|        |               |                 | Schurf 2                                                                        | Antonsthal                              | 341651  | 5597211  |
|        |               |                 | Stolln 2                                                                        | Antonsthal                              | 341478  | 5597101  |
|        |               |                 | Jung Adler Stolln                                                               | Antonsthal, Halsbach                    | 340169  | 5598134  |
|        |               |                 | Petri-Paul-Stolln                                                               | Antonsthal, Halsbach                    | 340368  | 5597696  |
|        |               |                 | Stolln 11 + Schurf 15                                                           | Antonsthal                              | 342231  | 5597674  |
|        |               |                 | St. Johannes Erbstolln                                                          | Erla /Schwarzenberg                     | 342798  | 5598604  |
|        | CZXX_OHL_1380 | Cérna           | Gotthold Stolln, CZ                                                             | Potůčky                                 | 342962  | 5587210  |
|        |               |                 | Štola Štěstí s Radostí (Glück mit Freuden Stolln, CZ                            | Potůčky                                 | 344860  | 5586837  |
|        | DESN_541284-1 | Pöhlwasser-1    | Stolln 2                                                                        | Ehrenzipfel                             | 347465  | 5591561  |



|           |                  |                    |                                               |                       |        |         |
|-----------|------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|--------|---------|
|           |                  |                    | Stolln Pöhla (über WBA der Wismut)            | Pöhla                 | 345247 | 5596032 |
| <b>4</b>  | DESN_542634-1_CZ | Pöhla-1            | Stolln 111                                    | Niederschlag          | 359493 | 5593731 |
| <b>5</b>  | DESN_542686-1b   | Schwarze Pockau-1b | Tiefer Blühend Glück Stolln                   | Pobershau             | 375681 | 5611268 |
|           | DESN_542682_CZ   | Schweinitz         | Fortuna Stolln                                | Deutschkatharinenberg | 389512 | 5607786 |
|           |                  |                    | Nikolai Stolln, CZ                            | Hora Svaté Kateřiny   | 389390 | 5607641 |
| <b>6</b>  | DESN_542-1       | Freiberger Mulde-1 | St. Michaelisstolln                           | Clausnitz             | 393752 | 5623165 |
| <b>7</b>  |                  |                    | keine festgestellt                            |                       |        |         |
| <b>8</b>  | DESN_537132      | Biela              | Grubenwasser Königstein (über WBA der Wismut) |                       | 432162 | 5641010 |
| <b>9</b>  |                  |                    | keine festgestellt                            |                       |        |         |
| <b>10</b> |                  |                    | keine festgestellt                            |                       |        |         |

## 7 PROBENAHME

### 7.1 VORBETRACHTUNG

Die einzelnen Grenzgewässer-OWK wurden aufgrund geologisch ähnlicher Verhältnisse zu zehn zu beprobenden Wasserkörpergruppen zusammengefasst (siehe Kap. 6.1.2). In jeder OWK-Region sind ca. 20 Proben vorgesehen. Die Vorgehensweise bei der Probenahme erfolgt analog zu Vorgängerprojekten (Greif & Klemm 2009, Greif 2012). Es wird eine Probendichte von 1 Probe/10 km<sup>2</sup> angestrebt.

Die 51 Grenzgewässer-OWK wurden hinsichtlich ihrer Größe im Grenzgebiet beurteilt (siehe Tabelle 21). Die Grenzgewässer-OWK haben ein Einzugsgebiet von insgesamt 2.090 km<sup>2</sup>. Unter der bisher verfolgten Strategie der Beprobung mit einer Mindestprobenahmedichte von 1 Probe/10 km<sup>2</sup> werden zur Untersuchung der OWK ca. 200 Probenahmepunkte benötigt. Die kalkulierte Probenzahl pro OWK ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Flächenanteile ebenfalls Tabelle 21 zu entnehmen.

**Tabelle 21: Größe und Lage der Grenzgewässer-OWK, Anzahl (n) der vorgesehenen Proben.**

| OWK ID            | Name                                  | Größe [km <sup>2</sup> ] | EZG              | Anzahl Proben |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|
| DESN_56144_CZ     | Wolfsbach (Bystřina)                  | 8,2                      | Weißer Elster    | 1             |
| DESN_566132       | Lazarbach                             | 22,4                     | Weißer Elster    | 2             |
| DESN_566-1        | Weißer Elster-1                       | 17,1                     | Weißer Elster    | 2             |
| CZXX_OHL_1410     | Bílý Halštov (Weißer Elster)          | 47,6                     | Weißer Elster    | 5             |
| DESN_53218-1      | Fleissenbach                          | 18,8                     | Elbe (über CZ)   | 2             |
| CZXX_OHL_0130     | Plesná (Fleissenbach)                 | 65,5                     | Elbe (über CZ)   | 6-7           |
| CZXX_OHL_0100     | Sázek (Soosbach)                      | 53,4                     | Elbe (über CZ)   | 5             |
| DESN_53234-1      | Zwota                                 | 43,9                     | Elbe (über CZ)   | 4             |
| CZXX_OHL_0280     | Svatava (Zwota)                       | 153,4                    | Elbe (über CZ)   | 15            |
| CZXX_OHL_1390     | Blatenský potok (Breitenbach)         | 38,9                     | Zwickauer Mulde  | 4             |
| CZXX_OHL_1380     | Černá (Schwarzwasser)                 | 34,7                     | Zwickauer Mulde  | 3-4           |
| DESN_5412-2       | Schwarzwasser-1                       | 57,1                     | Zwickauer Mulde  | 6             |
| DESN_541284-1     | Pöhlwasser-1                          | 35,7                     | Zwickauer Mulde  | 3-4           |
| DESN_542634-1_CZ  | Pöhl-1 (Polava)                       | 41,7                     | Freiberger Mulde | 4             |
| CZXX_OHL_1310     | Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser) | 35,3                     | Freiberger Mulde | 3-4           |
| DESN_542644       | Jöhstädter Schwarzwasser              | 11,3                     | Freiberger Mulde | 1             |
| DESN_54264-2      | Pressnitz-1                           | 16,3                     | Freiberger Mulde | 1-2           |
| DESN_542686-1a_CZ | Schwarze Pockau-1a (Černá)            | 37                       | Freiberger Mulde | 4             |

| OWK ID           | Name                                                   | Größe<br>[km <sup>2</sup> ] | EZG              | Anzahl<br>Pro-<br>ben |
|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| DESN_542686-1b   | Schwarze Pockau-1b                                     | 20,1                        | Freiberger Mulde | 2                     |
| CZXX_OHL_1360_SN | Načetínský potok<br>(Natzschung)                       | 85,3                        | Freiberger Mulde | 8-9                   |
| DESN_54268-3     | Flöha-1                                                | 43,2                        | Freiberger Mulde | 4                     |
| DESN_542682_CZ   | Schweinitz (Svídnice)                                  | 50,5                        | Freiberger Mulde | 5                     |
| CZXX_OHL_1340    | Flájský potok (Flöha)                                  | 16,1                        | Freiberger Mulde | 1-2                   |
| DESN_542-1       | Freiberger Mulde-1                                     | 70,5                        | Freiberger Mulde | 7                     |
| CZXX_OHL_1260    | Moldavský potok (Frei-<br>berger Mulde)                | 12,1                        | Freiberger Mulde | 1                     |
| DESN_5372-1      | Weißeritz-1                                            | 49,5                        | Obere Elbe       | 5                     |
| DESN_53718-1     | Müglitz-1                                              | 50,5                        | Obere Elbe       | 5                     |
| DESN_53714-1     | Gottleuba-1                                            | 17,0                        | Obere Elbe       | 2                     |
| CZXX_OHL_1240    | Rybný potok (Gottleuba)                                | 13,5                        | Obere Elbe       | 1                     |
| DESN_5371464     | Mordgrundbach                                          | 17,7                        | Obere Elbe       | 2                     |
| CZXX_OHL_1250    | Petrovický potok (Bahra)                               | 9,2                         | Obere Elbe       | 1                     |
| DESN_537146      | Bahra                                                  | 39,8                        | Obere Elbe       | 4                     |
| DESN_537132      | Biela                                                  | 58,7                        | Obere Elbe       | 6                     |
| DESN_5371328     | Cunnersdorfer Bach                                     | 44,6                        | Obere Elbe       | 4-5                   |
| DESN_537116      | Krippenbach                                            | 39,2                        | Obere Elbe       | 4                     |
| DESN_5-0_SN      | Elbe-0                                                 | 96,4                        | Obere Elbe       | 10                    |
| DESN_537118-2    | Kirnitzsch-1                                           | 55,4                        | Obere Elbe       | 5-6                   |
| CZXX_OHL_3160    | Křinice (Kirnitzsch)                                   | 31,3                        | Obere Elbe       | 3                     |
| DESN_537122-2    | Sebnitz                                                | 42,5                        | Obere Elbe       | 4                     |
| CZXX_OHL_1210    | Vilémovský potok<br>(Sebnitz-cz2)                      | 10,2                        | Obere Elbe       | 1                     |
| CZXX_OHL_1220    | Luční potok                                            | 36,9                        | Obere Elbe       | 4                     |
| CZXX_OHL_1230    | Rožanský potok (Rosen-<br>bach)                        | 52,8                        | Lausitzer Neiße  | 5                     |
| DESN_582-1       | Spree-1                                                | 74,5                        | Lausitzer Neiße  | 7-8                   |
| CZXX_LNO_0170    | Mandava/Mandau od<br>pramene po státní hranici         | 43,6                        | Lausitzer Neiße  | 4-5                   |
| DESN_67414-1     | Mandau-1                                               | 9,8                         | Lausitzer Neiße  | 1                     |
| CZXX_LNO_0180    | Mandava/Mandau od<br>státní hranice po tok<br>Lužnicka | 27,2                        | Lausitzer Neiße  | 3                     |
| CZXX_LNO_0190    | Lužnička (Lausur)                                      | 44,4                        | Lausitzer Neiße  | 4-5                   |
| DESN_674144      | Lausur                                                 | 15,5                        | Lausitzer Neiße  | 1-2                   |
| CZXX_OHL_0980    | Svitávka (Zwittebach)                                  | 48,5                        | Lausitzer Neiße  | 5                     |
| CZXX_LNO_0150    | Lužická Nisa (Lausitzer<br>Neiße)                      | 114,1                       | Lausitzer Neiße  | 11                    |
| DESN_674-3       | Lausitzer Neiße-3                                      | 11,7                        | Lausitzer Neiße  | 1                     |

Zusätzlich zur Probenahme der Oberflächengewässer erfolgte eine Erstbeprobung von 20 ausgewählten Grundwasseraufschlüssen. Wenn möglich sollten im EZG einer jeden OWK-Gruppe zwei Quellaustritte beprobt werden.

## 7.2 POTENZIELL GEEIGNETE PROBENAHMESTELLEN

### 7.2.1 PROBENAHMESTELLEN OWK

Im Folgenden werden die nach der ausführlichen Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK und der Gebietsanalyse (Abgleich in der topografischen Karte DTK10) als potenziell geeignet angesehenen Probenahmestellen in unbelasteten Gebieten der OWK dargestellt. Berücksichtigung fand dabei die geforderte Mindestprobenahmedichte von 1 Probe/ 10 km<sup>2</sup> gemäß Tabelle 21. Ein weiterer Schwerpunkt bei der Auswahl von Probenahmestellen bestand darin, den Einfluss der in den Kapiteln 6.1.5 und 6.4 recherchierten anthropogenen Quellen, wie bspw. industrielle- und kommunale Einleitungen sowie bergbaubedingte Quellen zu vermeiden.

Die Messstellen befinden sich hauptsächlich in den Nebengewässern kurz vor der Einleitung in den Hauptstrom der Grenzgewässer-OWK. Probenahmestellen im Hauptstrom sollten vermieden werden, um anthropogene Belastungen und deren Belastungssummierung entlang des Gewässerverlaufs auszuschließen.

Die Lage und Charakterisierung der vorgeschlagenen sowie untersuchten Probenahmestellen in den EZG der Grenzgewässer-OWK bzw. OWK-Gruppen sind Anlage 4 zu entnehmen.

Die potenziell geeigneten OWK-Probenahmestellen wurden unterschieden in priorisierte Messstellen (PM) und Ersatzmessstellen (EM). Erst bei Sichtung der örtlichen Gegebenheiten im Gelände wurde festgelegt, an welchen Gewässern eine Beprobung möglich ist. Stellte sich eine priorisierte Messstelle als ungeeignet dar (trockengefallenes Gewässer, Anfahrt nicht möglich, oberhalb unbekannte Einleitstelle gesichtet o. ä.), wurde auf eine Ersatzmessstelle zurückgegriffen.

Für manche Grenzgewässer-OWK, bspw. für die OWK Sazák, Svatava, Elbe-0 oder Kirnitzsch-1, war die Einhaltung der angestrebten Probenahmedichte in Höhe von 1 Probe/ 10 km<sup>2</sup> aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich. Dies hatte jedoch keine Auswirkungen auf das Erreichen der Gesamtprobenanzahl von 200 Proben im tschechisch-sächsischen Grenzraum.

Die Probenbezeichnungen aus der Liste der potenziell geeigneten OWK-Probenahmestellen (vgl. Anlage 4) wurden während der Projektbearbeitung durchweg beibehalten, trotzdem dass während der Geländearbeit Messstellen ausgeschlossen bzw. ausgetauscht wurden.

### 7.2.2 PROBENAHMESTELLEN GRUNDWASSERAUF SCHLÜSSE

Die Lage und Charakterisierung der vorgeschlagenen und beprobten Grundwasseraufschlüsse in den EZG der Grenzgewässer-OWK sind Anlage 5 zu entnehmen.

In Anlehnung an die OWK-Beprobung wurde auch bei der Beprobung der potenziellen Grundwasseraufschlüsse erst bei Überprüfung der örtlichen Gegebenheiten entschieden, welche Grundwasseraufschlüsse beprobt werden.

Die potenziell geeigneten Probenahmestellen für die Grundwasseraufschlüsse wurden ebenfalls unterschieden in priorisierte Messstellen (PM) und Ersatzmessstellen (EM). Stellte sich eine priorisierte Messstelle als ungeeignet dar (trockengefallen, Anfahrt nicht möglich o.ä.), wurde auf eine Ersatzmessstelle zurückgegriffen.

Angestrebt wurde eine Erstbeprobung von 20 Grundwasseraufschlüssen, wobei für jede OWK-Gruppe zwei Quellaustritte vorgesehen waren. Diese Probenahmedichte konnte jedoch nicht für jede der zehn Gruppen eingehalten werden. So konnte aufgrund der unpassenden örtlichen Gegebenheiten für die OWK-Gruppe 7 lediglich eine Probe genommen werden. Des Weiteren war eine Beprobung im EZG der OWK-Gruppe 10 nicht möglich, was auf den geringen Flächenanteil am sächsischen Territorium zurückzuführen ist. Der Ausgleich der Probenanzahl erfolgte dahingehend, dass in den EZG der Gruppen 6, 8 und 9 jeweils drei Quellaustritte beprobt wurden.

Die Probenbezeichnungen aus der Liste der potenziell geeigneten Probenahmestellen von Quellaufschlüssen (vgl. Anlage 5) wurden während der Projektbearbeitung durchweg beibehalten, trotzdem dass während der Geländearbeit Messstellen ausgeschlossen bzw. ausgetauscht wurden.

## 7.3 DURCHFÜHRUNG

Die Beprobung der Oberflächenwassermessstellen und Grundwasseraufschlüsse erfolgte nach Stand der Technik. Die Probenahme der OWK umfasste an jedem Probenahmepunkt die Entnahme von:

- Oberflächenwasser als Schöpfprobe aus der fließenden Welle (filtriert/unfiltriert)
- schwebstoffbührtiges Sediment (Entnahme mit Handschaufel in Stillwasserzonen des Gewässers)

Filtrierte Wasserproben wurden mittels Vakuum-Filtration durch Celluloseacetat-Filter (Porengröße 0,45 µm) vor Ort erhalten. Die Sedimentproben wurden vor Ort in einem Sieb mit der Porengröße 2 mm vorgeseibt und für den Transport ins Analysenlabor in 5L-Kunststoffeimer abgefüllt.

Bei der Erstbeprobung der Grundwasseraufschlüsse wurde lediglich die Wasserphase beprobt. Die Probenahme erfolgte als Schöpfprobe aus der fließenden Welle hauptsächlich aus Brunnen, Schloten oder Schächten.

Die Probenahme wurde so abgestimmt, dass möglichst der Normalabfluss (MQ) erfasst wurde. Extremereignisse wurden, ebenso wie Abflussverhältnisse, welche den mittleren



Hochwasserdurchfluss (MHQ) überschreiten, ausgeschlossen. Aktuelle Pegelstände in der Region wurden online vom Landeshochwasserzentrum abgefragt (LHWZ 2018).

Die Probenahme der Grenzgewässer-OWK wurde auf deutscher sowie tschechischer Seite durchgeführt. An den 20 ausgewählten Grundwasseraufschlüssen erfolgte die Erstbeprobung ausschließlich auf deutscher Seite.

Etwa 50% der Probenahmestellen konnten erfolgreich im Zeitraum vom 16.05.2018 bis 16.08.2018 beprobt werden. Eine Fortführung der Probenahme war aufgrund der starken Trockenheit und der damit einhergehenden sehr geringen Abflussverhältnisse (teilweise sogar Trockenfallen) der ausgewählten Gewässer in diesem Jahr nicht mehr möglich. Die abschließende Beprobung wurde auf das Frühjahr 2019 (09.04.2019 bis 07.06.2019) verlegt.

Folgender Probenumfang wurde realisiert:

- 20 Proben filtriertes Grundwasser
- 200 Proben filtriertes Oberflächenwasser
- 200 Proben unfiltriertes Oberflächenwasser (Aufschluss)
- 189 Proben schwebstoffbürtiges Sediment, Fraktion <20 µm
- 189 Proben schwebstoffbürtiges Sediment, Fraktion <63 µm

Von den folgenden sieben OWK-Probenahmestellen konnten keine Sedimentproben gewonnen werden, da kein Feinsediment vorlag:

- PL 5 (OWK Plesná/Fleißbach)
- SW 6 (OWK Schwarzwasser-1)
- CE 1 (OWK Cerná)
- CB 1 (OWK Cunnersdorfer Bach)
- RO 2 (OWK Rozanský potok)
- MA 1 (OWK Mandava/Mandau od pramene po státní hranici)
- MA 6 (OWK Mandau-1)

## 7.4 ANALYSEPARAMETER

Von den Wasserproben (Oberflächenwasser, Grundwasser) wurden an der jeweiligen Probenahmestelle folgende Parameter bestimmt:

- Wassertemperatur
- Lufttemperatur
- pH-Wert
- elektrische Leitfähigkeit (25°C)
- Sauerstoffkonzentration

Neben den Vor-Ort-Parametern wurden weitere Parameter von der Wasserphase (gelöst/gesamt) und vom Gewässersediment analysiert. Die Elementpalette ist in Tabelle 22 aufgeführt.

Für die Sedimentanalytik wurden die Fraktionen  $<20\text{ }\mu\text{m}$  und  $<63\text{ }\mu\text{m}$  betrachtet. Hintergrund ist die in Sachsen auf Empfehlung der EU-WRRL erfolgte Umstellung der Untersuchungen von Schwebstoffen bzw. schwebstoffbürtigem Sediment von der Fraktion  $<20\text{ }\mu\text{m}$  auf die Fraktion  $<63\text{ }\mu\text{m}$ . Somit ist die Vergleichbarkeit der vor bzw. ab 2012 erhobenen Sedimentdaten bei der Ableitung von Hintergrundwerten gegeben.

**Tabelle 22: Auflistung der zu analysierenden Elemente für die Wasser- und Sedimentproben.**

| Kompartiment | Filtriertes Oberflächen- und Grundwasser sowie unfiltriertes Oberflächenwasser                                             | Sedimente                                                                                                                     |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elemente     | Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Gd, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Te, Ti, Tl, U, V, Zn | Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Gd, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sr, Te, Ti, Tl, U, V, Zn |

## 7.5 PROBENAUFBEREITUNG UND ANALYTIK

### 7.5.1 PROBENAUFBEREITUNG

Die laboranalytischen Arbeiten wurden vom akkreditierten und zertifizierten Prüflabor Eurofins Umwelt Ost GmbH mit Niederlassung in Freiberg durchgeführt. Die Probenaufbereitung und Analytik wurden, soweit analysentechnisch möglich, nach den Vorgaben der Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) durchgeführt. Dazu zählten folgende Arbeiten:

- Analytik der filtrierten Oberflächen- und Grundwasserproben (Filtration  $<0,45\text{ }\mu\text{m}$ )
- Analytik der aufgeschlossenen (Mikrowellenaufschluss) unfiltrierten Oberflächenwasserproben
- Gewinnung der Fraktionen  $<20\text{ }\mu\text{m}$  und  $<63\text{ }\mu\text{m}$  von den Sedimentproben durch Nasssiebung mit anschließender Gefriertrocknung
- Mikrowellenaufschluss mit Königswasser für Sedimentproben
- Filtration der Oberflächen- sowie Grundwasserproben mit Filtergröße  $450\text{ nm}$  für die Analyse der gelösten Stoffkonzentrationen
- Bestimmung der Metalle, Arsen, Bor, Selen und Tellur in den Wasserproben und Aufschlusslösungen mittels ICP-MS, DIN EN ISO 17294-2-E29

## 7.5.2 PARAMETERSPEKTRUM UND QUALITÄTSSICHERUNG

Um die Vergleichbarkeit der hier gewonnenen Analysenergebnisse zu denen des Landesmessnetzes zu gewährleisten, ist eine enge Absprache mit der BfUL erforderlich. Neben der Durchführung der Mikrowellen-Aufschlüsse, ist bei der Angabe der Analysenergebnisse auf die Äquivalenz der Bestimmungsgrenzen zu achten (siehe Tabelle 23 und Tabelle 24).

**Tabelle 23: Bestimmungsgrenzen (BG) in der Wasseranalytik.**

| Element   | Einheit | BG    | Element   | Einheit | BG   |
|-----------|---------|-------|-----------|---------|------|
| <b>Ag</b> | µg/L    | 1     | <b>Li</b> | µg/L    | 1    |
| <b>Al</b> | µg/L    | 10    | <b>Mg</b> | mg/L    | 0,02 |
| <b>As</b> | µg/L    | 0,5   | <b>Mn</b> | µg/L    | 1    |
| <b>B</b>  | µg/L    | 4     | <b>Mo</b> | µg/L    | 0,2  |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 0,5   | <b>Na</b> | mg/L    | 0,05 |
| <b>Be</b> | µg/L    | 0,4   | <b>Ni</b> | µg/L    | 0,5  |
| <b>Bi</b> | µg/L    | 0,2   | <b>Pb</b> | µg/L    | 0,5  |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 0,02  | <b>Sb</b> | µg/L    | 0,5  |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,08  | <b>Se</b> | µg/L    | 0,5  |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,1   | <b>Sr</b> | µg/L    | 2    |
| <b>Cr</b> | µg/L    | 1     | <b>Te</b> | µg/L    | 3    |
| <b>Cu</b> | µg/L    | 1     | <b>Ti</b> | µg/L    | 1    |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,005 | <b>Tl</b> | µg/L    | 0,1  |
| <b>Gd</b> | µg/L    | 0,1   | <b>U</b>  | µg/L    | 0,1  |
| <b>Hg</b> | µg/L    | 0,01  | <b>V</b>  | µg/L    | 1    |
| <b>K</b>  | mg/L    | 0,1   | <b>Zn</b> | µg/L    | 2    |

**Tabelle 24: Bestimmungsgrenzen (BG) für die Analytik von HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Mikrowellenaufschlüssen an Sedimenten.**

| Element   | Einheit | BG  | Element   | Einheit | BG |
|-----------|---------|-----|-----------|---------|----|
| <b>Ag</b> | mg/kg   | 5   | <b>Mg</b> | mg/kg   | 30 |
| <b>Al</b> | mg/kg   | 10  | <b>Mn</b> | mg/kg   | 1  |
| <b>As</b> | mg/kg   | 0,8 | <b>Mo</b> | mg/kg   | 2  |
| <b>B</b>  | mg/kg   | 1   | <b>Na</b> | mg/kg   | 10 |
| <b>Ba</b> | mg/kg   | 2   | <b>Ni</b> | mg/kg   | 1  |
| <b>Be</b> | mg/kg   | 0,2 | <b>P</b>  | mg/kg   | 10 |
| <b>Bi</b> | mg/kg   | 2   | <b>Pb</b> | mg/kg   | 2  |
| <b>Ca</b> | mg/kg   | 20  | <b>Sb</b> | mg/kg   | 1  |
| <b>Cd</b> | mg/kg   | 0,1 | <b>Se</b> | mg/kg   | 1  |
| <b>Co</b> | mg/kg   | 1   | <b>Sr</b> | mg/kg   | 2  |
| <b>Cr</b> | mg/kg   | 1   | <b>Te</b> | mg/kg   | 5  |
| <b>Cu</b> | mg/kg   | 1   | <b>Ti</b> | mg/kg   | 2  |

|           |       |      |           |       |     |
|-----------|-------|------|-----------|-------|-----|
| <b>Fe</b> | mg/kg | 5    | <b>Tl</b> | mg/kg | 0,2 |
| <b>Gd</b> | mg/kg | 1    | <b>U</b>  | mg/kg | 0,2 |
| <b>Hg</b> | mg/kg | 0,07 | <b>V</b>  | mg/kg | 1   |
| <b>K</b>  | mg/kg | 5    | <b>Zn</b> | mg/kg | 1   |
| <b>Li</b> | mg/kg | 5    |           |       |     |

Nach Beginn der chemischen Analytik zeigte sich, dass in dem beauftragten Labor die BG für Silber nicht eingehalten werden konnte (1 µg/L statt 0,2 µg/L). Um zu einer Einschätzung der Auswirkungen dieses Problems auf die Ergebnisse der Studie zu kommen, wurde eine Auswertung der Daten der Referenzmessstellen der OWK vorgenommen. Dies waren 34 Datensätze. In diesen 34 Datensätzen lagen die Silbergehalte (gelöst) immer unter der BG von 0,2 µg/L. Es gibt somit keine Notwendigkeit der Ausweisung einer HGK für Silber. Bei den im Rahmen dieser Studie untersuchten Messstellen lag die Silberkonzentration immer unter der BG von 1 µg/L. Aus diesen Ergebnissen wird geschlussfolgert, dass keine Einschränkung der Aussagekraft dieser Studie vorliegt.

## 7.6 METEOROLOGISCHE UND HYDROLOGISCHE SITUATION

Die folgenden Informationen zur meteorologischen sowie hydrologischen Situation während der Probenahme in den EZG der Grenzgewässer-OWK wurden den Gewässerkundlichen Monatsberichten des LfULG entnommen (LfULG 2019b).

### 7.6.1 METEOROLOGISCHE SITUATION

Der Zeitraum der ersten Probennahmephase (Mai bis August 2018) war deutlich zu warm und zu sonnenscheinreich. Im Allgemeinen war es zu trocken, jedoch im Vogtland war es zeitweise markant zu nass aufgrund von heftigen Gewittern mit großen Regenmengen.

In der Summe ist das meteorologische Frühjahr 2018 das bisher zweitwärmste Frühjahr seit 1881, mit deutlichem Niederschlagsdefizit und Sonnenscheinüberschuss. In den Sommermonaten fiel besonders im Erzgebirge meist weniger als die Hälfte der zu erwartenden Regenmenge. Beispielhaft wird für den Monat August ein Gebietsniederschlag mit rund 31 mm (mehrfähriger Mittelwert: 83,7 mm) angegeben.

Die meteorologische Situation der zweiten Probennahmephase (April bis Juni 2019) zeigte im Vergleich zum Vorjahr geringe Abweichungen. Im April war es sachsenweit, aber auch spezifisch im tschechisch-sächsischen Grenzraum, zu warm und zu trocken. Der Monat Mai war besonders in Ostsachsen und Teilen des Erzgebirges zu kalt, zu trocken und unterdurchschnittlich sonnig. Im Juni war es hingegen erneut zu warm, zu trocken und die Sonnenscheinstunden lagen deutlich über dem vieljährigen Mittelwert. Im Vogtland fiel bspw. weniger als ein Viertel der üblichen Niederschlagsmenge.

## 7.6.2 HYDROLOGISCHE SITUATION

Die niederschlagsarme Witterung in den Monaten Mai bis August 2018 hatte in den Fließgewässern des tschechisch-sächsischen Grenzgebietes leicht sinkende Pegelstände zur Folge (siehe Tabelle 25). Örtliche und teils starke Niederschläge zeigten nur kurzfristige Reaktionen auf die Wasserführung und hatten keinen nachhaltigen Effekt. Bezogen auf alle sächsischen Fließgewässer war bis zum 28.08.2018 ein erster Höhepunkt des Niedrigwassers erreicht. An 75 % der sächsischen Pegel lagen die Durchflüsse unter MNQ(Jahr).

Trotz des niederschlagsreichen Monats Mai 2019 blieben die Durchflüsse der Fließgewässer im Vergleich zu den monatlichen mehrjährigen Vergleichswerten unter MQ(Monat). Die niederschlagsarme Witterung in den Folgemonaten ließ die Wasserführung kontinuierlich absinken.

Aufgrund der hydrologischen Gegebenheiten während der Projektlaufzeit, war eine Probenahme unter durchweg Normalabflussbedingungen (MQ) nicht möglich. Dies ist auch auf die hohe Probenahmeanzahl und deren großflächige Verteilung entlang des gesamten tschechisch-sächsischen Grenzgebietes zurückzuführen. Kurzzeitig auftretende Starkregenereignisse während der Probenahmeperiode wurden bei der Probenahme berücksichtigt und ausgeschlossen.

**Tabelle 25: Gewässerkundliche Hauptwerte des Durchflusses ausgewählter Pegel im EZG der Grenzgewässer-OWK für den Zeitraum der Probenahme (LfULG 2019b).**

| Probenahmeperiode            |            | Teil 1 (2018) |             |             |            | Teil 2 (2019) |            |             |
|------------------------------|------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|------------|-------------|
| Pegel (Gewässer)             | Hauptwerte | Mai [m³/h]    | Juni [m³/h] | Juli [m³/h] | Aug [m³/h] | April [m³/h]  | Mai [m³/h] | Juni [m³/h] |
| Adorf 1 (Weiße Elster)       | MNQ        | 1,01          | 0,783       | 0,648       | 0,588      | 1,64          | 1,01       | 0,783       |
|                              | MQ         | 1,63          | 1,39        | 1,28        | 1,05       | 2,72          | 1,63       | 1,39        |
|                              | MHQ        | 6,19          | 5,73        | 6,74        | 5,66       | 6,16          | 6,19       | 5,73        |
| Ammelsdorf (Wilde Weißeritz) | MNQ        | 0,427         | 0,297       | 0,228       | 0,204      | 0,865         | 0,427      | 0,297       |
|                              | MQ         | 0,979         | 0,723       | 0,747       | 0,603      | 1,92          | 0,979      | 0,723       |
|                              | MHQ        | 3,22          | 3,09        | 4,29        | 4,50       | 4,72          | 3,22       | 3,09        |
| Kirnitzschtal (Kirnitzsch)   | MNQ        | 0,878         | 0,798       | 0,767       | 0,764      | 1,14          | 0,878      | 0,798       |
|                              | MQ         | 1,20          | 1,14        | 1,18        | 1,12       | 1,79          | 1,20       | 1,14        |
|                              | MHQ        | 3,86          | 3,89        | 4,88        | 5,02       | 5,06          | 3,86       | 3,89        |
| Zittau 6 (Mandau)            | MNQ        | 1,10          | 0,893       | 0,757       | 0,697      | 1,72          | 1,10       | 0,893       |
|                              | MQ         | 2,27          | 2,05        | 2,02        | 1,67       | 3,66          | 2,27       | 2,05        |
|                              | MHQ        | 13,9          | 13,9        | 17,5        | 15,3       | 15,6          | 13,9       | 13,9        |

## 8 BESTIMMUNG HINTERGRUNDKONZENTRATION

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde grundlegend die in vorangegangenen Studien erarbeitete Methodik zur Ableitung geogener Hintergrundkonzentrationen der TU Freiberg (u.a. Greif & Klemm 2009a) und eigenen Arbeiten (Martin 2013 & Martin 2015) übernommen (vgl. Kapitel 3) und teilweise angepasst.

Folgende Änderungen wurden vorgenommen:

- Die Wahl der Betrachtungseinheit OWK für die Charakterisierung geogener HGK ist wünschenswert, jedoch aufgrund der erforderlichen hohen Probenzahl (mind. zehn Proben) als Grundlage für eine statistisch gesicherte Bearbeitung nicht realisierbar. Im Rahmen der gegenwärtigen Untersuchung wurden diesbezüglich HGK für OWK-Gruppen (zusammengefasste OWK mit ähnlichen geogenen Eigenschaften) ermittelt und diese auf alle einschließenden OWK zurückgeführt.
- Die in Kapitel 4.1 dargestellten gesetzlichen Anforderungen für OWK bzw. GWK bei der Länder gehen gemeinsam in die Methodik ein.
- Auf die Prüfung des sekundären Datenbestandes von Bachsedimenten zur Beschreibung des geochemischen Inventars wurde verzichtet (vgl. Kapitel 6.3.3). Der Datenbestand der mittleren Elementgehalte in den geologischen Einheiten sowie der aktuellen Sedimentuntersuchungen des Landesmessnetzes wurden diesbezüglich als ausreichend erachtet.
- Bei der Neubeprobung zum Ausgleich von Datendefiziten wurde für jede OWK-Gruppe die für eine P90-Angabe erforderliche Anzahl von zehn Proben erreicht.

### 8.1 DATENAUFBEREITUNG

Die Analysedaten der Oberflächenwasser-, Grundwasser- und Sedimentproben, welche für die Ermittlung der HGK herangezogen werden, bedürfen i.d.R. keiner weiteren Aufbereitung. Es wurde eine chemisch-analytische Plausibilitätsprüfung durchgeführt, um Analysenprobleme zu erkennen. Entsprechende Korrekturen wurden vorgenommen.

Analysenwerte, die unter der Bestimmungsgrenze des Verfahrens liegen, sind in den übergebenen Daten durch den Eintrag „< BG“ gekennzeichnet. Solche Werte wurden zur statistischen Auswertung durch Zahlenwerte ersetzt. Als Ersatzwert wurde die halbe BG verwendet. In der Projektdatenbank wurden die veränderten Datensätze gekennzeichnet, der ursprüngliche Wert der BG wurde in einem separaten Datenfeld gesichert.

Zur weiteren Bearbeitung wurden einzelne Datentabellen (Datentabellen für Oberflächenwasser, Grundwasser sowie Gewässersediment) zu Gesamttabellen zusammengeführt, Kreuztabellen wurden in Listen überführt und die Stammdaten der Messstellen inklusive aller messstellenspezifischen Daten wurden zu den Analysedaten hinzugefügt.



## 8.2 PRÜFUNG ANTHROPOGENER EINFLÜSSE

Im Anschluss an die Datenaufbereitung erfolgte eine Prüfung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich anthropogener Einflüsse. Folgende Arbeitsschritte wurden dahingehend durchgeführt:

- Vergleich der Daten mit den UQN
- Abgleich mit den Beschaffenheitsdaten der Referenzmessstellen (BfUL-Daten)
- Berechnung elementbezogener P80-Werte für OWK-Gruppen und Vergleich der Analysenwerte der OWK, um Anhaltspunkte für erhöhte Werte zu erhalten
- Bei Überschreitung der P80 Werte der jeweiligen OWK-Gruppe wurden die OWK-Daten auf geogene und anthropogene (Industrie, kommunale Einleiter, Bergbau) Einflüsse geprüft
- Bei festgestellten signifikanten anthropogenen Einflüssen wurden die betroffenen Messwerte aus der HGK-Ableitung ausgeschlossen
- Aus den verbleibenden Daten wurden die P90-Werte bezogen auf die OWK-Gruppen als vorläufige HGK berechnet und den jeweiligen OWK zugeordnet
- Vergleich der Stoffkonzentrationen der Grundwasseraufschlüsse mit denen der nächstgelegenen OWK-Messstellen

Im Ergebnis der Prüfungen wurden lediglich durch Bergbau bedingte anthropogene Einflüsse festgestellt.

### 8.2.1 PRÜFUNG DES BERGBAUEINFLUSSES

Für die einzelnen OWK lagen die Ergebnisse der Bergbaurecherche Martin *et al.* (2019) vor. Aus dieser wurde OWK-genau eine Bewertung der Bergbauintensität vorgenommen und in Tabelle 26 dargestellt.

Die Notwendigkeit des Ausschlusses von Daten ergab sich lediglich in den folgenden drei Fällen:

- Mst. SVA 1 (Svatava) – Cu
- Mst. BP 2 (Blatenský potok) - As
- Mst. BI 8 (Leupoldishainer Bach) – U

Bergbauliche Punktquellen (Stolln- und Grubenwasseraustritte) waren bereits bei der Planung der Probenahmestellen soweit wie möglich ausgeklammert worden. Während der Probenahmearbeiten wurde lediglich ein Stollnwasserzufluss an einem beprobten Bach festgestellt, der Michaelis Stolln in Clausnitz (Clausnitzer Dorfbach im EZG des OWK DESN\_542-1 (Freiberger Mulde-1), siehe Abbildung 6. Nach der Charakteristik der dortigen Grube hat dieser jedoch einen vernachlässigbaren Einfluss auf den OWK.



**Abbildung 6: Mundloch (links) und Wasseraustritt (rechts) des Michaelis Stollns in Clausnitz (OWK-Gruppe 6).**

**Tabelle 26: Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 1).**

| OWK-ID        | OWK-Name                 | Probe | Gewässername                | Bergbaustatus             | Schlussfolgerung              |
|---------------|--------------------------|-------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| DESN_56144_CZ | Wolfsbach                | WB3   | Wolfsbach                   | kein Bergbau              | keine Ausschlussnotwendigkeit |
| DESN_566132   | Lazarbach                | LB1   | Tetterweinbach              | kein Bergbau              | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | LB2   | Zinnbach                    | kein Bergbau              |                               |
| DESN_566-1    | Weiße Elster-1           | WE1   | Brandbach                   | kein Bergbau              | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | WE2   | Zeidelweidebach             | kein Bergbau              |                               |
| CZXX_OHL_1410 | Bílý Halštrov            | BH1   | Bílý Halštrov               | geringer Bergbau (Sn, Li) | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | BH2   | Bílý Halštrov               | geringer Bergbau (Sn, Li) |                               |
|               |                          | BH3   | Asský potok                 | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | BH4   | Gürther Bach                | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | BH5   | Bach oh. Dolní Paseky       | kein Bergbau              |                               |
| DESN_53218-1  | Fleißenbach              | FB1   | Hohendorfer Bach            | geringer Bergbau (U)      | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | FB2   | Forstbach                   | geringer Bergbau (U)      |                               |
| CZXX_OHL_0130 | Plesná<br>(Fleissenbach) | PL1   | Rokytník (Sauggrundbach)    | kein Bergbau              | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | PL2   | Pstruhový potok (Hennebach) | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | PL3   | Bach uh. Lomnicka           | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | PL4   | Svazecký potok              | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | PL6   | Bach bei Mlýnek             | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | PL7   | Bach bei Kopanina           | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | PL9   | Bach bei Vackovec           | kein Bergbau              |                               |
| CZXX_OHL_0100 | Sázek                    | SK1   | Scheidebach                 | kein Bergbau              | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | SK2   | Großenteichbach             | kein Bergbau              |                               |
|               |                          | SK3   | Velkoluzský potok           | geringer Bergbau (U)      |                               |
|               |                          | SK4   | Luzní potok                 | geringer Bergbau (U)      |                               |



**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 2).**

| OWK-ID        | OWK-Name | Probe | Gewässername          | Bergbaustatus                                | Schlussfolgerung                                             |
|---------------|----------|-------|-----------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| DESN_53234-1  | Zwota    | ZW1   | Wolfsbach             | geringer Bergbau                             | keine Ausschlussnotwendigkeit                                |
|               |          | ZW2   | Zechenbach            | geringer Bergbau                             |                                                              |
|               |          | ZW3   | Hüttenbach            | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | ZW7   | Hranièní potok        | kein Bergbau                                 |                                                              |
| CZXX_OHL_0280 | Svatava  | SVA1  | Bublavský potok       | signifikanter Bergbau (Cu)                   | <u>Probe SVA1:</u><br>Cu in Sediment und Wasser ausschließen |
|               |          | SVA2  | Stribrný potok        | signifikanter Bergbau (Ag, Pb, Zn, Cu, (As)) |                                                              |
|               |          | SVA3  | Bach bei Campingplatz | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | SVA4  | Bach uh. Campingplatz | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | SVA5  | Stribrný potok        | signifikanter Bergbau (Ag, Pb, Zn, Cu, (As)) |                                                              |
|               |          | SVA6  | Bach bei Stribrna     | geringer Bergbau (Ag, Pb, Zn, Cu, (As))      |                                                              |
|               |          | SVA7  | Bach bei Kraslice     | geringer Bergbau (Cu)                        |                                                              |
|               |          | SVA8  | Kamenný potok         | geringer Bergbau (Cu)                        |                                                              |
|               |          | SVA9  | Bach uh. Krásná       | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | SVA10 | Bach bei Bahnschienen | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | SVA11 | Mezni potok           | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | SVA12 | Novohorský potok      | geringer Bergbau (polymetallische Erze)      |                                                              |
|               |          | SVA14 | Bach bei Hřebeny      | kein Bergbau                                 |                                                              |
|               |          | SVA15 | Radvanovský potok     | kein Bergbau                                 |                                                              |



**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 3).**

| OWK-ID        | OWK-Name        | Probe | Gewässername                     | Bergbaustatus                                   | Schlussfolgerung                                            |
|---------------|-----------------|-------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| DESN_5412-2   | Schwarzwasser-1 | SW1   | Das dürre Bächel                 | geringer Bergbau U                              | keine Ausschlussnotwendigkeit                               |
|               |                 | SW3   | Schieferbach                     | geringer Bergbau (Pb, Zn)                       |                                                             |
|               |                 | SW4   | Fällbach                         | geringer Bergbau (Pb, Zn, U)                    |                                                             |
|               |                 | SW6   | Kleiner Ortsbach                 | geringer Bergbau (Sn, U)                        |                                                             |
|               |                 | SW7   | Bach vom Rabenberg               | signifikanter Bergbau (Sn, U)                   |                                                             |
|               |                 | SW8   | Bach bei Steinheidel             | Bergbau (Fe)                                    |                                                             |
| DESN_541284-1 | Pöhlwasser-1    | PW1   | Klingerbach                      | geringer Bergbau (Sn, U)                        | keine Ausschlussnotwendigkeit                               |
|               |                 | PW2   | Bach oh. Tellerhäuser            | kein Bergbau                                    |                                                             |
|               |                 | PW3   | Höllbach                         | geringer Bergbau (Fe, U)                        |                                                             |
|               |                 | PW4   | Mückenbach                       | Bergbau (Sn)                                    |                                                             |
| CZXX_OHL_1380 | Cérna           | CE1   | Seifenbächel                     | kein Bergbau                                    | keine Ausschlussnotwendigkeit                               |
|               |                 | CE2   | Kraví potok                      | geringer Bergbau (Sn, U)                        |                                                             |
|               |                 | CE3   | Podleský potok                   | geringer Bergbau (Sn, U)                        |                                                             |
| CZXX_OHL_1390 | Blatenský potok | BP2   | Blatenský potok                  | signifikanter Bergbau (Sn, U, Bi, Co, Ni, (As)) | <u>Probe BP2:</u><br>As in Sediment und Wasser ausschließen |
|               |                 | BP3   | Prudký potok                     | geringer Bergbau (U)                            |                                                             |
|               |                 | BP4   | Pechöfener Bach (Hranicní potok) | Bergbau (Sn, U)                                 |                                                             |



**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 4).**

| OWK-ID           | OWK-Name                              | Probe | Gewässername        | Bergbaustatus                                  | Schlussfolgerung              |
|------------------|---------------------------------------|-------|---------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| DESN_542634-1_CZ | Pöhla-1                               | PÖ1   | Pöhlbach            | signifikanter Bergbau (U, Bi, Co, Ni, F, (As)) | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                  |                                       | PÖ2   | Bach im Zechengrund | geringer Bergbau (U, Bi, Co, Ni, (As))         |                               |
|                  |                                       | PÖ3   | Bach bei Loucna     | kein Bergbau                                   |                               |
|                  |                                       | PÖ4   | Schindelbach        | kein Bergbau                                   |                               |
| DESN_542644      | Jöhstädter Schwarzwasser              | JS1   | Raummühlenbach      | geringer Bergbau (Fe)                          | keine Ausschlussnotwendigkeit |
| CZXX_OHL_1310    | Cerná voda (Jöhstädter Schwarzwasser) | CV1   | Cerná voda          | signifikanter Bergbau (Fe)                     | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                  |                                       | CV3   | Bach uh. Kovarská   | geringer Bergbau (Fe)                          |                               |
|                  |                                       | CV4   | Bach ohne Namen     | geringer Bergbau (Fe)                          |                               |
| DESN_54264-2     | Preßnitz-1                            | PR2   | Mönchsbach          | kein Bergbau                                   | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                  |                                       | PR3   | Mühlgründelbach     | kein Bergbau                                   |                               |





**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 5).**

| OWK-ID            | OWK-Name           | Probe | Gewässername               | Bergbaustatus                          | Schlussfolgerung              |
|-------------------|--------------------|-------|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| DESN_542686-1a_CZ | Schwarze Pockau-1a | SPO2  | Schwarze Pockau            | geringer Bergbau (Fe)                  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                   |                    | SPO3  | Pohranicní potok           | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | SPO4  | Stinkenbach                | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | SPO5  | Schwarzer Teichbach        | kein Bergbau                           |                               |
| DESN_542686-1b    | Schwarze Pockau-1b | SPO9  | Königshaubächel            | kein Bergbau                           | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                   |                    | SPO10 | Sechserbächel              | kein Bergbau                           |                               |
| CZXX_OHL_1360_SN  | Natzschung         | NZ1   | Nacetinský potok           | kein Bergbau                           | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                   |                    | NZ3   | Kovářský potok             | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | NZ4   | Rübenauer Bach             | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | NZ5   | Weißfluß                   | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | NZ7   | Steinbach                  | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | NZ8   | Bystřička                  | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | NZ10  | Telčský potok              | kein Bergbau                           |                               |
| DESN_54268-3      | Flöha-1            | NZ11  | Bach ohne Namen            | kein Bergbau                           | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                   |                    | FÖ1   | Bach ohne Namen            | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | FÖ2   | Bach ohne Namen            | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | FÖ3   | Frauenbach                 | kein Bergbau                           |                               |
| DESN_542682_CZ    | Schweinitz         | FÖ4   | Rauschenfluss              | kein Bergbau                           | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|                   |                    | SZ1   | Katerinský potok           | signifikanter Bergbau (Cu, Pb, Zn, Ag) |                               |
|                   |                    | SZ3   | Bach ohne Namen            | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | SZ4   | Bach ohne Namen            | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | SZ5   | Bach oh. Göhrener Teich    | kein Bergbau                           |                               |
|                   |                    | SZ6   | Schweinitz im Quellbereich | kein Bergbau                           |                               |



**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 6).**

| OWK-ID        | OWK-Name                   | Probe | Gewässername                          | Bergbaustatus                                                         | Schlussfolgerung              |
|---------------|----------------------------|-------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| CZXX_OHL_1340 | Flajský potok              | FP1   | Flajský potok                         | kein Bergbau                                                          | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                            | FP3   | Weißer Fluss                          | kein Bergbau                                                          |                               |
| DESN_542-1    | Freiberger Mulde-1         | FM1   | Bach oh. Teichhaus                    | kein Bergbau                                                          | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                            | FM3   | Roter Fluss                           | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | FM5   | Brettellenflüßchen                    | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | FM6   | Trostbach                             | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | FM7   | Grundbächel                           | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | FM8   | Clausnitzer Dorfbach                  | geringer Bergbau (Cu, Pb, Zn),<br>Einfluss durch St. Michaelis Stolln |                               |
|               |                            | FM9   | Nassauer Dorfbach                     | kein Bergbau                                                          |                               |
| CZXX_OHL_1260 | Moldavský potok            | MP2   | Moldavský potok                       | signifikanter Bergbau (F)                                             | keine Ausschlussnotwendigkeit |
| DESN_5372-1   | Weißeritz-1                | W1    | Wilde Weißeritz<br>(Divoká Bystrice)  | geringer Bergbau<br>(Cu, Pb, Zn, Ag)                                  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                            | W2    | Großer Warmbach<br>(Raselinový potok) | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | W3    | Becherbach                            | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | W4    | Weißbach                              | kein Bergbau                                                          |                               |
|               |                            | W8    | Kleiner Warmbach                      | kein Bergbau                                                          |                               |
| CZXX_OHL_1240 | Rybný potok<br>(Gottleuba) | RP1   | Vetrovský potok                       | kein Bergbau                                                          | keine Ausschlussnotwendigkeit |



**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 7).**

| OWK-ID        | OWK-Name                 | Probe | Gewässername                  | Bergbaustatus | Schlussfolgerung              |
|---------------|--------------------------|-------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
| DESN_53718-1  | Müglitz-1                | MÜ1   | Weißer Müglitz                | Bergbau (Sn)  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | MÜ2   | Schwarzbach                   | kein Bergbau  |                               |
|               |                          | MÜ3   | Zeidelweidenwasser            | Bergbau (Sn)  |                               |
|               |                          | MÜ5   | Bach westl. von Fürstentwalde | kein Bergbau  |                               |
|               |                          | MÜ6   | Lauensteiner Bach             | kein Bergbau  |                               |
|               |                          | MÜ7   | Bach aus Wolfsbusch           | kein Bergbau  |                               |
|               |                          |       |                               |               |                               |
| DESN_5371464  | Mordgrundbach            | MB1   | Slatina (Mordgrundbach)       | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | MB4   | Strompelbach                  | kein Bergbau  |                               |
| CZXX_OHL_1250 | Petrovický potok (Bahra) | PP1   | Petrovický potok              | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
| DESN_53714-1  | Gottleuba-1              | GO1   | Schönwalder Bach              | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                          | GO2   | Nasenbach                     | kein Bergbau  |                               |
| CZXX_OHL_1240 | Rybný potok (Gottleuba)  | RP1   | Vetrovský potok               | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |

**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 8).**

| OWK-ID      | OWK-Name | Probe | Gewässername                | Bergbaustatus | Schlussfolgerung              |
|-------------|----------|-------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|
| DESN_537146 | Bahra    | BA2   | Steinbach                   | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|             |          | BA3   | Bach gegenüber Kache        | kein Bergbau  |                               |
|             |          | BA5   | Kache                       | kein Bergbau  |                               |
|             |          | BA7   | Olšovský potok (Loschebach) | kein Bergbau  |                               |
| DESN_537132 | Biela    | BI1   | Biela                       | kein Bergbau  |                               |
|             |          | BI2   | Dürre Biela                 | kein Bergbau  |                               |
|             |          | BI3   | Bach                        | kein Bergbau  |                               |
|             |          | BI4   | Tannenborn                  | kein Bergbau  |                               |



| OWK-ID        | OWK-Name           | Probe | Gewässername               | Bergbaustatus                                | Schlussfolgerung                                      |
|---------------|--------------------|-------|----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|               |                    | BI5   | Bielbach/Reichsteiner Bach | kein Bergbau                                 | <u>Probe BI8:</u><br>U in Sed und Wasser ausschließen |
|               |                    | BI8   | Leupoldishainer Bach       | signifikanter Bergbau (U) - Grube Königstein |                                                       |
| DESN_5371328  | Cunnersdorfer Bach | CB1   | Fuchsbach                  | kein Bergbau                                 | keine Ausschlussnotwendigkeit                         |
|               |                    | CB3   | Taubenbach                 | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | CB4   | Näsebach                   | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | CB6   | Lampertsbach               | kein Bergbau                                 |                                                       |
| DESN_537116   | Krippenbach        | KB1   | Krippenbach                | kein Bergbau                                 | keine Ausschlussnotwendigkeit                         |
|               |                    | KB4   | Gliedenbächel              | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | KB6   | Prölitzsbach               | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | KB7   | Reinhardsdorfer Bach       | kein Bergbau                                 |                                                       |
| DESN_5-0_SN   | Elbe-0             | E1    | Certova voda               | kein Bergbau                                 | keine Ausschlussnotwendigkeit                         |
|               |                    | E2    | Bach                       | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | E3    | Dolnozelebský potok        | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | E4    | Gelobtbach                 | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | E5    | Suchá                      | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | E6    | Schiebmühlenbach           | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | E8    | Mühlgrundbach              | kein Bergbau                                 |                                                       |
| DESN_537118-2 | Kirnitzsch-1       | KI1   | Dorfbach                   | kein Bergbau                                 | keine Ausschlussnotwendigkeit                         |
|               |                    | KI3   | Bach bei Hinterdittersbach | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | KI4   | Heidelbach                 | geringer Bergbau (Kalkstein)                 |                                                       |
|               |                    | KI5   | Weißbach                   | kein Bergbau                                 |                                                       |
| CZXX_OHL_3160 | Krinice            | KR1   | Krinice                    | kein Bergbau                                 | keine Ausschlussnotwendigkeit                         |
|               |                    | KR3   | Bach                       | kein Bergbau                                 |                                                       |
|               |                    | KR4   | Vlčí potok                 | kein Bergbau                                 |                                                       |



**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 9).**

| OWK-ID        | OWK-Name                                          | Probe | Gewässername             | Bergbaustatus | Schlussfolgerung              |
|---------------|---------------------------------------------------|-------|--------------------------|---------------|-------------------------------|
| DESN_537122-2 | Sebnitz                                           | SE1   | Finkenbach               | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                   | SE2   | Schönbach                | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SE4   | Bach oh. Ulbersdorf      | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SE6   | Kohlichtgraben           | kein Bergbau  |                               |
| CZXX_OHL_1210 | Vilemovský potok                                  | VP1   | Waldflüsschen            | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
| CZXX_OHL_1220 | Lucní potok                                       | LP1   | Heimichbach              | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                   | LP4   | Bublava                  | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | LP5   | Bach bei Horní Poustevna | kein Bergbau  |                               |
| CZXX_OHL_1230 | Rozanský potok                                    | RO1   | Rožanský potok           | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                   | RO2   | Bach                     | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | RO5   | Stříbrný potok           | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | RO6   | Bach                     | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | RO7   | Schebichbach/Drevic      | kein Bergbau  |                               |
| DESN_582-1    | Spree-1                                           | SPR1  | Oberspree                | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                   | SPR2  | Bleichewasser            | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SPR4  | Scharfbornwasser         | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SPR5  | Richter Flüssel          | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SPR6  | Bach                     | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SPR7  | Kothe                    | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | SPR8  | Bach im Gebirge          | kein Bergbau  |                               |
| CZXX_LNO_0170 | Mandava/Mandau od<br>pramene po státní<br>hranici | MA1   | Mandava                  | kein Bergbau  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                   | MA2   | Bach ohne Namen          | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | MA4   | Psrtužný potok           | kein Bergbau  |                               |
|               |                                                   | MA5   | Psrtužný potok           | kein Bergbau  |                               |



| OWK-ID        | OWK-Name                                         | Probe | Gewässername                  | Bergbaustatus                 | Schlussfolgerung              |
|---------------|--------------------------------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| DESN_67414-1  | Mandau-1                                         | MA6   | Waldfluss                     | kein Bergbau                  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
| CZXX_LNO_0180 | Mandava/Mandau od státní hranice po tok Lužnicka | MA8   | Goldbach                      | kein Bergbau                  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                  | MA9   | Bach ohne Namen               | geringer Bergbau (Braunkohle) |                               |
|               |                                                  | MA11  | Bach ohne Namen               | geringer Bergbau (Braunkohle) |                               |
| CZXX_LNO_0190 | Lužnička                                         | LZ1   | Lužnička                      | geringer Bergbau (Pb, Zn)     | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                  | LZ3   | Lužnička                      | geringer Bergbau (Pb, Zn)     |                               |
|               |                                                  | LZ4   | Bach ohne Namen               | geringer Bergbau (Pb, Zn)     |                               |
|               |                                                  | LZ5   | Bach uh. Jiretin pod Jedlovou | geringer Bergbau (Pb, Zn)     |                               |
| DESN_674144   | Lausur                                           | LA1   | Pfarrbach                     | kein Bergbau                  | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                                                  | LA2   | Sorgewasser                   | kein Bergbau                  |                               |





**Tabelle 26: Fortsetzung - Übersicht zu beprobten Fließgewässern in den EZG der Grenzgewässer-OWK und Angabe des Bergbaustatus (OWK-Gruppe 10).**

| OWK-ID        | OWK-Name          | Probe | Gewässername                             | Bergbaustatus            | Schlussfolgerung              |
|---------------|-------------------|-------|------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| CZXX_OHL_0980 | Svitávka          | SVI1  | Zwitterbach (Svitávka)                   | kein Bergbau             | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                   | SVI2  | Krompasský potok                         | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | SVI3  | Bach uh. Přehrada Naděje                 | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | SVI5  | Bach östl. von Trávník                   | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | SVI6  | Bach oh. Horní rybník                    | kein Bergbau             |                               |
| CZXX_LNO_0150 | Luzická Nisa      | LN1   | Bach bei Bělídlo                         | kein Bergbau             | keine Ausschlussnotwendigkeit |
|               |                   | LN2   | Bach bei Horní Suchá (Ober Berzdorf)     | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN3   | Bach bei Karlov Pod Ještěm               | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN4   | Bach uh. Machnín                         | geringer Bergbau (Pb,Zn) |                               |
|               |                   | LN5   | Bach bei Bílý Kostel                     | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN6   | Bach sdl. Bílý Kostel                    | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN7   | Bach von Na Rozkosí                      | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN8   | Bach zw. Chotyně und Bílý Kostel, rechts | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN9   | Bach vom Jitřavský vrch                  | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN11  | Bach bei Chotyně (Ketten)                | kein Bergbau             |                               |
|               |                   | LN13  | Vaclavický potok                         | kein Bergbau             |                               |
| DESN_674-3    | Lausitzer Neiße-3 | LN14  | Eichgrabener Pfaffenbach                 | Bergbau (Braunkohle)     | keine Ausschlussnotwendigkeit |

## 8.3 ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG DER OWK-BEPROBUNG

### 8.3.1 VORSCHLÄGE FÜR HINTERGRUNDKONZENTRATIONEN

Die Auswertung der Analysedaten aller Wasserproben (gelöst/gesamt) sowie Sedimentproben der Oberflächengewässer erfolgte gruppenbezogen, da mehrere Grenzgewässer-OWK aufgrund ihrer ähnlichen geologischen Gegebenheiten zu einer OWK-Gruppe zusammengefasst wurden (vgl. Kapitel 6.1.2).

Zur Ableitung der Vorschläge für Hintergrundkonzentrationen wurden aus den Ergebnissen der einzelnen OWK einer jeden OWK-Gruppe für die in Kapitel 7.4 ausgewählten Metalle und Elemente in der entsprechenden Matrix (gelöst, gesamt sowie im Schwebstoff/Sediment) die P90-Werte berechnet.

Die ähnlichen geogenen Eigenschaften innerhalb des EZG einer OWK-Gruppe ermöglichen es, die ermittelten P90-Werte auf die zur jeweiligen Gruppe gehörenden einzelnen Grenzgewässer-OWK zuzuordnen.

Die für die jeweiligen OWK-Gruppen vorgeschlagenen Hintergrundwerte sind in den Tabelle 27 bis Tabelle 30 aufgelistet.

**Tabelle 27: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (gelöste Gehalte, P90).**

| Parameter        | Al   | Sb    | As   | Ba    | Be    | Bi    | Pb    | B    | Cd     | Ca   | Cr   | Co   | Fe    | Gd    | K    | Cu   |
|------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| Einheit          | µg/L | µg/L  | µg/L | µg/L  | µg/L  | µg/L  | µg/L  | µg/L | µg/L   | mg/L | µg/L | µg/L | mg/L  | µg/L  | mg/L | µg/L |
| <b>Gruppe 1</b>  | 270  | < 0,5 | 4,96 | 51,0  | < 0,4 | 0,10  | < 0,5 | 68,4 | 0,15   | 24,4 | < 1  | 1,92 | 1,96  | < 0,1 | 6,23 | 2,0  |
| <b>Gruppe 2</b>  | 180  | < 0,5 | 1,30 | 27,2  | 0,62  | < 0,2 | < 0,5 | 32,4 | 0,12   | 13,9 | < 1  | 0,53 | 0,16  | 0,13  | 5,02 | 2,0  |
| <b>Gruppe 3</b>  | 235  | < 0,5 | 3,12 | 38,1  | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 8,0  | 0,57   | 9,5  | < 1  | 1,35 | 0,32  | 0,35  | 1,36 | 2,0  |
| <b>Gruppe 4</b>  | 74   | < 0,5 | 0,71 | 65,2  | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 10,0 | 0,31   | 15,3 | < 1  | 0,41 | 0,09  | 0,06  | 1,32 | 1,0  |
| <b>Gruppe 5</b>  | 270  | < 0,5 | 3,58 | 40,6  | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 13,0 | 0,48   | 9,1  | < 1  | 0,76 | 0,85  | 0,28  | 1,26 | 2,0  |
| <b>Gruppe 6</b>  | 66   | < 0,5 | 5,02 | 110,4 | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 13,8 | 0,75   | 22,0 | < 1  | 0,26 | 0,11  | 0,14  | 1,84 | 2,0  |
| <b>Gruppe 7</b>  | 70   | < 0,5 | 0,80 | 75,5  | 0,50  | < 0,2 | < 0,5 | 12,9 | 0,60   | 15,7 | < 1  | 0,29 | 0,06  | < 0,1 | 1,53 | 2,0  |
| <b>Gruppe 8</b>  | 228  | < 0,5 | 0,79 | 82,0  | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 16,9 | 0,50   | 35,4 | < 1  | 1,55 | 0,04  | 0,29  | 3,66 | 2,0  |
| <b>Gruppe 9</b>  | 30   | < 0,5 | 0,97 | 38,6  | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 20,7 | 0,08   | 40,0 | < 1  | 0,37 | 0,11  | < 0,1 | 2,60 | 1,7  |
| <b>Gruppe 10</b> | 30   | < 0,5 | 3,02 | 60,1  | < 0,4 | < 0,2 | < 0,5 | 20,2 | < 0,08 | 41,6 | < 1  | 1,50 | 0,159 | < 0,1 | 4,80 | 1,0  |

**Tabelle 27: Fortsetzung - Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (gelöste Gehalte, P90).**

| Parameter        | Li   | Mg   | Mn    | Mo    | Na   | Ni   | Hg     | Se    | Ag   | Sr    | Te   | Tl    | Ti   | U     | V    | Zn   |
|------------------|------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|
| Einheit          | µg/L | mg/L | µg/L  | µg/L  | mg/L | µg/L | µg/L   | µg/L  | µg/L | µg/L  | µg/L | µg/L  | µg/L | µg/L  | µg/L | µg/L |
| <b>Gruppe 1</b>  | 16,8 | 9,2  | 165,4 | < 0,2 | 31,8 | 7,9  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 191,0 | < 3  | < 0,1 | 1,8  | 1,18  | < 1  | 45,0 |
| <b>Gruppe 2</b>  | 9,2  | 7,5  | 91,1  | < 0,2 | 8,2  | 6,0  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 66,3  | < 3  | < 0,1 | < 1  | 2,06  | < 1  | 29,2 |
| <b>Gruppe 3</b>  | 7,0  | 4,1  | 193,5 | 0,10  | 11,1 | 3,2  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 59,5  | < 3  | < 0,1 | < 1  | 0,25  | < 1  | 31,5 |
| <b>Gruppe 4</b>  | 3,0  | 3,9  | 46,3  | 0,21  | 9,5  | 3,0  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 201,1 | < 3  | < 0,1 | < 1  | < 0,1 | < 1  | 16,8 |
| <b>Gruppe 5</b>  | 6,8  | 3,1  | 186,0 | 0,76  | 8,1  | 1,9  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 57,0  | < 3  | < 0,1 | 1,8  | 0,10  | 1,00 | 30,0 |
| <b>Gruppe 6</b>  | 5,0  | 5,3  | 27,2  | < 0,2 | 21,9 | 2,5  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 108,4 | < 3  | < 0,1 | < 1  | 0,28  | < 1  | 29,0 |
| <b>Gruppe 7</b>  | 3,0  | 4,5  | 30,3  | < 0,2 | 11,9 | 2,9  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 80,2  | < 3  | < 0,1 | < 1  | 0,05  | < 1  | 22,8 |
| <b>Gruppe 8</b>  | 3,9  | 5,3  | 76,3  | 0,30  | 17,1 | 5,5  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 98,8  | < 3  | < 0,1 | < 1  | < 0,1 | 1,00 | 32,0 |
| <b>Gruppe 9</b>  | 8,4  | 8,6  | 49,9  | 0,30  | 17,0 | 2,5  | < 0,01 | 0,50  | < 1  | 168,1 | < 3  | < 0,1 | < 1  | 0,05  | < 1  | 11,7 |
| <b>Gruppe 10</b> | 7,8  | 10,8 | 77,4  | 0,54  | 21,6 | 2,4  | 0,01   | < 0,5 | < 1  | 128,2 | < 3  | < 0,1 | < 1  | 0,34  | 1,00 | 8,0  |

**Tabelle 28: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (gesamte Gehalte, P90).**

| Parameter        | Al    | Sb    | As   | Ba   | Be   | Bi    | Pb    | B    | Cd   | Ca   | Cr   | Co   | Fe   | Gd    | K    | Cu   |
|------------------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Einheit          | µg/L  | µg/L  | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L  | µg/L  | µg/L | µg/L | mg/L | µg/L | µg/L | mg/L | µg/L  | mg/L | µg/L |
| <b>Gruppe 1</b>  | 716,0 | < 0,5 | 6,38 | 40,0 | < 1  | < 0,2 | 1,18  | 69,0 | 0,20 | 25,3 | 2,0  | 2,0  | 3,43 | 0,18  | 6,4  | 4,0  |
| <b>Gruppe 2</b>  | 215,0 | < 0,5 | 1,46 | 34,3 | < 1  | < 0,2 | 0,75  | 25,2 | 0,26 | 15,1 | 2,6  | 1,1  | 0,65 | 0,20  | 5,4  | 3,0  |
| <b>Gruppe 3</b>  | 280,0 | < 0,5 | 4,02 | 36,1 | < 1  | < 0,2 | < 0,5 | 10,5 | 0,60 | 9,2  | 1,0  | 1,4  | 0,43 | 0,30  | 1,3  | 3,0  |
| <b>Gruppe 4</b>  | 182,0 | < 0,5 | 2,35 | 80,6 | < 1  | < 0,2 | < 0,5 | 12,1 | 0,32 | 19,5 | 1,1  | 0,71 | 0,28 | 0,06  | 2,1  | 2,1  |
| <b>Gruppe 5</b>  | 406,0 | < 0,5 | 7,22 | 50,8 | < 1  | < 0,2 | 0,88  | 17,8 | 0,50 | 10,9 | 2,0  | 1,1  | 2,04 | 0,28  | 3,0  | 4,0  |
| <b>Gruppe 6</b>  | 90,0  | < 0,5 | 4,62 | 88,7 | < 1  | < 0,2 | 0,70  | 13,8 | 0,54 | 21,9 | 2,0  | 0,30 | 0,24 | 0,14  | 1,8  | 1,6  |
| <b>Gruppe 7</b>  | 139,0 | 0,59  | 2,54 | 84,8 | < 1  | < 0,2 | < 0,5 | 23,0 | 0,69 | 20,0 | 1,9  | 0,39 | 0,13 | < 0,1 | 2,4  | 3,0  |
| <b>Gruppe 8</b>  | 443,0 | < 0,5 | 1,48 | 87,1 | < 1  | < 0,2 | 0,69  | 35,7 | 0,48 | 35,5 | 2,0  | 1,4  | 0,35 | 0,40  | 5,0  | 6,7  |
| <b>Gruppe 9</b>  | 237,0 | < 0,5 | 1,57 | 44,6 | < 1  | < 0,2 | 0,60  | 33,1 | 0,10 | 44,6 | 1,0  | 0,70 | 0,38 | 0,05  | 2,9  | 2,7  |
| <b>Gruppe 10</b> | 104,0 | < 0,5 | 3,10 | 60,4 | < 1  | < 0,2 | < 0,5 | 20,0 | 0,07 | 40,1 | 1,0  | 0,38 | 0,54 | 0,05  | 3,8  | 2,0  |

**Tabelle 28: Fortsetzung - Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (gesamte Gehalte, P90).**

| Parameter        | Li   | Mg   | Mn    | Mo   | Na   | Ni   | Hg     | Se    | Ag   | Sr    | Te   | Tl    | Ti   | U    | V    | Zn    |
|------------------|------|------|-------|------|------|------|--------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| Einheit          | µg/L | mg/L | µg/L  | µg/L | mg/L | µg/L | µg/L   | µg/L  | µg/L | µg/L  | µg/L | µg/L  | µg/L | µg/L | µg/L | µg/L  |
| <b>Gruppe 1</b>  | 17,6 | 9,4  | 222,2 | 0,30 | 35,2 | 9,9  | < 0,01 | 0,68  | < 1  | 212,2 | < 10 | < 0,1 | 23,6 | 1,38 | 1,8  | 60,2  |
| <b>Gruppe 2</b>  | 9,2  | 9,1  | 194,0 | 0,45 | 9,7  | 8,3  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 69,9  | < 10 | < 0,1 | 9,7  | 2,16 | < 1  | 25,4  |
| <b>Gruppe 3</b>  | 7,0  | 3,9  | 187,5 | 0,15 | 10,5 | 4,9  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 60,0  | < 10 | < 0,1 | 2,0  | 0,35 | 2,0  | 40,5  |
| <b>Gruppe 4</b>  | 4,1  | 5,1  | 64,4  | 0,72 | 12,0 | 3,3  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 216,2 | < 10 | < 0,1 | 8,0  | 0,11 | 2,0  | 211,0 |
| <b>Gruppe 5</b>  | 10,0 | 3,8  | 200,6 | 0,90 | 8,4  | 3,1  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 66,8  | < 10 | < 0,1 | 12,0 | 0,20 | 2,8  | 144,2 |
| <b>Gruppe 6</b>  | 5,0  | 5,0  | 43,0  | 0,36 | 14,3 | 2,3  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 98,4  | < 10 | < 0,1 | 2,0  | 0,16 | 1,0  | 32,4  |
| <b>Gruppe 7</b>  | 4,0  | 6,0  | 41,0  | 0,39 | 11,7 | 4,4  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 99,1  | < 10 | 0,10  | 2,9  | 0,10 | 0,5  | 52,3  |
| <b>Gruppe 8</b>  | 4,0  | 6,2  | 95,2  | 0,59 | 21,6 | 10,8 | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 115,6 | < 10 | < 0,1 | 6,9  | 0,50 | 1,0  | 61,2  |
| <b>Gruppe 9</b>  | 10,7 | 10,0 | 129,7 | 0,50 | 21,1 | 3,9  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 177,8 | < 10 | < 0,1 | 14,8 | 0,10 | 1,0  | 26,8  |
| <b>Gruppe 10</b> | 7,8  | 10,4 | 94,6  | 0,70 | 19,8 | 3,5  | < 0,01 | < 0,5 | < 1  | 126,6 | < 10 | < 0,1 | 30,6 | 0,40 | 2,0  | 12,6  |

**Tabelle 29: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (Sediment in Fraktion < 20 µm, P90).**

| Parameter        | Al    | Sb    | As    | Ba    | Be    | Bi    | B     | Pb    | Cd    | Ca    | Cr    | Co    | Fe    | Gd    | K     | Cu    | Li    |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Einheit          | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| <b>Gruppe 1</b>  | 65000 | 2,0   | 144,1 | 510   | 12,3  | < 2   | 57,0  | 84,7  | 3,7   | 10760 | 89,9  | 52,6  | 97570 | 10,9  | 15690 | 83,1  | 87,9  |
| <b>Gruppe 2</b>  | 72300 | 3,6   | 87,4  | 528   | 17,4  | < 2   | 126,7 | 41,4  | 8,8   | 8138  | 86,3  | 73,2  | 66600 | 11,3  | 18960 | 128,6 | 121,6 |
| <b>Gruppe 3</b>  | 57520 | 3,7   | 232,0 | 461   | 20,9  | 2,7   | 111,7 | 139,3 | 43,1  | 8515  | 71,7  | 84,7  | 83440 | 24,0  | 11830 | 110,1 | 122,1 |
| <b>Gruppe 4</b>  | 60210 | 1,1   | 88,2  | 705   | 9,3   | < 2   | 2,0   | 135,5 | 16,4  | 10510 | 74,8  | 34,2  | 58880 | 11,5  | 10480 | 94,6  | 54,9  |
| <b>Gruppe 5</b>  | 48060 | 2,0   | 276,2 | 301   | 11,0  | < 2   | 21,0  | 151,4 | 15,4  | 7778  | 58,8  | 35,8  | 57740 | 13,6  | 9272  | 45,4  | 73,2  |
| <b>Gruppe 6</b>  | 56120 | 2,0   | 261,4 | 527   | 30,6  | 2,2   | 287,6 | 18,6  | 54,7  | 9480  | 94,8  | 65,4  | 52280 | 22,0  | 12596 | 73,4  | 72,6  |
| <b>Gruppe 7</b>  | 59360 | 2,0   | 112,8 | 672   | 16,8  | 2,8   | 21,0  | 211,4 | 24,0  | 7104  | 109,6 | 61,9  | 52610 | 14,9  | 9781  | 87,4  | 116,1 |
| <b>Gruppe 8</b>  | 55400 | 1,0   | 43,7  | 387   | 16,7  | < 2   | 20,0  | 138,0 | 9,6   | 11100 | 70,0  | 69,0  | 39000 | 23,0  | 9200  | 60,0  | 75,0  |
| <b>Gruppe 9</b>  | 47000 | 1,0   | 38,4  | 340   | 7,3   | < 2   | 23,0  | 87,0  | 4,1   | 8520  | 73,0  | 44,0  | 45200 | 11,0  | 6460  | 38,0  | 46,0  |
| <b>Gruppe 10</b> | 38200 | 1,4   | 53,5  | 545   | 8,7   | < 2   | 84,6  | 21,8  | 7,7   | 12380 | 83,2  | 33,4  | 39980 | 8,0   | 13740 | 47,4  | 42,8  |

**Tabelle 29: Fortsetzung - Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (Sediment in Fraktion < 20 µm, P90).**

| Parameter        | Mg    | Mn    | Mo    | Na    | Ni    | P     | Hg    | Se    | Ag    | Sr    | Te    | Tl    | Ti    | U     | V     | Zn    |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Einheit          | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| <b>Gruppe 1</b>  | 8401  | 2626  | < 2   | 2334  | 100,4 | 3657  | 0,29  | 5,8   | 5,7   | 118,2 | < 5   | 1,09  | 709   | 37,4  | 93,8  | 472   |
| <b>Gruppe 2</b>  | 9305  | 3452  | < 2   | 3082  | 133,8 | 3028  | 0,26  | 4,2   | 6,3   | 114,2 | < 5   | 1,52  | 928   | 103,8 | 107,6 | 877   |
| <b>Gruppe 3</b>  | 7476  | 8458  | 2,4   | 932   | 113,6 | 3136  | 0,34  | 3,7   | < 5   | 81,2  | < 5   | 1,97  | 1128  | 25,5  | 93,1  | 1035  |
| <b>Gruppe 4</b>  | 9324  | 2522  | < 2   | 1894  | 67,3  | 2233  | 0,24  | 3,0   | < 5   | 225,4 | < 5   | 0,84  | 1164  | 8,9   | 142,1 | 516   |
| <b>Gruppe 5</b>  | 6152  | 3500  | < 2   | 2012  | 54,6  | 2824  | 0,25  | 9,8   | < 5   | 67,2  | < 5   | 1,08  | 986   | 10,6  | 79,8  | 403   |
| <b>Gruppe 6</b>  | 8680  | 3458  | 2,6   | 774   | 93,6  | 2422  | 0,23  | 3,0   | < 5   | 63,6  | < 5   | 1,50  | 1038  | 16,5  | 86,4  | 1024  |
| <b>Gruppe 7</b>  | 9719  | 3528  | 1,9   | 729   | 89,6  | 2008  | 0,21  | 2,0   | < 5   | 78,9  | < 5   | 2,25  | 1110  | 17,4  | 110,7 | 673   |
| <b>Gruppe 8</b>  | 6760  | 4170  | < 2   | 825   | 134,0 | 2150  | 0,33  | 5,0   | < 5   | 82,0  | < 5   | 1,70  | 728   | 7,6   | 80,0  | 617   |
| <b>Gruppe 9</b>  | 6430  | 3760  | < 2   | 804   | 64,0  | 1730  | 0,19  | 2,0   | < 5   | 85,0  | < 5   | 0,80  | 1080  | 4,5   | 74,0  | 354   |
| <b>Gruppe 10</b> | 9110  | 9612  | < 2   | 838   | 105,8 | 1764  | 0,17  | 2,0   | < 5   | 65,8  | < 5   | 1,16  | 970   | 5,0   | 76,2  | 658   |

**Tabelle 30: Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (Sediment in Fraktion < 63 µm, P90).**

| Parameter        | Al    | Sb    | As    | Ba    | Be    | Bi    | B     | Pb    | Cd    | Ca    | Cr    | Co    | Fe    | Gd    | K     | Cu    | Li    |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Einheit          | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| <b>Gruppe 1</b>  | 56490 | 1,9   | 142,2 | 474   | 9,8   | < 2   | 53,5  | 53,2  | 2,5   | 13560 | 66,1  | 62,6  | 72540 | 9,0   | 11150 | 74,4  | 74,6  |
| <b>Gruppe 2</b>  | 68900 | 3,0   | 88,7  | 543   | 18,6  | < 2   | 121,9 | 42,6  | 6,1   | 12500 | 81,3  | 75,5  | 55820 | 8,3   | 20250 | 103,8 | 122,9 |
| <b>Gruppe 3</b>  | 56710 | 2,7   | 211,2 | 405   | 17,7  | < 2   | 98,4  | 92,7  | 25,9  | 9131  | 57,8  | 72,6  | 62300 | 15,8  | 12800 | 95,1  | 111,8 |
| <b>Gruppe 4</b>  | 53230 | 2,0   | 61,1  | 521   | 6,8   | < 2   | 1,1   | 96,3  | 13,0  | 9584  | 74,9  | 37,5  | 57810 | 11,3  | 7714  | 70,5  | 47,5  |
| <b>Gruppe 5</b>  | 39460 | 1,0   | 160,8 | 220   | 8,4   | < 2   | 15,0  | 104,0 | 8,5   | 6336  | 48,0  | 22,6  | 45020 | 10,8  | 6858  | 31,0  | 55,6  |
| <b>Gruppe 6</b>  | 64120 | 2,0   | 221,2 | 463   | 29,8  | 2,6   | 248,4 | 18,0  | 29,8  | 9440  | 61,6  | 56,2  | 43480 | 19,6  | 11420 | 60,2  | 65,6  |
| <b>Gruppe 7</b>  | 46990 | 1,0   | 89,1  | 487   | 13,1  | 2,8   | 17,0  | 136,9 | 15,5  | 6822  | 80,3  | 34,4  | 39530 | 11,8  | 10327 | 77,2  | 108,1 |
| <b>Gruppe 8</b>  | 36500 | 0,5   | 28,9  | 305   | 10,7  | < 2   | 16,0  | 93,0  | 5,9   | 9160  | 50,0  | 58,0  | 29800 | 17,0  | 6070  | 39,0  | 36,0  |
| <b>Gruppe 9</b>  | 34600 | < 1   | 32,4  | 278   | 3,7   | < 2   | 13,0  | 50,0  | 2,6   | 7950  | 55,0  | 39,0  | 36600 | 8,0   | 4640  | 29,0  | 25,0  |
| <b>Gruppe 10</b> | 45260 | 1,8   | 68,8  | 447   | 8,7   | < 2   | 75,2  | 19,8  | 8,7   | 15500 | 62,4  | 32,8  | 34640 | 7,0   | 11020 | 53,2  | 38,8  |

**Tabelle 30: Fortsetzung - Ermittelte geogene Hintergrundwerte für die festgelegten OWK-Gruppen (Sediment in Fraktion < 63 µm, P90).**

| Parameter        | Mg    | Mn    | Mo    | Na    | Ni    | P     | Hg    | Se    | Ag    | Sr    | Te    | Tl    | Ti     | U     | V     | Zn    |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Einheit          | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| <b>Gruppe 1</b>  | 9525  | 2290  | < 2   | 3176  | 84,6  | 3028  | 0,27  | < 1   | 2,50  | 121,8 | < 5   | 0,79  | 839,5  | 25,8  | 68,9  | 382   |
| <b>Gruppe 2</b>  | 11200 | 5799  | < 2   | 3459  | 128,3 | 2603  | 0,26  | 2,3   | < 5   | 113,5 | < 5   | 1,72  | 876,9  | 103,7 | 113,7 | 669   |
| <b>Gruppe 3</b>  | 7573  | 7020  | < 2   | 2059  | 99,2  | 2559  | 0,29  | 2,7   | < 5   | 81,0  | < 5   | 1,87  | 1225,0 | 26,1  | 92,4  | 928   |
| <b>Gruppe 4</b>  | 10560 | 2188  | < 2   | 1037  | 64,4  | 1771  | 0,15  | 2,3   | < 5   | 180,1 | < 5   | 0,65  | 1474,0 | 7,8   | 136,1 | 446   |
| <b>Gruppe 5</b>  | 5966  | 2300  | < 2   | 893   | 40,8  | 1892  | 0,17  | 3,6   | < 5   | 49,2  | < 5   | 0,80  | 784,8  | 9,2   | 61,8  | 351   |
| <b>Gruppe 6</b>  | 8840  | 3450  | < 2   | 561   | 65,4  | 2194  | 0,25  | 3,0   | < 5   | 60,4  | < 5   | 1,56  | 725,8  | 14,4  | 76,6  | 798   |
| <b>Gruppe 7</b>  | 7539  | 2484  | 1,0   | 482   | 63,9  | 1735  | 0,13  | 1,0   | < 5   | 67,7  | < 5   | 2,18  | 891,1  | 10,4  | 75,7  | 508   |
| <b>Gruppe 8</b>  | 4670  | 3330  | < 2   | 818   | 83,0  | 1520  | 0,22  | 2,0   | < 5   | 67,0  | < 5   | 0,80  | 719,0  | 7,7   | 58,0  | 413   |
| <b>Gruppe 9</b>  | 4400  | 2360  | < 2   | 827   | 49,0  | 1460  | 0,11  | 4,0   | < 5   | 79,0  | < 5   | 0,60  | 805,0  | 3,5   | 58,0  | 239   |
| <b>Gruppe 10</b> | 10256 | 5814  | < 2   | 1568  | 97,6  | 2178  | 0,19  | 2,0   | < 5   | 81,4  | < 5   | 1,04  | 837,8  | 4,4   | 68,0  | 567   |



### 8.3.2 NOTWENDIGKEIT DER FESTLEGUNG VON HINTERGRUNDWERTEN

Zur Beschreibung der Notwendigkeit der Festlegung von HGK wurde die Bewertung der Grenzgewässer-OWK gemäß WRRL herangezogen. In Tabelle 31 sind alle Grenzgewässer-OWK in der Zuständigkeit des Freistaates Sachsen aufgeführt, bei denen Metall- und Elementumweltqualitätsnormen bei der Bewertung für den zweiten Bewirtschaftungsplan (BWP, LfULG 2015) überschritten sind. Des Weiteren wurde aufgeführt, bei welchen OWK bereits HGK berücksichtigt werden.

Die Grenzgewässer-OWK, welche sich in der Zuständigkeit der Tschechischen Republik befinden, spielen bei der Bewertung für den Bewirtschaftungsplan Sachsens keine Rolle.

Die im Falle aller OWK auftretende Überschreitung der UQN für Quecksilber wurde bei der Wertung einer notwendigen Festlegung von HGK vernachlässigt, da dieses Schwermetall ubiquitär auftritt.

**Tabelle 31: Aufführung der Grenzgewässer-OWK, bei denen Metall- bzw. Elementumweltqualitätsnormen bei der Bewertung für den zweiten Bewirtschaftungsplan überschritten sind bzw. HGK berücksichtigt wurden.**

| OWK-Name                 | BWP (LfULG 2015)                            |                                    |                                                              |                                                                    |                                  |
|--------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                          | Überschreitung UQN (Ökologie) <sup>1)</sup> | OWK mit natürlicher HGK (Ökologie) | Überschreitung UQN ubiquitärer Stoffe (Chemie) <sup>2)</sup> | Überschreitung UQN nicht ubiquitärer Stoffe (Chemie) <sup>3)</sup> | OWK mit natürlicher HGK (Chemie) |
| Elbe-0                   |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Fleißenbach              |                                             |                                    | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |
| Zwota                    | As, Cu, Zn                                  |                                    | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |
| Krippenbach              |                                             |                                    | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |
| Kirnitzsch-1             |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Sebnitz                  |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Biela                    |                                             |                                    | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |
| Cunnersdorfer Bach       |                                             |                                    | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |
| Gottleuba-1              |                                             | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Bahra                    |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Mordgrundbach            |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Müglitz-1                | As, Cu, Zn                                  |                                    | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Weißeritz-1              | Ag                                          |                                    | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Schwarzwasser-1          | Zn                                          | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Pöhlwasser-1             |                                             | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Freiberger Mulde-1       |                                             | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Pöhl-1 (Polava)          | Cu                                          | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Preßnitz-1               |                                             | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Jöhstädter Schwarzwasser | As                                          |                                    | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |

| OWK-Name           | BWP (LfULG 2015)                            |                                    |                                                              |                                                                    |                                  |
|--------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                    | Überschreitung UQN (Ökologie) <sup>1)</sup> | OWK mit natürlicher HGK (Ökologie) | Überschreitung UQN ubiquitärer Stoffe (Chemie) <sup>2)</sup> | Überschreitung UQN nicht ubiquitärer Stoffe (Chemie) <sup>3)</sup> | OWK mit natürlicher HGK (Chemie) |
| Schweinitz         |                                             | HGK                                | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Flöha-1            | As                                          |                                    | Hg                                                           |                                                                    | HGK                              |
| Schwarze Pockau-1a |                                             |                                    | Hg                                                           | Cd, Ni                                                             | HGK                              |
| Schwarze Pockau-1b |                                             | HGK                                | Hg                                                           | Cd                                                                 |                                  |
| Wolfsbach          |                                             |                                    | Hg                                                           | Ni                                                                 |                                  |
| Weißer Elster-1    | As, Zn                                      |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Lazarbach          |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Spree-1            |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Mandau-1           |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Lausur             |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |
| Lausitzer Neiße-3  |                                             |                                    | Hg                                                           |                                                                    |                                  |

<sup>1)</sup> Überschrittene UQN flussgebietsspezifischer Schadstoffe nach Anlage 5 OGewV 2016

<sup>2)</sup> Überschrittene UQN prioritärer Stoffe nach Anlage 7 OGewV 2016 (ubiquitäre Stoffe)

<sup>3)</sup> Überschrittene UQN prioritäre Stoffe nach Anlage 7 OGewV 2016 (nicht ubiquitäre Stoffe)

Bei den folgenden 12 Grenzgewässer-OWK werden bei der Bewertung für den aktuellen BWP (LfULG 2015) UQN überschritten, jedoch bisher keine HGK berücksichtigt:

- OWK Fleißenbach (DESN\_53218-1)
- OWK Zwota (DESN\_53234-1)
- OWK Krippenbach (DESN\_537116)
- OWK Biela (DESN\_537132)
- OWK Cunnersdorfer Bach (DESN\_5371328)
- OWK Müglitz-1 (DESN\_53718-1)
- OWK Weißeritz-1 (DESN\_5372-1)
- OWK Jöhstädter Schwarzwasser (DESN\_542644)
- OWK Flöha-1 (DESN\_54268-3)
- OWK Schwarze Pockau-1b (DESN\_542686-1b)
- OWK Wolfsbach (DESN\_56144\_CZ)
- OWK Weiße Elster-1 (DESN\_566-1)

Im Falle der folgenden drei OWK ist zu beachten, dass es trotz der Berücksichtigung von HGK zu Überschreitungen von UQN kommt:

- OWK Schwarzwasser-1 (DESN\_5412-2)
- OWK Pöhl-1 (DESN\_542634-1\_CZ)
- OWK Schwarze Pockau-1a (DESN\_542686-1a)

In Bezug auf diese insgesamt 15 Wasserkörper wäre die Berücksichtigung von festgelegten HGK zu diskutieren, da somit möglicherweise eine Überschreitung der UQN vermieden und die Bewertung nach WRRL (ökologischer bzw. chemischer Zustand der Fließgewässer) verbessert werden kann.

## 8.4 ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG DER GRUNDWASSERBEPROBUNG

Für 20 Grundwasseraufschlüsse erfolgte in den EZG der Grenzgewässer-OWK eine Erstbe-  
probung (vgl. Anlage 5). Von diesen Quellaustritten wurden die unter Kapitel 7.4 aufgeführ-  
ten Metalle und Elemente in der gelösten Matrix analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle  
32 dargestellt.

Anhand dieser Daten sollte abgeschätzt werden, ob die ausgewählten Quellaustritte für eine  
spätere Bewertung von geogenen Hintergrundwerten in GWK geeignet sind. Dazu wurden  
die Grundwasserdaten mit den Daten der OWK ins Verhältnis gesetzt (vgl. Tabelle 32). Ein  
Vergleich mit der OWK-Gruppe 10 war nicht möglich, da im EZG dieser OWK keine Grund-  
wasserbeprobung erfolgte.

In den meisten Fällen entspricht die Elementkonzentration im Grundwasser in etwa der  
Konzentration im Oberflächenwasser. In einigen Fällen jedoch sind die Gehalte der  
Quellaustritte um ein Mehrfaches höher bzw. niedriger als in den zugeordneten OWK-  
Proben. Ein eindeutiger Trend ist nicht zu erkennen.

Anhand der Ergebnisse ist keine aussagekräftige Einschätzung möglich, ob die ausgewähl-  
ten Quellaustritte zur Beurteilung natürlicher, weitgehend anthropogen unbeeinflusster  
Grundwasserverhältnisse herangezogen werden können. Dies bedarf einer ausführlicheren  
Beprobung des Grundwassers.

**Tabelle 32: Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzgewässern der OWK-Gruppe 1 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%, fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |        | Quotient zu MW OWK-Gruppe 1 (%) |                   |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------|
|           |         | OWK-Gruppe 1 | G_WE1                               | G_FB2  | G_WE1                           | G_FB2             |
| <b>Al</b> | µg/L    | 83,9         | 20                                  | 60     | <b>23,8</b>                     | 71,5              |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100               |
| <b>As</b> | µg/L    | 2,1          | < 0,5                               | < 0,5  | <b>12,0</b>                     | <b>12,0</b>       |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 28,5         | 28                                  | 9,6    | 98,2                            | <b>33,7</b>       |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | 0,4    | 100                             | <b><u>200</u></b> |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2  | 100                             | 100               |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100               |
| <b>B</b>  | µg/L    | 28,6         | 6                                   | 7      | <b>21,0</b>                     | <b>24,5</b>       |
| <b>Cd</b> | µg/L    | < 0,08       | < 0,08                              | 0,08   | 100                             | <b><u>200</u></b> |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 15,0         | 5,64                                | 15,7   | <b>37,6</b>                     | 105               |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100               |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,65         | 0,1                                 | < 0,1  | <b>15,3</b>                     | <b>7,7</b>        |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,52         | < 0,005                             | 0,052  | <b>0,5</b>                      | <b>10,0</b>       |
| <b>Gd</b> | µg/L    | 0,07         | < 0,1                               | < 0,1  | 74,2                            | 74,2              |
| <b>K</b>  | mg/L    | 2,98         | 0,75                                | 0,53   | <b>25,1</b>                     | <b>17,8</b>       |
| <b>Cu</b> | µg/L    | 1,02         | < 1                                 | < 1    | <b>48,9</b>                     | <b>48,9</b>       |
| <b>Li</b> | µg/L    | 6,76         | 3                                   | 11     | <b>44,4</b>                     | 163               |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 5,14         | 3,2                                 | 3,6    | 62,3                            | 70,1              |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 87,9         | 21                                  | 15     | <b>23,9</b>                     | <b>17,1</b>       |
| <b>Mo</b> | µg/L    | 0,11         | < 0,2                               | < 0,2  | 92,0                            | 92,0              |
| <b>Na</b> | mg/L    | 13,9         | 2,69                                | 21,5   | <b>19,4</b>                     | 155               |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 3,5          | 4,3                                 | < 0,5  | 122                             | <b>7,1</b>        |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01 | 100                             | 100               |
| <b>Se</b> | µg/L    | 0,25         | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100               |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100               |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 90,4         | 32                                  | 79     | <b>35,4</b>                     | 87,4              |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3    | 100                             | 100               |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1  | 100                             | 100               |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100               |
| <b>U</b>  | µg/L    | 0,61         | < 0,1                               | 0,4    | <b>8,2</b>                      | 65,9              |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100               |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 22,9         | 18                                  | 17     | 78,6                            | 74,2              |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 2 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%, fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |         | Quotient zu MW OWK-Gruppe 2 (%) |                   |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|---------|---------------------------------|-------------------|
|           |         | OWK-Gruppe 2 | G_ZW2                               | G_ZW9   | G_ZW2                           | G_ZW9             |
| <b>Al</b> | µg/L    | 60,6         | 50                                  | < 10    | 82,5                            | <b>0,8</b>        |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | 0,7     | 100                             | <b><u>280</u></b> |
| <b>As</b> | µg/L    | 1,01         | < 0,5                               | < 0,5   | <b>24,7</b>                     | <b>24,7</b>       |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 17,8         | 7,8                                 | 2,1     | <b>43,9</b>                     | <b>11,8</b>       |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | < 0,4   | 100                             | 100               |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | 100                             | 100               |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | 1,5                                 | < 0,5   | <b><u>600</u></b>               | 100               |
| <b>B</b>  | µg/L    | 16,1         | 8                                   | 8       | <b>49,8</b>                     | <b>49,8</b>       |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,10         | < 0,08                              | < 0,08  | <b>42,1</b>                     | <b>42,1</b>       |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 7,3          | 4,66                                | 5,68    | 63,7                            | 77,6              |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,21         | < 0,1                               | < 0,1   | <b>23,5</b>                     | <b>23,5</b>       |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,09         | 0,006                               | < 0,005 | <b>6,6</b>                      | <b>2,7</b>        |
| <b>Gd</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | 100                             | 100               |
| <b>K</b>  | mg/L    | 2,03         | 0,48                                | 0,54    | <b>23,7</b>                     | <b>26,6</b>       |
| <b>Cu</b> | µg/L    | 1,72         | < 1                                 | < 1     | <b>29,0</b>                     | <b>29,0</b>       |
| <b>Li</b> | µg/L    | 7,1          | 4                                   | 5       | 56,7                            | 70,9              |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 4,4          | 4,7                                 | 7,1     | 106                             | 160               |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 38,2         | 7                                   | 2       | <b>18,3</b>                     | <b>5,2</b>        |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | 100                             | 100               |
| <b>Na</b> | mg/L    | 4,83         | 1,43                                | 1,89    | <b>29,6</b>                     | <b>39,1</b>       |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 2,45         | 1,6                                 | 0,8     | 65,2                            | <b>32,6</b>       |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01  | 100                             | 100               |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | 100                             | 100               |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 39,5         | 15                                  | 23      | <b>38,0</b>                     | 58,2              |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3     | 100                             | 100               |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | 100                             | 100               |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>U</b>  | µg/L    | 0,54         | < 0,1                               | < 0,1   | <b>9,3</b>                      | <b>9,3</b>        |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 13,7         | 17                                  | 9       | 124                             | 65,6              |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 3 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%, fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |        | Quotient zu MW OWK-Gruppe 3 (%) |             |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------|
|           |         | OWK-Gruppe 3 | G_BP1                               | G_SW1  | G_BP1                           | G_SW1       |
| <b>Al</b> | µg/L    | 91,6         | 160                                 | 60     | 175                             | 65,5        |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100         |
| <b>As</b> | µg/L    | 1,66         | 1,5                                 | < 0,5  | 90,2                            | <b>15,0</b> |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 25,4         | 17,5                                | 32,3   | 68,8                            | 127         |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | < 0,4  | 100                             | 100         |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2  | 100                             | 100         |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100         |
| <b>B</b>  | µg/L    | 6,0          | < 4                                 | < 4    | <b>33,3</b>                     | <b>33,3</b> |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,29         | 0,3                                 | 0,4    | 103                             | 138         |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 6,1          | 1,57                                | 2,79   | <b>25,9</b>                     | <b>46,1</b> |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,49         | 0,6                                 | < 0,1  | 123                             | <b>10,3</b> |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,12         | 0,166                               | 0,007  | 140                             | <b>5,9</b>  |
| <b>Gd</b> | µg/L    | 0,15         | 0,5                                 | < 0,1  | <b>333</b>                      | <b>33,3</b> |
| <b>K</b>  | mg/L    | 0,93         | 0,69                                | 0,78   | 73,8                            | 83,5        |
| <b>Cu</b> | µg/L    | 1,50         | 3                                   | 3      | <b>200</b>                      | <b>200</b>  |
| <b>Li</b> | µg/L    | 4,6          | 4                                   | 6      | 87,7                            | 132         |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 2,6          | 1,3                                 | 2,3    | 51,0                            | 90,2        |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 58,1         | 56                                  | 10     | 96,4                            | <b>17,2</b> |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2  | 100                             | 100         |
| <b>Na</b> | mg/L    | 6,3          | 1,36                                | 1,43   | <b>21,7</b>                     | <b>22,8</b> |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 2,3          | 2,3                                 | 3,2    | 99,2                            | 138         |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01 | 100                             | 100         |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100         |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 38,8         | 11                                  | 18     | <b>28,3</b>                     | <b>46,4</b> |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3    | 100                             | 100         |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1  | 100                             | 100         |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>U</b>  | µg/L    | 0,13         | < 0,1                               | < 0,1  | <b>39,0</b>                     | <b>39,0</b> |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 18,1         | 33                                  | 53     | 183                             | <b>293</b>  |



**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 4 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%), fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |         | Quotient zu MW OWK-Gruppe 4 (%) |                   |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|---------|---------------------------------|-------------------|
|           |         | OWK-Gruppe 4 | G_PÖ2                               | G_PR1   | G_PÖ2                           | G_PR1             |
| <b>Al</b> | µg/L    | 35,1         | 20                                  | < 10    | 57,0                            | <b>1,4</b>        |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | 100                             | 100               |
| <b>As</b> | µg/L    | < 0,5        | 0,5                                 | < 0,5   | <b><u>200</u></b>               | 100               |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 29,0         | 5,2                                 | 7,1     | <b>17,9</b>                     | <b>24,5</b>       |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | < 0,4   | 100                             | 100               |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | 100                             | 100               |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | 100                             | 100               |
| <b>B</b>  | µg/L    | 7,0          | 4                                   | 8       | 57,1                            | 114               |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,16         | 0,1                                 | 0,5     | 64,5                            | 323               |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 10,8         | 8,61                                | 7,59    | 80,0                            | 70,6              |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,14         | < 0,1                               | 0,1     | <b>35,7</b>                     | 71,4              |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,06         | 0,02                                | < 0,005 | <b>34,1</b>                     | <b>4,3</b>        |
| <b>Gd</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | 100                             | 100               |
| <b>K</b>  | mg/L    | 1,01         | 0,66                                | 1,07    | 65,4                            | 106               |
| <b>Cu</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Li</b> | µg/L    | 1,7          | < 1                                 | 2       | <b>29,4</b>                     | 118               |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 3,1          | 2,6                                 | 3,9     | 83,9                            | 126               |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 18,1         | 3                                   | 2       | <b>16,6</b>                     | <b>11,0</b>       |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | 100                             | 100               |
| <b>Na</b> | mg/L    | 7,3          | 3,62                                | 3,77    | <b>49,5</b>                     | 51,6              |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 1,18         | 0,7                                 | 5,8     | 59,3                            | <b><u>492</u></b> |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01  | 100                             | 100               |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | 100                             | 100               |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 100,3        | 41                                  | 32      | <b>40,9</b>                     | <b>31,9</b>       |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3     | 100                             | 100               |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | 100                             | 100               |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>U</b>  | µg/L    | < 0,1        | 0,2                                 | < 0,1   | <b><u>400</u></b>               | 100               |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | 100                             | 100               |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 9,1          | 4                                   | 29      | <b>44,0</b>                     | 319               |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 5 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%), fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |        | Quotient zu MW OWK-Gruppe 5 (%) |             |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------|
|           |         | OWK-Gruppe 5 | G_FL5                               | G_SZ1  | G_FL5                           | G_SZ1       |
| <b>Al</b> | µg/L    | 118,3        | < 10                                | 90     | <b>0,4</b>                      | 76,1        |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100         |
| <b>As</b> | µg/L    | 1,77         | 3,1                                 | < 0,5  | 175                             | <b>14,1</b> |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 24,6         | 3,5                                 | 24,3   | <b>14,2</b>                     | 98,6        |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | < 0,4  | 100                             | 100         |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2  | 100                             | 100         |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100         |
| <b>B</b>  | µg/L    | 7,91         | 14                                  | < 4    | 177                             | <b>25,3</b> |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,27         | 0,7                                 | 0,4    | <b>256</b>                      | 146         |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 7,49         | 7,75                                | 19,9   | 104                             | <b>266</b>  |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,29         | < 0,1                               | 0,16   | <b>17,3</b>                     | 55,3        |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,31         | < 0,005                             | 0,024  | <b>0,8</b>                      | <b>7,6</b>  |
| <b>Gd</b> | µg/L    | 0,11         | < 0,1                               | 0,3    | <b>44,2</b>                     | <b>265</b>  |
| <b>K</b>  | mg/L    | 0,91         | 0,97                                | 1,37   | 107                             | 151         |
| <b>Cu</b> | µg/L    | 1,26         | < 1                                 | < 1    | <b>39,7</b>                     | <b>39,7</b> |
| <b>Li</b> | µg/L    | 4,74         | 9                                   | 6      | 190                             | 127         |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 2,69         | 3,9                                 | 6      | 145                             | <b>223</b>  |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 53,2         | 1                                   | 23     | <b>1,9</b>                      | <b>43,2</b> |
| <b>Mo</b> | µg/L    | 0,32         | < 0,2                               | < 0,2  | <b>31,1</b>                     | <b>31,1</b> |
| <b>Na</b> | mg/L    | 5,19         | 4,61                                | 16,5   | 88,8                            | <b>318</b>  |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 1,14         | 8,1                                 | < 0,5  | <b>712</b>                      | <b>22,0</b> |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01 | 100                             | 100         |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | 100                             | 100         |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 43,2         | 59                                  | 167    | 137                             | <b>387</b>  |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3    | 100                             | 100         |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1  | 100                             | 100         |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>U</b>  | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1  | 100                             | 100         |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | 100                             | 100         |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 18,2         | 79                                  | 15     | <b>434</b>                      | 82,3        |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 6 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%), fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |         |        | Quotient zu MW OWK-Gruppe 6 (%) |                   |                    |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|---------|--------|---------------------------------|-------------------|--------------------|
|           |         | OWK-Gruppe 6 | G_FP1                               | G_FM1   | G_WE1  | G_FP1                           | G_FM1             | G_WE1              |
| <b>Al</b> | µg/L    | 34,7         | 10                                  | 90      | 340    | <b>28,8</b>                     | <b><u>260</u></b> | <b><u>981</u></b>  |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5  | 100                             | 100               | 100                |
| <b>As</b> | µg/L    | 2,37         | 0,7                                 | < 0,5   | 2,9    | <b>29,6</b>                     | <b>10,6</b>       | 123                |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 53,2         | 16,1                                | 60      | 71,4   | <b>30,3</b>                     | 113               | 134                |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | 1,4     | 0,9    | 100                             | <b><u>700</u></b> | <b><u>450</u></b>  |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | < 0,2  | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5  | 100                             | 100               | 100                |
| <b>B</b>  | µg/L    | 10,7         | 4                                   | < 4     | 22     | <b>37,3</b>                     | <b>18,6</b>       | <b><u>205</u></b>  |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,34         | 0,5                                 | 0,8     | 1,1    | 149                             | <b><u>239</u></b> | <b><u>328</u></b>  |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 13,1         | 13,7                                | 7,61    | 5,38   | 104                             | 57,9              | <b>41,0</b>        |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1    | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Co</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | 1,1    | 100                             | 100               | <b><u>1179</u></b> |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,04         | < 0,005                             | < 0,005 | 0,011  | <b>6,4</b>                      | <b>6,4</b>        | <b>28,3</b>        |
| <b>Gd</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | 0,3     | 0,8    | 100                             | <b><u>600</u></b> | <b><u>1600</u></b> |
| <b>K</b>  | mg/L    | 1,26         | 0,8                                 | 1,2     | 1,14   | 63,5                            | 95,2              | 90,4               |
| <b>Cu</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | 2       | < 1    | 100                             | <b><u>200</u></b> | 100                |
| <b>Li</b> | µg/L    | 3,37         | 12                                  | 2       | 3      | <b><u>356</u></b>               | 59,4              | 89,1               |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 3,39         | 4,1                                 | 2,4     | 2,8    | 121                             | 70,7              | 82,5               |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 11,9         | 2                                   | 21      | 80     | <b>16,8</b>                     | 176               | <b><u>670</u></b>  |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | < 0,2  | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Na</b> | mg/L    | 8,98         | 19,3                                | 4,32    | 1,9    | <b><u>215</u></b>               | <b>48,1</b>       | <b>21,2</b>        |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 1,44         | < 0,5                               | < 0,5   | 3,2    | <b>17,4</b>                     | <b>17,4</b>       | <b><u>222</u></b>  |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01  | < 0,01 | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5  | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1    | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 71,3         | 87                                  | 46      | 26     | 122                             | 64,5              | <b>36,4</b>        |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3     | < 3    | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | < 0,1  | 100                             | 100               | 100                |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1    | 100                             | 100               | 100                |
| <b>U</b>  | µg/L    | 0,11         | < 0,1                               | < 0,1   | < 0,1  | <b>44,1</b>                     | <b>44,1</b>       | <b>44,1</b>        |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | 1       | < 1    | 100                             | <b><u>200</u></b> | 100                |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 11,5         | 11                                  | 29      | 75     | 95,9                            | <b><u>253</u></b> | <b><u>654</u></b>  |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 7 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%), fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW               | Elementkonzentration<br>im Grundwasser | Quotient zu MW OWK-<br>Gruppe 7 (%) |
|-----------|---------|------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
|           |         | OWK-<br>Gruppe 7 | G_MÜ1                                  | G_MÜ1                               |
| <b>Al</b> | µg/L    | 45,4             | 20                                     | <b>44,0</b>                         |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5            | < 0,5                                  | 100                                 |
| <b>As</b> | µg/L    | < 0,5            | 0,5                                    | <b>200</b>                          |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 53,3             | 33,9                                   | 63,7                                |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4            | < 0,4                                  | 100                                 |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2            | < 0,2                                  | 100                                 |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5            | < 0,5                                  | 100                                 |
| <b>B</b>  | µg/L    | 7,5              | 9                                      | 120                                 |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,37             | 1,6                                    | <b>436</b>                          |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 12,1             | 15,9                                   | <b>132</b>                          |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1              | < 1                                    | 100                                 |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,17             | 0,1                                    | 60,0                                |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,03             | 0,053                                  | 189                                 |
| <b>Gd</b> | µg/L    | < 0,1            | < 0,1                                  | 100                                 |
| <b>K</b>  | mg/L    | 1,21             | 1,17                                   | 96,6                                |
| <b>Cu</b> | µg/L    | 1,29             | 3                                      | <b>232</b>                          |
| <b>Li</b> | µg/L    | 1,96             | 7                                      | <b>357</b>                          |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 3,38             | 4,6                                    | 136                                 |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 15,0             | 30                                     | <b>200</b>                          |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2            | < 0,2                                  | 100                                 |
| <b>Na</b> | mg/L    | 8,35             | 4,72                                   | 56,5                                |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 1,98             | 2,7                                    | 136                                 |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01           | < 0,01                                 | 100                                 |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5            | < 0,5                                  | 100                                 |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1              | < 1                                    | 100                                 |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 65,0             | 72                                     | 111                                 |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3              | < 3                                    | 100                                 |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1            | < 0,1                                  | 100                                 |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1              | < 1                                    | 100                                 |
| <b>U</b>  | µg/L    | < 0,1            | 0,3                                    | <b>600</b>                          |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1              | < 1                                    | 100                                 |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 15,4             | 86                                     | <b>558</b>                          |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzwässern der OWK-Gruppe 8 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%), fett und unterstrichen: Quotient  $\geq$  200%.**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |         |         | Quotient zu MW OWK-Gruppe 8 (%) |             |             |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|---------|---------|---------------------------------|-------------|-------------|
|           |         | OWK-Gruppe 8 | G_CB1                               | G_KB1   | G_KI2   | G_CB1                           | G_KB1       | G_KI2       |
| <b>Al</b> | µg/L    | 91,0         | 20                                  | < 10    | 20      | <b>22,0</b>                     | <b>0,5</b>  | <b>22,0</b> |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>As</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 54,7         | 83,5                                | 100     | 83,5    | 153                             | 183         | 153         |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | < 0,4   | < 0,4   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2   | < 0,2   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>B</b>  | µg/L    | 9,53         | 10                                  | 9       | 8       | 105                             | 94,4        | 83,9        |
| <b>Cd</b> | µg/L    | 0,17         | < 0,08                              | < 0,08  | 0,08    | <b>23,9</b>                     | <b>23,9</b> | <b>47,9</b> |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 21,2         | 38,3                                | 27,6    | 11,1    | 181                             | 134         | 52,4        |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,41         | < 0,1                               | < 0,1   | 0,1     | <b>12,1</b>                     | <b>12,1</b> | <b>24,2</b> |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,03         | 0,009                               | < 0,005 | < 0,005 | <b>34,8</b>                     | <b>9,7</b>  | <b>9,7</b>  |
| <b>Gd</b> | µg/L    | 0,14         | < 0,1                               | < 0,1   | 0,2     | <b>35,2</b>                     | <b>35,2</b> | 141         |
| <b>K</b>  | mg/L    | 2,13         | 2,24                                | 1,44    | 1,84    | 105                             | 67,5        | 86,3        |
| <b>Cu</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Li</b> | µg/L    | 2,08         | 2                                   | 2       | 1       | 96,2                            | 96,2        | <b>48,1</b> |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 3,67         | 2,8                                 | 2,6     | 4,3     | 76,4                            | 70,9        | 117         |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 22,7         | 3                                   | < 1     | 13      | <b>13,2</b>                     | <b>2,2</b>  | 57,4        |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2        | 0,2                                 | < 0,2   | < 0,2   | <b>200</b>                      | 100         | 100         |
| <b>Na</b> | mg/L    | 6,74         | 3,43                                | 2,99    | 2,67    | 50,9                            | <b>44,4</b> | <b>39,6</b> |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 3,00         | 1                                   | < 0,5   | 0,9     | <b>33,4</b>                     | <b>8,3</b>  | <b>30,0</b> |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01  | < 0,01  | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5   | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 73,0         | 86                                  | 71      | 58      | 118                             | 97,3        | 79,5        |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3     | < 3     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1   | < 0,1   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>U</b>  | µg/L    | 0,11         | < 0,1                               | < 0,1   | < 0,1   | <b>47,1</b>                     | <b>47,1</b> | <b>47,1</b> |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1     | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 14,1         | < 2                                 | 10      | 25      | <b>7,1</b>                      | 71,0        | 177         |

**Tabelle 32: Fortsetzung - Vergleich der Elementgehalte im Grundwasser mit den Elementgehalten in den Grenzgewässern der OWK-Gruppe 9 (bezogen auf den MW der Gruppe), fett: Quotient zu MW OWK-Gruppe < 50%, fett und unterstrichen: Quotient  $\geq 200\%$ .**

| Parameter | Einheit | MW           | Elementkonzentration im Grundwasser |        |         | Quotient zu MW OWK-Gruppe 9 (%) |             |             |
|-----------|---------|--------------|-------------------------------------|--------|---------|---------------------------------|-------------|-------------|
|           |         | OWK-Gruppe 9 | G_VP1                               | G_SE1  | G_SP2   | G_VP1                           | G_SE1       | G_SP2       |
| <b>Al</b> | µg/L    | 18,4         | 10                                  | < 10   | 10      | 54,5                            | <b>2,7</b>  | 54,5        |
| <b>Sb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>As</b> | µg/L    | 0,53         | < 0,5                               | 0,5    | < 0,5   | <b>47,2</b>                     | 94,4        | <b>47,2</b> |
| <b>Ba</b> | µg/L    | 25,6         | 12,9                                | 5,7    | 4,6     | 50,4                            | <b>22,3</b> | <b>18,0</b> |
| <b>Be</b> | µg/L    | < 0,4        | < 0,4                               | < 0,4  | < 0,4   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Bi</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | < 0,2  | < 0,2   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Pb</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>B</b>  | µg/L    | 18,2         | 7                                   | 12     | 17      | <b>38,6</b>                     | 66,1        | 93,7        |
| <b>Cd</b> | µg/L    | < 0,08       | < 0,08                              | < 0,08 | < 0,08  | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Ca</b> | mg/L    | 23,4         | 15,8                                | 37,8   | 14,1    | 67,6                            | 162         | 60,3        |
| <b>Cr</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Co</b> | µg/L    | 0,15         | < 0,1                               | < 0,1  | < 0,1   | <b>33,2</b>                     | <b>33,2</b> | <b>33,2</b> |
| <b>Fe</b> | mg/L    | 0,06         | 0,006                               | 0,006  | < 0,005 | <b>10,1</b>                     | <b>10,1</b> | <b>4,2</b>  |
| <b>Gd</b> | µg/L    | < 0,1        | 0,4                                 | 0,2    | < 0,1   | <b>800</b>                      | <b>400</b>  | 100         |
| <b>K</b>  | mg/L    | 1,72         | 1,31                                | 0,89   | 1,05    | 76,2                            | 51,8        | 61,1        |
| <b>Cu</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Li</b> | µg/L    | 3,99         | 5                                   | 4      | 10      | 126                             | 100         | <b>251</b>  |
| <b>Mg</b> | mg/L    | 5,95         | 4,5                                 | 12     | 8       | 75,6                            | <b>202</b>  | 134         |
| <b>Mn</b> | µg/L    | 25,3         | < 1                                 | 3      | 11      | <b>2,0</b>                      | <b>11,9</b> | <b>43,5</b> |
| <b>Mo</b> | µg/L    | < 0,2        | < 0,2                               | 0,2    | < 0,2   | 100                             | <b>200</b>  | 100         |
| <b>Na</b> | mg/L    | 11,7         | 7,65                                | 23,5   | 9,64    | 65,2                            | <b>200</b>  | 82,1        |
| <b>Ni</b> | µg/L    | 1,50         | 0,5                                 | < 0,5  | 3,8     | <b>33,3</b>                     | <b>16,7</b> | <b>253</b>  |
| <b>Hg</b> | µg/L    | < 0,01       | < 0,01                              | < 0,01 | < 0,01  | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Se</b> | µg/L    | < 0,5        | < 0,5                               | < 0,5  | < 0,5   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Ag</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Sr</b> | µg/L    | 107,7        | 70                                  | 118    | 74      | 65,0                            | 110         | 68,7        |
| <b>Te</b> | µg/L    | < 3          | < 3                                 | < 3    | < 3     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Tl</b> | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1  | < 0,1   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Ti</b> | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>U</b>  | µg/L    | < 0,1        | < 0,1                               | < 0,1  | < 0,1   | 100                             | 100         | 100         |
| <b>V</b>  | µg/L    | < 1          | < 1                                 | < 1    | < 1     | 100                             | 100         | 100         |
| <b>Zn</b> | µg/L    | 5,7          | < 2                                 | 3      | 11      | 17,7                            | 53,1        | 195         |

## 9 ZUSAMMENFASSUNG

Durch zu hohe Elementgehalte in Gewässern kann es zur Schädigung von Flora und Fauna kommen. Deshalb bestehen für viele Metalle bzw. Metalloide Umweltqualitätsnormen (UQN), die im Gewässer zur Erreichung des guten ökologischen und chemischen Zustandes nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) einzuhalten sind. In sächsischen Fließgewässern und ihren Sedimenten bzw. Schwebstoffen treten für einige Schwermetalle und Elemente Überschreitungen der UQN auf. Einige Studien zeigten, dass neben Emissionen aus Bergbau, Industrie und Altlasten grundsätzlich geogene Ursachen für die Überschreitungen in Frage kommen.

Zur Berücksichtigung dieser geogenen Ursachen bei der Bewertung von Grund- und Oberflächenwasserkörpern können geogene Hintergrundkonzentrationen berücksichtigt werden. Die natürliche Hintergrundkonzentration (HGK) ist laut § 2 OGewV 2016 definiert als die „Konzentration eines Stoffes in einem Oberflächenwasserkörper, die nicht oder nur sehr gering durch menschliche Tätigkeiten beeinflusst ist“.

Die Einzugsgebiete des tschechisch-sächsischen Grundgebirges zeichnen sich durch eine hohe geogene Vielfalt aus, wodurch eine Ableitung regionaler Hintergrundkonzentrationen für kleinräumige Gebiete erforderlich ist. Ziel des Projektes ist es, in einem ersten Schritt die tschechisch-sächsischen Grenzgewässer-OWK hinsichtlich des geogenen Hintergrunds zu betrachten und einzuschätzen. Dabei sollen für verschiedene Metalle und Elemente in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigem Sediment konkrete Hintergrundkonzentrationen ermittelt werden, die bei der Bewertung der abweichenden UQN berücksichtigt werden können. Darüber hinaus sollen für einen späteren zweiten Schritt zur Bewertung von geogenen Hintergrundkonzentrationen in Grundwasserkörpern im Rahmen dieses Vorhabens erste Grundlagen geschaffen werden.

Als Grundlage der Ableitung geogenen Hintergrundkonzentrationen wurden die geologische Charakteristik, die Altbergbauverhältnisse und anthropogene Einflüsse in den OWK detailliert recherchiert.

Die Ausweisung geogener Hintergrundkonzentrationen beruht auf der statistischen Datenauswertung, was eine relativ hohe Datendichte erfordert, die für einzelne OWK nur sehr schwer erreicht werden kann. Daher wurden die 50 Grenzgewässer-OWK auf der Basis der recherchierten geologischen und morphologischen Charakteristik in 10 Gruppen eingeteilt. Für die OWK-Gruppen wurden insgesamt 20 Grundwassermessstellen recherchiert.

Für jede der 10 Gruppen wurden geeignete Oberflächenwässer recherchiert, die (weitgehend) frei von anthropogenen Beeinflussungen sind. Im nächsten Schritt wurde eine Probenahmeplanung für Oberflächenwasser (allgemeine Parameter, gelöste und gesamte Elementgehalte im Wasser, Sedimentgehalte in den Fraktionen <20 und < 63 µm) erarbeitet. Es ergaben sich 200 Oberflächen- und 20 Grundwasser-Probenahmepunkte.

Die Probenahme begann im April 2018, musste aber im Frühsommer wegen zu geringer Durchflüsse infolge Trockenheit unterbrochen werden. Der Abschluss der Geländearbeiten erfolgte im Juni 2019.

Die Ergebnisse wurden einer statistischen Datenauswertung unterzogen. Es erfolgte eine Prüfung auf signifikante industrie- und siedlungsbedingte anthropogene Einflüsse. Diese



waren bereits in der Probenahmeplanung erfolgreich ausgeschlossen worden, so dass sich keine solchen Einflüsse zeigten.

Betrachtungen zu möglichen Bergbaueinflüssen wurden gesondert angestellt. Dabei wurden für insgesamt drei von den 200 Probenahmestellen signifikante Bergbaueinflüsse erkannt. Die entsprechenden Daten wurden aus der HGK-Ableitung ausgeschlossen.

Das resultierende geprüfte und bereinigte Datenkollektiv wurde der finalen statischen Auswertung unterzogen. Mit Berechnung der 90-Perzentile der OWK-Gruppen wurden Vorschläge für die HGK abgeleitet und den betreffenden OWK zugeordnet.

Die Ergebnisse wurden in Form von Tabellen, Anlagen und Excel-Dateien dargestellt und übergeben.

## LITERATURVERZEICHNIS

Baumann, L.; Kuschka, E.; Seifert, T. (2000): Lagerstätten des Erzgebirges. Enke im Thieme-Verlag, Stuttgart 2000.

ČGS (2018a): Kartenserver des Tschechischen geologischen Dienstes (ČGS), URL: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace> [Abrufdatum: 05.02.2018].

ČGS (2018b): Karte über Bergbauobjekte in der Tschechischen Republik, Hrsg.: Tschechischer geologischer Dienst (ČGS), URL: [https://mapy.geology.cz/dulni\\_dila\\_poddolovani/](https://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/) [Abrufdatum: 28.02.2018].

CHMI (2018): Gewässergütedaten des Tschechischen Hydrometeorologischen Institutes, URL: <http://hydro.chmi.cz/hydro/> [Abrufdatum: 03.09.2019].

GÜK 200 (1999): Geologische Übersichtskarte für Zwickau, Bayreuth, Dresden, Görlitz i. M. 1 : 200.000, Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.

GÜK 400 (1992): Geologische Übersichtskarte des Freistaates Sachsen i. M. 1 : 400.000, 3. Auflage, Hrsg. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie, Freiberg.

Greif, A.; Pälchen, W.; Rank, G.; Weidensdörfer, H. (2004): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 2: Spurenelementgehalte in Bachsedimenten, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

Greif, A.; Klemm, W. (2009a): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg.

Greif, A.; Klemm, W. (2009b): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz. Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg.

Greif, A.; Klemm, W. (2010): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Müglitz. Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg.

Greif, A. (2012): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Ermittlung von Hintergrundwerten in ausgewählten Grenzwasser-

Oberflächenwasserkörpern, Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg.

GWRL (2006): Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.

GWRL (2014): Richtlinie 2014/80/EG der Kommission vom 20. Juni 2014 zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.

GrwV (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV), 9. November 2010, BGBl. I S. 1513 ff., zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 4.5.2017 (BGBl. I S. 1044).

Heide, G.; Haubrich, F. (2013): Ermittlung von Hintergrundwerten in ausgewählten Oberflächenwasserkörpern in den Einzugsgebieten der Zwickauer Mulde und der Zschopau (zusätzlich Flöha). Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, TU Bergakademie Freiberg.

Hösel, G.; Tischendorf, G.; Wasternack, J. (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/ Krušné hory 1 : 100.000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg.

IKSE (2009): Internationaler Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Elbe nach Artikel 13 der 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. Teil A. Magdeburg.

IKSE (2014): Sedimentmanagementkonzept der IKSE. Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. Hrsg.: Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE). Ad-hoc-Expertengruppe „Sedimentmanagement“ der IKSE, Magdeburg.

IKSE (2015): Internationaler Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Elbe nach Artikel 13 der 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. Teil A, Aktualisierung 2015 für den Zeitraum 2016 – 2021. Hrsg.: Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE).

Kardel, K.; Rank, G.; Pälchen, W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul.

Kuhr, J.; Martin, M.; Ellmann, H. (2019): Vorhabens- und Sanierungsplan zur Umsetzung der WRRL (VoSa) für den Oberflächenwasserkörper Schwarzwasser-1 in der Altbergbauregion Erzgebirge. Studie der G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Hrsg.: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser.

LfULG (2015): Bericht über die sächsischen Beiträge zu den Bewirtschaftungsplänen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den Zeitraum von 2016 bis 2021; Herausgeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Redaktionsschluss: 30.11.2015.

LfULG (2017a): Datenübergabe zu Grenzgewässer-OWK in Form einer Exceldatei „FLIESSGEWAESSER\_WK\_2016\_GRENZGEWAESSER\_GESAMT.xlsx“, Dezember 2017, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

LfULG (2017b): Datenübergabe zu industriellen Direkteinleitern vom 29.11.2017, Datenstand: 2014, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

LfULG (2018a): Download Stolln-Steckbriefe, Emissionen aus sächsischen Wasserlösestolln, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, URL: [https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Steckbrief\\_Stolln.pdf](https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Steckbrief_Stolln.pdf) [Abrufdatum: 16.05.2018].

LfULG (2018b): Geodatendownload zu kommunalen Kläranlagen in Sachsen, Bearbeitungsstand: 01.01.2015, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, URL: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/10002.htm?data=klaeranlagen> [Abrufdatum: 07.03.2018].

LfULG (2019a): Download von Gewässergütedaten von Oberflächengewässern aus online verfügbaren Access-Datenbanken, Zeitraum 1999 – 2016, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, URL: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm> [Abrufdatum: 02.05.2018].

LfULG (2019b): Abruf Gewässerkundlicher Monatsberichte von Mai bis August 2018 sowie April bis Juni 2019, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, URL: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/18150.htm> [Abrufdatum: 15.10.19]

LHWZ (2018): Aktuelle Wasserstände und Durchflüsse, Vorhersagen, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Landeshochwasserzentrum, URL: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/hwims/portal/web/wasserstand-uebersicht> [erstes Abrufdatum: 16.05.2018]

Martin, M. (2013): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundkonzentrationen – Betrachtungen für ausgewählte Oberflächenwasserkörper in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarze Elster, Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke.

Martin, M. (2015): Abschätzung von Hintergrundkonzentrationen für Schwermetalle im Einzugsgebiet der Weißen Elster. Studie der G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Martin, M.; Kuhr, J.; Greif, A. (2019): Schadstoffe - Ableitung von Hintergrundwerten, Teil: Ausweisung bergbaulich beeinflusster Oberflächenwasserkörper (OWK). Studie der G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (2003): Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. (2011): Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. (2015): Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20. Juni 2016; BGBl. S. 1373 ff.

Pälchen, W.; Rank, G.; Berger, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg.

Pälchen, W. (Hrsg.) (2009): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Prange, A.; Bössow, E.; Erbslöh, B.; Jablonski, R.; Jantzen, E.; Krause, P.; Krüger, F.; Lenart, H.; Leonhard, P.; Meyercordt, J.; Niedergesäß, R.; Pepelnik, R. & W. v. Tümpling jr. (1997): Erfassung und Beurteilung der Belastung der Elbe mit Schadstoffen – Teilprojekt 2: Schwermetalle – Schwermetallspezies Band 1-3, Geesthacht.

Rank, G.; Pälchen, W.; Kardel, K.; Weidensdorfer, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3 – Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

Wasternack, J.; Tischendorf, G.; Hösel, G.; Kuschka, E.; Breiter, K.; Chrt, J.; Komínek, J.; Štemprok, M. (1995): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland / Krušné hory, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie Freiberg, Czech Geological Survey Praha.

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, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000.

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher

Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006.

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000.

WRRL (2009): Richtlinie 2009/90/EG der Kommission vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union L 201 vom 1.8.2009.

WRRL (2013): Richtlinie 2013/39/EU Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Union L 226/1 vom 24.08.2013.

WRRL (2014): Richtlinie 2014/101/EU der Kommission vom 30. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Union L 311 vom 31.10.2014.

Wünsche, M.; Weise, A.; Schützenmeister, W.; Dietel, M.; Pälchen, W. & Hunger, W. (1993): Übersichtskarte der Böden des Freistaates Sachsen 1 : 400 000. - 2. Aufl., Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden u. Geologie Freiberg.