Für das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

Erarbeitung eines strategischen Hintergrundpapiers zu den bergbaubedingten Stoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten Spree und Schwarze Elster

Teil 2: Zustandsanalyse und Handlungsschwerpunkte

Auftrag 2018/027.2 vom 16.01.2019
Projektnummer: 31/18

Dresden, am 30.06.2020, aktualisiert am 30.06.2021

Für das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

Erarbeitung eines strategischen Hintergrundpapiers zu den bergbaubedingten Stoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten Spree und Schwarze Elster

Teil 2: Zustandsanalyse und Handlungsschwerpunkte

Auftraggeber:	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) Inselstraße 26, 03046 Cottbus
Auftrag:	2018/027.2 vom 16.01.2019
Verantwortlicher:	Herr Uwe Neumann
Auftragnehmer:	Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann (IWB) Lungkwitzer Str. 12, 01259 Dresden gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung (gIR) An der Pastoa 13, 03042 Cottbus
Projektnummer:	31/18
Bearbeiter:	Dr. Wilfried Uhlmann (IWB) Dipl.-Hydrologe Kai Zimmermann (IWB) Fachinformatiker Thomas Claus (IWB) Dr. Christoph Gerstgraser (gIR) Dipl.-Ingenieur (FH) Steffen Giebler (gIR)

Dresden/Cottbus, am 30.06.2020, aktualisiert am 30.06.2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **1**
Anlagenverzeichnis **2**
Bilderverzeichnis **3**
Tabellenverzeichnis **7**
Gleichungsverzeichnis **13**
Abkürzungsverzeichnis **14**
Glossar **17**
Konventionen **22**
1 Veranlassung **25**
2 Untersuchungsraum **26**
3 Datengrundlagen **30**
3.1 Geodaten 30
3.2 Bewegungsdaten 31
3.3 Maßnahmen 32
3.4 Gewässerdatenblätter 43
4 Verursacheranalyse **46**
4.1 Historische Entwicklungen (bis 1990) 46
4.2 Aktuelle Entwicklungen (1990-2019) 53
4.3 Künftige Entwicklungen (nach 2019) 57
4.4 Abgrenzung des Bergbaueinflusses 60
5 Belastungs- und Kausalanalyse **67**
5.1 Stoffliche Belastungen 67
5.1.1 Herkunft der stofflichen Belastungen 67
5.1.2 Mobilisierung 70
5.1.3 Auswirkungen 73
5.1.4 Quellstärkenminderung 78
5.2 Aufgabenbezogene Belastungen 86
5.2.1 Grundwasser 86
5.2.2 Fließgewässer 86
5.2.3 Standgewässer 89
5.2.4 Wasserhaushalt 89
5.3 Wechselwirkungen Grundwasser/Oberflächenwasser 91
5.3.1 Fließgewässer 91
5.3.2 Bergbaufolgeseen 94
5.4 Schutzgüter 97
5.4.1 Trinkwasserschutzgebiete 97
5.4.2 Erholungsgewässer 100
5.4.3 Habitat- und Artenschutzgebiete 102
5.4.4 Betonhaltige Infrastrukturen 106
6 Gewässerbezogene Betrachtungen **110**
6.1 Methodik 110
6.1.1 Beschreibung des Gewässerzustandes 110
6.1.2 Bewertung der Wirkung von Maßnahmen 121
6.1.3 Ableitung des Handlungsbedarfs 122
6.1.4 Zusammenfassung 125
6.2 Lausitz 127
6.3 Spree 143
6.3.1 Flusseinzugsgebiet 143
6.3.2 Weißer Schöps 154
6.3.3 Schwarzer Schöps 1.2 157

6.3.4 Schwarzer Schöps 2.2 ... 159
6.3.5 Kleine Spree ... 163
6.3.6 Spree 2.8 ... 166
6.3.7 Talsperre Spremberg ... 175
6.3.8 Spree 3.8 ... 180
6.3.9 Malxe und Großes Fließ ... 183
6.3.10 Greifenhainer Fließ ... 189
6.3.11 Vetschauer Mühlenfließ ... 199
6.3.12 Göritzer Mühlenfließ ... 203
6.3.13 Dobra ... 207
6.3.14 Kamske ... 211
6.3.15 Zerkwitzer Kahnfahrt ... 213
6.3.16 Wudritz ... 217
6.3.17 Berste ... 222
6.3.18 Spree 4.8 ... 226
6.4 Schwarze Elster ... 230
6.4.1 Flusseinzugsgebiet ... 230
6.4.2 Schwarze Elster 1.4 ... 235
6.4.3 Hoyerswerdaer Schwarzwasser ... 239
6.4.4 Schwarze Elster 2.4 ... 242
6.4.5 Rainitza ... 246
6.4.6 Pößnitz ... 251
6.4.7 Ruhlander Schwarzwasser ... 256
6.4.8 Schwarze Elster 3.4 ... 258
6.4.9 Hammergraben ... 260
6.4.10 Kleine Elster ... 268
6.4.11 Schwarze Elster 4.4 ... 271
6.5 Übersicht der neuen Maßnahmen ... 275
7 Quellenverzeichnis ... 277

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Liste aller Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum mit Angaben zur repräsentativen Gütemessstelle, dem Gewässerzustand und der bergbaulichen Beeinflussung ... 23 Blatt

Anlage 2 Empfehlungen für die Evaluierung von Fließgewässer-OWK ... 3 Blatt

Anlage 3 Empfehlungen zu Veränderungen der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK ... 3 Blatt

Anlage 4 Übersichtskarte der technischen Maßnahmen im Untersuchungsraum ... 1 Blatt

Anlage 5 Beispiel für ein Gewässerdatenblatt (Teilgebiet Greifenhainer Fließ) ... 17 Blatt

Bilderverzeichnis

Bild 1: Übersichtskarte des Untersuchungsraumes. 27
Bild 2: Übersichtskarte des Untersuchungsraumes mit Teilgebieten (Bezeichnung der Teilgebiete entsprechend Nummer in Tabelle 3). 29
Bild 3: Verbreitung des 2. Lausitzer Flözhorizontes und der Braunkohlentagebaue im Niederlausitzer Braunkohlenrevier, nach Vulpius (2015). 46
Bild 4: Übersichtskarte zur flächenhaften Abgrenzung des Bergbaueinflusses im Lausitzer Braunkohlenrevier. 64
Bild 5: Konzept zur Beurteilung des räumlichen Bergbaueinflusses von Gewässerbelastungen mit Sulfat, Eisen oder Versauerung. 65
Bild 6: Zyklischer Prozess des Eisens bei der Pyritverwitterung. 68
Bild 7: Typische Eisenminerale in unterschiedlich versauerten Gewässern des Braunkohlenbergbaus (Fotos: Uhlmann). 69
Bild 8: Quellen der Eisenbelastung von Fließgewässern im Lausitzer Braunkohlenrevier, aus LMBV (2013a). 74
Bild 9: Die Niedermoore im Niederlausitzer Braunkohlenrevier für die Verockerung und Versauerung von Fließgewässern, aus LMBV (2013a) 76
Bild 10: Verhältnis der Dauer des Auswaschens zur mittleren Verweilzeit in Abhängigkeit von der notwendigen Konzentrationsminderung einer Belastungskomponente. 80
Bild 11: Verhältnis der Dauer des Auswaschens zur mittleren Verweilzeit in Abhängigkeit von der notwendigen Konzentrationsminderung einer Belastungskomponente unter Berücksichtigung der stofflichen Retention. 82
Bild 12: Vergleich der vor- und nachbergbaulichen Gewässernetze im ehemaligen Tagebaubereich Kleinleipisch/Klettwitz/Klettwitz-Nord im Einzugsgebiet der Schwarzen Elster. 88
Bild 13: Vergleich der vor- und nachbergbaulichen Gewässernetze im ehemaligen Tagebaubereich Schlabendorf/Seese im Einzugsgebiet der Spree. 88
Bild 14: Trinkwasserschutzgebiete und Trinkwasserfassungen im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung. 99
Bild 15: Übersichtskarte der Bade- und Erholungsgewässer im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung. 101
Bild 16: FFH-Gebiete im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung 104
Bild 17: SPA-Gebiete im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung 105
Bild 18: Legenden der Risikokarten zur Betonkorrosion für die Kennwerte Sulfat und pH-Wert 107
Bild 19: Risikokarte der Betonkorrosion für den Kennwert Sulfat. 108
Bild 20: Risikokarte der Betonkorrosion für den Kennwert pH-Wert. 109
Bild 21: Vorgehensweise zur Festlegung repräsentativer Gütemessstellen für die Fließgewässer-OWK in Brandenburg. 112
Bild 22: Übersichtskarte der Fließgewässertypen im Untersuchungsraum nach OGewV (2016). 114

Bild 23: Übersichtskarte der Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum mit dominantem und zu prüfendem Bergbaueinfluss. 117

Bild 24: Übersichtskarte zur Verfügbarkeit von Beschaffenheitsdaten für die Beschreibung des Gewässerzustandes der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum. 119

Bild 25: Vorgehensweise zur Ermittlung des Handlungsbedarfs in einem bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK. 123

Bild 26: Vorgehensweise zur Ableitung von zusätzlichen Maßnahmen in einem bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK mit nach Bild 25 abgeleitetem Handlungsbedarf. 124

Bild 27: Versauerung der Fließgewässer im Untersuchungsraum und Grenzen des Bergbaueinflusses, rot hervorgehoben sind Fließgewässerabschnitte mit einem pH-Wert pH ≤ 4,3 im 10-Perzentil (Datenzeitraum: hydrologische Jahre 2010 bis 2017). 130

Bild 28: Eisenbelastung der Fließgewässer im Untersuchungsraum und Grenzen des Bergbaueinflusses, rot hervorgehoben sind Fließgewässerabschnitte mit einer mittleren Eisenkonzentration > 1,8 mg/L (Datenzeitraum: hydrologische Jahre 2010 bis 2017). 131

Bild 29: Sulfatbelastung der Fließgewässer im Untersuchungsraum und Grenzen des Bergbaueinflusses, rot hervorgehoben sind Fließgewässerabschnitte mit einer mittleren Sulfatkonzentration > 200 mg/L (Datenzeitraum: hydrologische Jahre 2010 bis 2017). 132

Bild 30: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Sulfatkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Spree. 145

Bild 31: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Eisenkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Spree. 146

Bild 32: Mittelwerte der jährlichen Minima und Maxima des pH-Wertes (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Spree. 147

Bild 33: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Weißer Schöps für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 156

Bild 34: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 158

Bild 35: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 160

Bild 36: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Spree für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 164

Bild 37: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 2.8 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 168

Bild 38: Übersichtskarte der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8. 173

Bild 39: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Talsperre Spremberg für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 179

Bild 40: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 3.8 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 182

Bild 41: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree Malxe/Großes Fließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 188

Bild 42: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 197

Bild 43: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 198

Bild 44: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 201

Bild 45: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 206

Bild 46: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Dobra für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 208

Bild 47: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kamske für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 212

Bild 48: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 216

Bild 49: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Wudritz für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 218

Bild 50: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Berste für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 224

Bild 51: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 4.8 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 228

Bild 52: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Sulfatkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Schwarzen Elster. 232

Bild 53: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Eisenkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Schwarzen Elster. 233

Bild 54: Mittelwerte der jährlichen Minima und Maxima des pH-Wertes (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Schwarzen Elster. 234

Bild 55: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 237

Bild 56: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hoyerswerdaer Schwarzwasser für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 241

Bild 57: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 243

Bild 58: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Rainitza für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 248

Bild 59: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Pößnitz für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 255

Bild 60: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Ruhlander Schwarzwasser für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen 257

Bild 61: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 3.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 259

Bild 62: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hammergraben für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 262

Bild 63: Übersichtskarte der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Hammergraben. 266

Bild 64: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Elster für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 270

Bild 65: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 4.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen. 274

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verzeichnis für die Bezeichnung der Restlöcher in den ehemaligen Braunkohlentagebauen, die darin entstehenden Bergbaufolgeseen sowie ggf. deren wasserwirtschaftliche Bezeichnung. 23

Tabelle 2: Anzahl der Fließgewässer, der Fließgewässer-Oberflächenwasserkörper und der Grundwasserkörper im Untersuchungsraum aufgegliedert auf die drei Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin. 26

Tabelle 3: Untergliederung des Untersuchungsraumes in Teilgebiete. 28

Tabelle 4: Kennwertespektrum zur Charakterisierung der bergbaulichen Beeinflussung der Fließgewässer im Lausitzer Braunkohlenrevier. 31

Tabelle 5: Anzahl der im Datenbestand geführten Messstellen und Datensätze zur Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern, Einleitungen und Bergbaufolgeseen, Stand: 31. Oktober 2019. 32

Tabelle 6: Anzahl der im Datenbestand geführten Messstellen und Datensätze zum Durchfluss von Fließgewässern, Einleitungen und technischen Anlagen, Stand: 31. Oktober 2019. 32

Tabelle 7: LAWA-Kennziffern für Maßnahmen mit Bergbaubezug. 33

Tabelle 8: Erläuterung der Präfixe der alphanumerischen Maßnahmenidentifikatoren. 33

Tabelle 9: Zielmedien von Maßnahmen. 34

Tabelle 10: Erläuterung zum Status von Maßnahmen. 34

Tabelle 11: Übersicht der Maßnahmenkategorien und Symbole für die Kartendarstellung. 36

Tabelle 12: Zuordnungsebenen von Maßnahmen. 39

Tabelle 13: Inhaltlich und räumliche Maßnahmenkomplexe. 39

Tabelle 14: Anzahl der ermittelten relevanten Bestandsmaßnahmen (B) und ergänzte Maßnahmen (E) mit direktem oder indirektem Bergbaubezug aufgeschlüsselt nach Maßnahmenkategorien und den Bundesländern Sachsen und Brandenburg. 42

Tabelle 15: Struktur und Inhalte der Gewässerdatenblätter. 43

Tabelle 16: Kategorisierung des pH-Wertes (mittleres Jahresminimum entsprechend OGewV (2016) in den Fließgewässern für die Kartendarstellungen in den Gewässerdatenblättern. 44

Tabelle 17: Kategorisierung der Sulfatkonzentration (arithmetisches Mittel entsprechend OGewV (2016) in den Fließgewässern für die Kartendarstellungen in den Gewässerdatenblättern. 45

Tabelle 18: Kategorisierung der Eisenkonzentration (arithmetisches Mittel entsprechend OGewV (2016) in den Fließgewässern für die Kartendarstellungen in den Gewässerdatenblättern. 45

Tabelle 19: Chronologie von Aufschluss, Nutzung und Sanierung von Braunkohlentagebauen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier, nach LMBV (2020) und Ostkohle (2020). 47

Tabelle 20: Verlegungsabschnitte von Flüssen und Fließen durch den Braunkohlenbergbau im Lausitzer Braunkohlenrevier. 49

Tabelle 21: Kühlwasserressourcen der Braunkohlenkraftwerke im Niederlausitzer Braunkohlenrevier. 51

Tabelle 22: Überwachungswerte der Ausleitungen aus Wasserreinigungs- bzw. Wasserbehandlungsanlagen des Braunkohlenbergbaus in Fließgewässer. 54

Tabelle 23: Mittlere Einleitmengen von behandeltem Sümpfungswasser aus den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LE-B in die Spree und theoretisch bevorteilte Profile (Daten 2018, Angaben LE-B). 58

Tabelle 24: Mittlere Einleitungen von behandeltem Sümpfungswasser aus den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LMBV in die Schwarze Elster und theoretisch bevorteilte Flussprofile (Daten 2018, Angaben LMBV). 58

Tabelle 25: Mittelwerte des Durchflusses, der Sulfatkonzentration und der Sulfatfracht der Spree in Lübben mit und ohne den Sümpfungswassereinleitungen der LE-B. 59

Tabelle 26: Zur Abgrenzung des Bergbaueinflusses verwendete Datensätze. 61

Tabelle 27: Klassifizierung der Grundwasserabsenkung im Vergleich zum vorbergbaulichen Zustand zur Abgrenzung des Bergbaueinflusses von Gewässerbelastungen nach dem in Bild 5 dargestellten Konzept. 63

Tabelle 28: Bergbaubeeinflusste Flächen in den sächsischen und brandenburgischen Teilen des Untersuchungsraumes. 66

Tabelle 29: Teilgebiete mit räumlichem Bergbaueinfluss (Teilgebiete mit vollständig bergbaulich beeinflusster Fläche sind rot hervorgehoben). 66

Tabelle 30: Bewertung der Säure-Base-Reaktion auf Grundlage des Versauerungspotentials. 70

Tabelle 31: Aktuelle Inselbetriebe als Eisenemittenten für Vorfluter. 75

Tabelle 32: Erscheinungsformen der Verockerung und Versauerung von Gewässern und grundwasserabhängigen Landökosystemen infolge des Braunkohlenbergbaus. 77

Tabelle 33: Beispiele der Quellstärkenminderung. 79

Tabelle 34: Abgedichtete Gewässerabschnitte im Lausitzer Braunkohlenrevier. 92

Tabelle 35: Gewässerabschnitte mit eisenreichen und ggf. versauerungsdisponierten diffusen Grundwasserzutritten. 94

Tabelle 36: Wasserbilanzen ausgewählter Bergbaufolgeseen. 95

Tabelle 37: Bergbaubeeinflusste Trinkwasserschutzgebiete und Trinkwasserfassungen im Untersuchungsraum. 98

Tabelle 38: Bergbaubeeinflusste Bade- und Erholungsgewässer im Untersuchungsraum. 100

Tabelle 39: Bergbaueinfluss auf FFH-Gebiete im Untersuchungsraum. 103

Tabelle 40: SPA-Gebiete an bergbaulich beeinflussten Fließgewässern im Untersuchungsraum. 103

Tabelle 41: Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser (DIN EN 206-1, DIN 4030-1 sowie DIN 1045-1), die relevanten Kennwerte Sulfat und pH-Wert sind blau hinterlegt. 106

Tabelle 42: Fließgewässertypen der OWK im Untersuchungsraum nach OGewV (2016), aufgegliedert für die Bundesländer. 113

Tabelle 43: Anforderungen an die allgemeinen physiko-chemischen Qualitätskomponenten (ACP) Eisen, Sulfat und pH-Wert für den guten ökologischen Zustand der Fließgewässertypen nach OGewV (2016). 115

Tabelle 44: Anzahl der Fließgewässer-OWK mit dominantem und zu prüfendem Bergbaueinfluss im Untersuchungsraum, ausgewiesen für die Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin. 116

Tabelle 45: Statistik zur Verfügbarkeit von Beschaffenheitsdaten für die Beschreibung des Gewässerzustandes der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im

Untersuchungsraum, ausgewiesen für die Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin. 118
Tabelle 46: Kategorisierung der Sulfatkonzentration in den Fließgewässern als arithmetischer Mittelwert entsprechend OGewV (2016) für die Beschreibung des Gewässerzustandes. 120
Tabelle 47: Kategorisierung der Eisenkonzentration in den Fließgewässern als arithmetischer Mittelwert entsprechend OGewV (2016) für die Beschreibung des Gewässerzustandes. 121
Tabelle 48: Kategorisierung des pH-Wertes in den Fließgewässern als mittleres Jahresminimum entsprechend OGewV (2016) für die Beschreibung des Gewässerzustandes. 121
Tabelle 49: Qualitative Bewertung der Maßnahmenwirkung. 122
Tabelle 50: Übersicht über die Teilgebiete mit Angaben zum räumlichen Bergbaueinfluss und den bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK, der Datenverfügbarkeit sowie zur Häufigkeit der Überschreitung von Zielvorgaben für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert in den bergbaulich beeinflussten OWK (Überschreitungen sind rot und fehlende Daten grau hervorgehoben). 129
Tabelle 51: Relevante technische Maßnahmen einschließlich deren konzeptioneller Begleitung (Maßnahmenkomplexe) mit Bezug zum gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum und Bewertung ihrer Wirkungen. 134
Tabelle 52: Relevante konzeptionelle Maßnahmen mit Bezug zum gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum. 136
Tabelle 53: Empfohlene konzeptionelle Maßnahmen mit Bezug zum gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum. 141
Tabelle 54: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK der Spree zwischen der Talsperre Bautzen und Berlin. 144
Tabelle 55: Erläuterung der Symbolik zur Angabe des Bergbaueinflusses 144
Tabelle 56: Relevante technische Maßnahmen einschließlich deren konzeptioneller Begleitung (Maßnahmenkomplexe) im Flussgebiet der Spree und Bewertung ihrer Wirkungen. 148
Tabelle 57: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Flussgebiet der Spree. 151
Tabelle 58: Zusätzliche technische Maßnahmen im Flussgebiet der Spree und Bewertung ihrer Wirkungen. 153
Tabelle 59: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Flussgebiet der Spree. 153
Tabelle 60: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Weißer Schöps. 154
Tabelle 61: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Weißer Schöps. 155
Tabelle 62: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Weißer Schöps. 155
Tabelle 63: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Weißer Schöps. 155
Tabelle 64: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2. 157
Tabelle 65: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2. 157
Tabelle 66: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2. 159
Tabelle 67: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2. 161
Tabelle 68: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2. 162

Tabelle 69: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2. 162
Tabelle 70: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Spree. 163
Tabelle 71: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree. 165
Tabelle 72: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree. 165
Tabelle 73: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree. 166
Tabelle 74: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree. 166
Tabelle 75: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 2.8. 167
Tabelle 76: Relevanten technische Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8. 170
Tabelle 77: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8. 171
Tabelle 78: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8. 175
Tabelle 79: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Talsperre Spremberg. 176
Tabelle 80: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Talsperre Spremberg. 177
Tabelle 81: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Talsperre Spremberg. 177
Tabelle 82: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Talsperre Spremberg. 178
Tabelle 83: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 3.8. 180
Tabelle 84: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Spree 3.8. 181
Tabelle 85: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ. 183
Tabelle 86: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ. 184
Tabelle 87: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ. 185
Tabelle 88: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ. 187
Tabelle 89: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 189
Tabelle 90: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 191
Tabelle 91: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 193
Tabelle 92: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 194
Tabelle 93: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 194
Tabelle 94: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. 196
Tabelle 95: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ. 199
Tabelle 96: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ. 200
Tabelle 97: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ. 202
Tabelle 98: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ. 202
Tabelle 99: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ. 203
Tabelle 100: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ. 203

Tabelle 101: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ. 204
Tabelle 102: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ. 205
Tabelle 103: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Dobra. 207
Tabelle 104: Relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Dobra. 209
Tabelle 105: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Dobra. 211
Tabelle 106: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Dobra. 211
Tabelle 107: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kamske. 211
Tabelle 108: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Kamske. 213
Tabelle 109: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Kamske. 213
Tabelle 110: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt. 214
Tabelle 111: Übersicht der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt. 215
Tabelle 112: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Wudritz. 217
Tabelle 113: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Wudritz. 220
Tabelle 114: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Wudritz. 221
Tabelle 115: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Wudritz. 221
Tabelle 116: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Wudritz 222
Tabelle 117: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Berste. 223
Tabelle 118: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Berste. 225
Tabelle 119: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Berste. 226
Tabelle 120: Übersicht der zusätzlichen konzeptionellen Maßnahmen im Teilgebiet Berste. 226
Tabelle 121: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 4.8. 227
Tabelle 122: Übersicht der zusätzlichen konzeptionellen Maßnahmen im Teilgebiet Spree 4.8. 229
Tabelle 123: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK der Schwarzen Elster zwischen Kamenz und Herzberg. 231
Tabelle 124: Erläuterung der Symbolik zum Bergbaueinflusses 231
Tabelle 125: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Flussgebiet der Schwarzen Elster. 235
Tabelle 126: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4. 236
Tabelle 127: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4. 238
Tabelle 128: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4. 238
Tabelle 129: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hoyerswerdaer Schwarzwasser. 239
Tabelle 130: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4. 242
Tabelle 131: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4. 244
Tabelle 132: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4. 245

Tabelle 133: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4. 245
Tabelle 134: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4. 245
Tabelle 135: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Rainitza....246
Tabelle 136: Übersicht der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Rainitza. 249
Tabelle 137: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Rainitza. 251
Tabelle 138: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Rainitza. 251
Tabelle 139: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Pößnitz. 252
Tabelle 140: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Pößnitz. 253
Tabelle 141: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Pößnitz. 253
Tabelle 142: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Pößnitz. 254
Tabelle 143: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Pößnitz....254
Tabelle 144: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Ruhlander Schwarzwasser. 256
Tabelle 145: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 3.4. 258
Tabelle 146: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 3.4. 260
Tabelle 147: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hammergraben. 260
Tabelle 148: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Hammergraben. 263
Tabelle 149: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hammergraben. 268
Tabelle 150: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Elster. 268
Tabelle 151: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Elster. 269
Tabelle 152: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 4.4. 271
Tabelle 153: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 4.4. 273
Tabelle 154: Anzahl der vom Gutachter empfohlenen zusätzlichen Maßnahmen aufgeschlüsselt nach Maßnahmenkategorien und den Bundesländern Sachsen und Brandenburg. 275
Tabelle 155: Anzahl der vom Gutachter empfohlenen zusätzlichen Maßnahmen aufgeschlüsselt nach Maßnahmenträger 276

Gleichungsverzeichnis

Gleichung 1: Pyritverwitterung mit oxischem Finale (bei Sauerstoffüberschuss). 67
Gleichung 2: Pyritverwitterung durch dreiwertiges Eisen als Oxidationsmittel. 67
Gleichung 3: Regeneration des Oxidationsmittels Eisen(III) für die Pyritverwitterung durch Oxidation des zweiwertigen Eisens mit Sauerstoff. 67
Gleichung 4: Pyritverwitterung mit anoxischem Finale (bei Sauerstofflimitierung). 68
Gleichung 5: Hydrolysereaktionen des Eisens(III). 69
Gleichung 6: Gesamtreaktion der Eisen(II)oxidation, der Eisen(III)hydrolyse und der Fällung des Eisens als Eisen(III)hydroxid. 69
Gleichung 7: Bilanzierung des Versauerungspotentials. 70
Gleichung 8: Homogene abiotische Eisen(II)oxidation. 71
Gleichung 9: Kinetik (Zeitgesetz) der abiotischen Eisen(II)oxidation, in der Notation nach Cole & Wells (2016), erweitert durch den Temperaturterm. 71
Gleichung 10: Sequentielle Hydrolysereaktionen des Eisens(III). 72
Gleichung 11: Summarische Hydrolysereaktion des Eisens(III). 72
Gleichung 12: Summarische Oxidations-, Hydrolyse- und Fällungsreaktion des Eisens in Oberflächengewässern. 72
Gleichung 13: Empirische Sedimentationskinetik. 72
Gleichung 14: Acidität saurer Bergbaufolgeseen. 73
Gleichung 15: Konzentration einer chemischen Belastungskomponente an einem definierten Flussprofil. 78
Gleichung 16: Zusammenhang zwischen der mittleren theoretischen Verweilzeit und der Halbwertszeit der Auslaugung aus einem idealen Mischreaktor. 80
Gleichung 17: Zusammenhang zwischen der mittleren theoretischen Verweilzeit und der Halbwertszeit der Auslaugung aus einem idealen Mischreaktor. 80
Gleichung 18: Maßeinheitenloser Verteilungskoeffizient. 81
Gleichung 19: Retardationsfaktor. 82
Gleichung 20: Zusammenhang zwischen der mittleren theoretischen Verweilzeit und der Halbwertszeit der Auslaugung aus einem idealen Mischreaktor und Berücksichtigung der stofflichen Retardation. 82
Gleichung 21: Heterotrophe Sulfatreduktion, Eisenreduktion und Fällung von Eisenmonosulfid. 84

Abkürzungsverzeichnis

A

AEW ..... alkalisches Eisenhydroxidwasser
AG ..... Auftraggeber; Arbeitsgemeinschaft; Abbaugebiet
AK..... Arbeitskreis

B

BB..... Bundesland Brandenburg
BE..... Bundesland Berlin
BfG ..... Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN ..... Bundesamt für Naturschutz
BNatSchG..... Bundesnaturschutzgesetz
BWP ..... Bewirtschaftungsplan

D

DGGV..... Deutsche Geologische Gesellschaft - Geologische Vereinigung e.V., Berlin
DIN ..... Deutsches Institut für Normung e. V.
DWA ..... Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

E

EHS ..... Eisenhydroxidschlamm
EZG ..... Einzugsgebiet

F

F&E ..... Forschung und Entwicklung
FFH ..... Flora-Fauna-Habitat
FFH-RL..... Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FFH-VP..... Flora-Fauna-Habitat-Verträglichkeitsprüfung
FGG Elbe..... Flussgebietsgemeinschaft Elbe
FH-DGGV..... Fachsektion Hydrogeologie e. V. in der DGGV e. V.
FiBr..... Filterbrunnen

G

GDB..... GeoDataBase (Geodatenbank)
GEK..... Gewässerentwicklungskonzept
ggf. ..... gegebenenfalls
GIS ..... geographisches Informationssystem
GrwV ..... Grundwasserverordnung
GSD..... Getauchte Schwimmleitung mit Düsen
GWAB ..... Grubenwasserabsetzbecken
GWBA ..... Grubenwasserbehandlungsanlage (Sprachgebrauch LE-B)
GWL ..... Grundwasserleiter
GWRA ..... Grubenwasserreinigungsanlage (Sprachgebrauch LMBV)
GWK..... Grundwasserkörper
GWVBA ..... Grubenwasservorbehandlungsanlage
GWWA ..... Grundwasserwiederanstieg

H

HDHc..... high density hydrocarbon (reactor) Hochdichter Hydrogencarbonat (Reaktor)
HGM ..... hydrogeologisches Großraummodell
HTML..... Hyper Text Markup Language

I

IAA ..... Industrielle Absetzanlage
iDA ..... interdisziplinäre Daten und Auswertungen
IMWA ..... International Mine Water Association

L

LAWA ..... Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBGR ..... Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
LDS ..... Landesdirektion Sachsen
LEAG ..... Gemeinsame Dachmarke der LE-B und LE-K
LE-B ..... Lausitz Energie Bergbau AG
LE-K ..... Lausitz Energie Kraftwerke AG
LFH ..... Lausitzer Flözhorizont
LfULG ..... Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen
LfU ..... Landesamt für Umwelt Brandenburg
LRT ..... Lebensraumtyp
LTV ..... Landestalsperrenverwaltung Sachsen
LMBV ..... Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH

M

MHM ..... Montanhydrologisches Monitoring
MLUK ..... Brandenburgisches Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
MNP ..... Maßnahmenplan
MWBA ..... Modulare Wasserbehandlungsanlage

O

OGewV ..... Oberflächengewässerverordnung
OT ..... Ortsteil
OWK ..... Oberflächenwasserkörper

P

P&D ..... Pilot- und Demonstrationsvorhaben
PB ..... Planungsbereich
Pkt ..... Punkt
PS ..... Pumpstation

R

RAPS ..... reduzierendes und Alkalinität produzierendes System
RL ..... Restloch

S

SBP ..... Sonderbetriebsplan
SPA ..... Special Protection Area, englisch für Besonderes Schutzgebiet
SMEKUL ..... Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft
SN ..... Freistaat Sachsen
StuBA ..... Steuerungs- und Budgetausschuss

T

TEZG ..... Teileinzugsgebiet
TG ..... Teilgebiet

U

UE ..... unterirdische Enteisenung
UVU ..... Umweltverträglichkeitsuntersuchung

V

VA..... Verwaltungsabkommen
VS-RL..... Vogelschutz-Richtlinie

W

WBA ..... Wasserbehandlungsanlage
WHG..... Wasserhaushaltsgesetz
EG-WRRL..... Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft
WSS ..... Wasserspeichersystem
WW..... Wasserwerk

X

XA..... Expositionsklasse (Beton)

Indizes in chemischen Gleichungen

aq ..... aquatic (gelöst)
g ..... gaseous (gasförmig)
ox..... oxidized (oxisch, oxidiert)
s ..... solid (fest, mineralisch)

Glossar

Zur Förderung des Verständnisses werden nachfolgend die wichtigsten wiederkehrenden Fachbegriffe erläutert, wie sie in der vorliegenden Bearbeitung verwendet werden.

Begriff	Erläuterung
Acidität	Säuregehalt eines Wassers. Üblicherweise dargestellt als Basenkapazität $K_{B4,3}$ und $K_{B8,2}$ in der Maßeinheit mmol/L.
aerob oxisch	Aerob steht für chemische und metabolische Prozesse, wo molekularer Sauerstoff mit der Oxidationszahl (OZ) ±0 als Oxidationsmittel (Elektronenakzeptor) die maßgebliche Rolle spielt. Oxisch steht für ein Milieu mit freiem molekularem Sauerstoff. Gegenteil von → anaerob, anoxisch
ACP	Allgemeiner physikalisch-chemischer Parameter nach der Definition der Oberflächengewässerverordnung OGewV (2016). Wissenschaftstheoretisch falscher Gebrauch des Begriffes → Parameter. Siehe auch Definition eines → Kennwertes.
Alkalisches Eisenhydroxidwasser (AEW)	Primärprodukt bei der Behandlung eisenreicher Wässer im Gewinnungs- und Sanierungsbergbau. Feststoffgehalt < 2 Masse-%. Die überwiegenden Bestandteile des Feststoffes sind Eisenhydroxid (70 % bis 95 %), klastisches Material (üblicherweise < 10 %) und Calciumkarbonat (bis 25 %).
anaerob anoxisch	Anaerob steht für chemische und metabolische Prozesse sowie für Organismen, für die molekularer Sauerstoff mit der Oxidationszahl (OZ) ±0 keine Rolle spielt. Anoxisch steht für ein sauerstofffreies Milieu. Gegenteil von → aerob, oxisch.
Anteiliger Eisenrückhalt	Quotient aus dem → Rückhalt (Verringerung) des Grundwasserzustroms oder der Stofffracht des Eisens zum Fließgewässer und dem ursprünglichen Grundwasserzustrom bzw. die ursprüngliche Stofffracht des Eisens zum Fließgewässer.
Basisabfluss	Grundwasserbürtiger Anteil des Abflusses in einem Fließgewässer. Der langfristige Basisabfluss entspricht weitestgehend der Grundwasserneubildung.
Bergbaufolgesee	Der Begriff ist gleichwertig mit Tagebausee, Tagebaurestsee, Restsee oder Tagebaurestgewässer. Unterschiedliche Verwendung bei Unternehmen und Behörden. Die LMBV favorisiert den Begriff Bergbaufolgesee. Im Sächsischen Wassergesetz wird der Begriff Tagebaurestgewässer verwendet. In Brandenburg bestehen keine vergleichbaren Vorgaben.
Dichtwand	Im Braunkohlenbergbau mit Tonsuspension hergestellte, hydraulisch gering durchlässige vertikale Sperrwand im Untergrund. Sie durchtrennt in der Regel mehrere Grundwasserleiter und wird zur Unterbindung der Unterströmung in wasserundurchlässige Schichten eingebunden. Als Applikation zum Schlitzwandverfahren wird sie mit Schlitzwandfräsen oder Schlitzwandgreifern hergestellt. Sie unterscheidet sich materialseitig und in den Abmessungen von sogenannten Spundwänden.
Eisenhydroxidschlamm (EHS)	Konsolidiertes, dominant aus Eisenhydroxid bestehender Rückstand in → Grubenwasserreinigungsanlagen bzw. → Grubenwasserbehandlungsanlagen sowie in → naturräumlichen Wasserbehandlungsanlagen, z. B. in Absetzteichen.

Begriff	Erläuterung
Eisenhydroxidhaltiges Gewässersediment	Gewässersediment mit einem hohen Anteil an Eisenhydroxid. Die Bandbreite der Hauptkomponenten in eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimenten kann sehr groß sein. Der Eisenhydroxidgehalt kann zwischen 5 % und über 50 % schwanken. Nahezu unabhängig davon verleiht er den Sedimenten unter oxischen Bedingungen den typischen rotbraunen Habitus. Weitere wesentliche Phasenbestandteile sind klastisches und organisches Material. Deren Bandbreite schwankt zwischen 5 % und 95 % bzw. zwischen 5 % und 30 %.
Entwässerungsgraben	Graben zur Entwässerung oder Entspannung eines Grundwasserleiters bzw. zur Ableitung von Oberflächen- und Grubenwasser.
Filterbrunnen	Vertikales Bohrloch in einem oder mehreren Grundwasserleitern, das mit Filterrohr und Filterkies ausgebaut und zur Wasserhebung geeignet ist.
Fließgewässer	Oberirdisches Gewässer mit ständig oder zeitweise fließendem Wasser (Sammelbegriff für Bach, Fluss, Strom, Kanal u. a.).
Gewässer	Fließendes oder stehendes Wasser, das im Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf steht, einschließlich Gewässerbett bzw. Grundwasserleiter.
Gewinnungsbergbau	Begriffswahl in begrifflicher Analogie zum Sanierungsbergbau. Häufig auch als aktiver Bergbau bezeichnet.
Fluten Flutung	Planmäßiges Füllen eines Grubenbaues oder eines Tagebaurestloches durch Wiederanstieg des Grundwassers und/oder durch Wasserzuführung von außen (sogenanntes Flutungswasser).
Grubenwasser Sümpfungswasser	Gesamtheit der in einem Bergbau (Tagebau oder Tiefbau) zu fassenden Wässer. Es setzt sich in einem Braunkohlentagebau aus dem Grundwasser der Rand-, Feld- und Kippenriegel, der Sohlenwasserhaltung sowie dem Tagebau oberflächig zufließenden Niederschlagswasser zusammen.
Grubenwasser-behandlungsanlage (GWBA)	Sprachgebrauch bei LE-B. Großtechnische Anlage zur Behandlung von eisenreichem und ggf. saurem Grubenwasser mit den möglichen verfahrenstechnischen Bausteinen Belüftung, mechanische Entsäuerung, Kalkung, Flockung und Sedimentation.
Grubenwasser-reinigungsanlage (GWRA)	Sprachgebrauch bei LMBV. Identisch mit der → GWBA.
Grubenwasser-absetzbecken (GWAB)	Sprachgebrauch bei LMBV. Becken zur Oxidation des Eisens und zum Absetzen von Eisenhydroxid für nicht versauerungsdisponierte Sümpfungswässer. Ohne Einsatz von Neutralisations- bzw. Flockungsmittel und Flockungshilfsmitteln. Verfahrensprinzip ähnlich der → naturräumlichen Wasserbehandlung.
Grundwasser-beschaffenheit Wasserbeschaffenheit	Wertungsfreie naturwissenschaftliche Beschreibung der physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Eigenschaften eines Grundwassers bzw. Gewässers.
Grundwasser-beschaffenheits-messstelle (GWBM)	Vornehmlich zur Entnahme von Grundwasserproben gebaut. Auch als Grundwassergütemessstelle bezeichnet. Diese Begriffswahl ist jedoch ungünstig, siehe → Grundwassergüte.
Grundwassergüte bzw. Gewässergüte	Wertende Bezeichnung für die Beschaffenheit eines Grundwassers bzw. Gewässers. Häufig im Zusammenhang mit normativen Regelungen (Oberflächengewässerverordnung, Grundwasserverordnung, Trinkwasserverordnung, Badegewässerverordnung usw.) gebraucht. Unterschiedliche Begriffsverwendung zur → Grundwasserbeschaffenheit bzw. Wasserbeschaffenheit.

Begriff	Erläuterung
Grundwasserkörper (GWK)	Juristischer Begriff der EG-WRRL, des WHG und der GrwV: Abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter, siehe § 3 Nr. 6 WHG (2018). Hier stehen Umwelt- und Nutzungsaspekte im Vordergrund. Hydrogeologisch nicht eindeutig abgegrenzt.
Grundwasser-messstelle (GWM)	Vornehmlich zur Messung des Grundwasserspiegels gebaut. Fälschlicherweise auch als Grundwasserpegel bezeichnet. Der Begriff Pegel bezieht sich auf Messeinrichtungen (früher: Messlatten) an Oberflächengewässern.
Horizontalbohrung	Bohrung im horizontalen Vortrieb, gebohrt aus einem Pilotschacht.
Horizontalfilterbrunnen	Als Grundwasserfassung mit Filterstrang ausgebaute → Horizontalbohrung.
Hotspot	Schwerpunktbereich von Stoffbelastungen, vorzugsweise auf das Grundwasser bezogen.
Inlake-Wasserbehandlung	Wasserbehandlung von Standgewässern durch direkte Zugabe von Chemikalien mittels ufergestützter stationärer oder bootsgestützter mobiler Anlagen. Vorzugsweise zur Neutralisation von und Eisenfällung in sauren Tagebaurestseen, aber auch zur Fällung von Phosphor und Algen angewendet.
Kennwert Kenngröße	Quantitative Maßzahl eines physikalischen oder chemischen Zustandes, zeitlich veränderlich. Beispiele: Wasserspiegel in einem Oberflächengewässer oder im Grundwasser; Wassertemperatur, pH-Wert sowie Eisen- und Sulfatkonzentration. Unterschied zum → Parameter.
Kipplinie	Gedachte Verbindungslinie zwischen den zwei Punkten am (gegenüberliegenden) Ufer, wo das Grundwasser den gleichen Wasserstand wie das Standgewässer hat und die Bereiche der Exfiltration und Infiltration voneinander abgrenzt. Die Kipplinie wandert im Laufe eines Jahres in Abhängigkeit von der Schwankung des Grundwasserstandes und des Wasserspiegels im Standgewässer.
linksseitig	Bezeichnet die linke Uferseite eines Fließgewässers in Fließrichtung. Gegenteil von → rechtsseitig
Maßnahme	Standortkonkretes wasserwirtschaftliches Projekt zur Minderung der morphologischen bzw. stofflichen Belastungen durch den Braunkohlenbergbau in Fließgewässern. Eine Maßnahme kann ein oder mehrere → Verfahren bzw. → Technologien einschließen.
Messnetz	Verknüpfung einzelner Messstellen mit dem Ziel der flächenhaften Überwachung bestimmter messbarer Kenngrößen in einem Gebiet.
Natürliche Hintergrundkonzentration	Konzentration eines Stoffes in einem Oberflächenwasserkörper, die nicht oder nur sehr gering durch menschliche Tätigkeiten beeinflusst ist.
Naturräumliche Wasserbehandlung	Wasserbehandlung unter bevorzugter Nutzung natürlicher physikalischer (hydraulischer, mechanischer), chemischer und biologischer Potentiale.
Oberflächenwasser-körper (OWK)	Juristischer Begriff der EG-WRRL, des WHG und OGewV: Einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines oberirdischen Gewässers, der mittels einer repräsentativen Messstelle gekennzeichnet wird.
Parameter	Quantitative Maßzahl als feststehende Stoffeigenschaft, z. B. DARCY-Durchlässigkeitsbeiwert oder k_f-Wert eines Grundwasserleiters, Manning-Strickler-Beiwert eines Gerinnes, intrinsische kinetische Reaktionskonstanten der Eisenoxidation und Eisensedimentation usw. Unterschied zu → Kennwert.
Planungsbereich	Räumlich begrenzter Flussabschnitt an der Spree und an der Kleinen Spree, die durch eine → Maßnahme zugänglich sind.

Begriff	Erläuterung
Prozess	Natürlich ablaufende oder künstlich initiierte physikalische oder biologische Vorgänge bzw. chemische Reaktionen.
Quellstärkenminderung	Verringerung von diffusen oder punktuellen Stoffeinträgen in Oberflächengewässer. Die Verringerung kann durch natürliche Prozesse (→ natürliche Selbstreinigung) und/oder technische Verfahren erfolgen.
rechtsseitig	Bezeichnet die rechte Uferseite eines Fließgewässers in Fließrichtung. Gegenteil von → linksseitig
Reinwasser oder Klarwasser	Grundwasser oder Oberflächenwasser nach der Wasserbehandlung.
Restloch	Hohlform im Gelände, die durch Massenentnahme nach Abschluss eines Tagebaubetriebs zurückbleibt.
Rigole	Horizontaldränage mit Filterrohr, hergestellt im offenen Verbau mit abgestimmter Kiesschüttung.
Rohwasser	Gefasstes Grund- oder Oberflächenwasser mit hoher Eisenkonzentration und ggf. Versauerungsdisposition zum Zwecke der Ableitung und/oder Wasserbehandlung.
Rückhalt	Grundwasserzustrom bzw. Stofffracht zum Fließgewässer, der bzw. die durch eine Maßnahme verringert (entnommen) wird. Siehe → anteiliger Eisenrückhalt.
Schachtbrunnen	Brunnen mit großem Bohrdurchmesser (i. d. R. > 800 mm). Vortrieb im Greiferbohrverfahren.
(natürliche) Selbstreinigung	Verrringerung von Stoffbelastungen im Grund- und Oberflächenwasser durch natürlich ablaufende physikalische, chemische und/oder biologische Prozesse.
Technologie	Konzeption zur anlagentechnischen Umsetzung eines oder mehrerer → Verfahren.
Umweltqualitätsnorm (UQN)	Im Sinne von § 2 Nr. 3 der OGewV (2016) die Konzentration eines bestimmten Schadstoffs oder einer bestimmten Schadstoffgruppe, die in Wasser, Schwebstoffen, Sedimenten oder Biota aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf.
Untergrundwasserbehandlung Untergrundreaktor	Behandlung von Grundwasser in situ, also im Grundwasserleiter. Typische Anwendungen sind die unterirdische Enteisenung (UE) als aerobes Verfahren zur Gewinnung von Trinkwasser oder die heterotrophe Sulfatreduktion als anaerobes Verfahren zur Entsäuerung und Eisenfestlegung als Eisensulfid für bergbaubeeinflusstes Grundwasser.
Verfahren	Elementarer hydraulischer, mechanischer, physikalischer, chemischer oder mikrobiologischer Prozess der Verfahrenstechnik. Teil einer → Technologie zur Minderung der Eisen- oder Sulfatbelastung in Fließgewässern.
Verfahrensprinzip	Kriterium zur systematischen Gliederung von → Verfahren auf der Basis von grundlegenden → Prozessen.
Verockerung	Ablagerung von Eisen- und Manganverbindungen in Gewässern und Anlagen.
Versauerung	Verschiebung der Säure-Basen-Bilanz in einem → Oberflächengewässer oder → Sümpfungswasser hin zur Dominanz starker Säuren. Die Maßzahl einer Versauerung ist nicht notwendiger Weise der pH-Wert. Siehe auch → Versauerungsdisposition und → Versauerungspotenzial.

Begriff	Erläuterung
Versauerungs-disposition	Eigenschaft eines → anoxischen Grundwassers, bei Belüftung und der dadurch hervorgerufenen Oxidation des zweiwertigen Eisens und der Hydrolyse des entstehenden dreiwertigen Eisens oder vergleichbarer hydrolytischer Metalle (z. B. Aluminium) zur → Versauerung zu neigen. Die Versauerungsdisposition kann durch den Kennwert pH_{ox} beschrieben werden.
Versauerungs-potenzial	Quantitative Maßzahl für die → Versauerungsdisposition. Angabe als Basenkapazität in mmol/L gegenüber einem definierten pH-Wert. In Anlehnung an die Hydrochemie des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes empfehlen sich die Verwendung der Kennwerte $K_{B4.3}^{ox}$ und/oder $K_{B8.2}^{ox}$.
Vertikalfilterbrunnen	Brunnen mit begrenztem Bohrdurchmesser (i. d. R. < 800 mm), Vortrieb im Trockenbohrverfahren oder Spülbohrverfahren.
Wasserhaltung	Gesamtheit aller Vorgänge, Anlagen und Einrichtungen unter bzw. über Tage zum Fassen, Klären und Ableiten des zufließenden Wassers in einem Tief- oder Tagebau.

Konventionen

Ein reflektierter wissenschaftlicher Diskurs ist nur unter der Verwendung klar und eindeutig definierter Begrifflichkeiten möglich. Zum einen können Begriffe und Bezeichnungen mehrere Bedeutungen haben (Doppel- oder Mehrdeutigkeit), die ggf. noch vom Kontext ihrer Verwendung abhängen. Zum anderen gebrauchen Personen und Institutionen für den gleichen Gegenstand bzw. Sachverhalt unterschiedliche Begriffe oder Bezeichnungen. Dies kann bei Diskussionen unübersichtlicher Sachverhalte zu Missverständnissen und unterschiedlichen Schlussfolgerungen führen. Um dies in der vorliegenden Arbeit zu vermeiden, soll die Verwendung der maßgeblichen Begrifflichkeiten nachfolgend erläutert werden. Die inhaltliche Bedeutung insbesondere von Fachbegriffen wird im Glossar definiert.

Der Begriff **Bergbau** wird in der vorliegenden Arbeit synonym für den Braunkohlenbergbau verwendet. Wenn also von bergbaulich beeinflussten Gewässern gesprochen wird, dann sind aufgabengemäß immer Gewässer gemeint, die vom Braunkohlenbergbau beeinflusst sind. Wird auf andere Formen des Bergbaus (z. B. Steine, Ton, Erden) Bezug genommen, wird im Text explizit darauf hingewiesen.

Die Bezeichnung **Lausitzer Braunkohlenrevier** ist in der vorliegenden Arbeit gleichbedeutend mit dem Niederlausitzer Braunkohlenrevier (siehe Bild 3). Das Oberlausitzer Braunkohlenrevier liegt im Einzugsgebiet der Neiße und ist nicht Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit (siehe Bild 1).

Die in den verbleibenden Hohlformen der ehemaligen Braunkohlentagebaue entstehenden Seen werden in der vorliegenden Arbeit durchgehend als **Bergbaufolgseen** bezeichnet. Alternative Bezeichnungen für Bergbaufolgeseen sind im Glossar aufgeführt. Die einzelnen Bergbaufolgeseen werden je nach Verwendungszweck und Institution unterschiedlich benannt. In Tabelle 1 sind die gültigen Restlochbezeichungen, die aktuellen bzw. künftigen Seebezeichnungen sowie die wasserwirtschaftliche Bezeichungen gegenübergestellt. In der vorliegenden Arbeit werden für die Bergbaufolgeseen die Seebezeichnungen verwendet.

Die **Fließ- und Standgewässer** im Untersuchungsraum werden in verschiedenen Kartenwerken und von verschiedenen Institutionen teils unterschiedlich benannt. Um eine möglichst einheitliche Benennung der Gewässer zu gewährleisten, werden in der vorliegenden Arbeit die in den jeweiligen Geodatensätzen des Freistaates Sachsen und des Landes Brandenburg (vgl. Abschnitt 3.1) hinterlegten Gewässernamen verwendet. Für Gewässer, die nicht in den Geodatensätzen der Länder enthalten sind, werden die in den topograhischen Kartenwerken der Länder angeführten Namen verwendet.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der Begriff **Grundwasserwechselwirkung** immer für die Wechselwirkung zwischen dem Grundwasser und den Oberflächengewässern gebraucht. Der Übertritt von Grundwasser in die Oberflächengewässer wird dabei als **Exfiltration** und der Übertritt von Oberflächenwasser in das Grundwasser als **Versickerung** bezeichnet. Auf davon abweichende Begriffsverwendungen wird explizit hingewiesen.

In der vorliegenden Arbeit werden für die gleiche technische Anlage teils die unterschiedlichen Bezeichnungen **Wasserbehandlungsanlage** (WBA) bzw. **Grubenwasserreinigungsanlage** (GWRA) verwendet. Die Verwendung der Bezeichnungen hängt dabei vom rechtlichen Kontext ab.

Wenn in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum für **Gutachter** gebraucht wird, dann ist damit immer die juristische Person des Instituts für Wasser und Boden Dr. Uhlmann gemeint.

Tabelle 1: Verzeichnis für die Bezeichnung der Restlöcher in den ehemaligen Braunkohlen-tagebauen, die darin entstehenden Bergbaufolgeseen sowie ggf. deren wasserwirtschaftliche Bezeichnung.

Tagebau	Restlochbezeichnung	Aktuelle oder künftige Seebezeichnungen	Wasserwirtschaftliche Bezeichnung
Jänschwalde	SRS Jänschwalde	Klinger See	
Cottbus-Nord		Cottbuser Ostsee	
Erika/ Laubusch	RL Laubusch	Erika-See	
Heide	RL Heide V	Heide V	
	RL Heide VI	Heide VI	
Zeißholz	RL Zeißholz	Zeißholzer See	
Gräbendorf	RL Gräbendorf	Gräbendorfer See	
Greifenhain	RL Greifenhain	Altdöberner See	
Koschen	RL Koschen	Geierswalder See	
Klettwitz-Nord	RL Klettwitz-N	Bergheider See	Kleine Restlochkette
Koyne/ Kleinleipisch	RL 129	Grünhauser See-West	
	RL 130	Grünhauser See-Ost	
	RL 131-N	Heidesee	
	RL 131-S	Kleinleipischer See	
	RL 113	Koynesee	
Grünewalde	RL 75-W	---	
	RL 99	Koloniesee	
	RL 77	Großer Woobergsee	
	RL 76	Kleiner Woobergsee	
	RL 78	Grünewalder Linse	
	RL 116	Seewaldsee	
	RL 117	Grünewalder Lauch Ostfeld	
	RL 118	Grünewalder Lauch Westfeld	
Plessa	RL 112	Grüner See	
	RL 108/109	Tongrube Plessa 108/109	
Schwarzheide	RL 28	Ferdinandsteich	
	RL 29	Südteich	
	RL 31	Salzteich	
	RL 32	Nauendorfer See	
Meuro	RL Meuro	Großräschener See	
	RL Westmarkscheide	Meuroer See	
Meuro-Süd	RL Kabelbaggerteich	Kabelbaggerteich	Teichgruppe „Fortschritt“
	RL Wildschweinteich	Wildschweinteich	
	RL Fabrikteich	Fabrikteich	
Niemtsch	RL Niemtsch	Senftenberger See	Speicher Niemtsch
Scheibe	RL Scheibe	Scheibe See	
Schlabendorf-Nord	RL F	Lichtenauer See	
	RL C	Stoßdorfer See	
	RL B	Stöbritzer See	
	RL A	Hindenberger See	

Tagebau	Restlochbezeichnung	Aktuelle oder künftige Seebezeichnungen	Wasserwirtschaftliche Bezeichnung
Schlabendorf-Süd	RL 13	Stiebsdorfer See	
	RL 12	Drehnaer See	
	RL 14/15	Schlabendorfer See	
Sedlitz	RL Sedlitz	Sedlitzer See	
Seese-Ost	RL 23	Bischdorfer See	
	RL 24	Kahnsdorfer See	
Seese-West	RL 4	Schönfelder See	
	RL 1a	Kittlitzer See	
	RL 1	Redlitzer See	
	Seeser Seen	Seeser Seen	
	Buckower Seen	Buckower Seen	
Skado	RL Skado	Partwitzer See	
Spreetal	RL Nordschlauch	Blunoer Südsee	
	RL Nordrandschlauch	Sabrodter See	
	RL Südostschlauch	Bergener See	
Spreetal-Nordost	RL Spreeetal Nordost	Spreetaler See	
Bluno	RL Spreetal-Bluno	Neuwieser See	
Werminghoff I	RL Werminghoff	Knappensee	Speicher Knappenrode
	RL D/F	Graureiher See	
Werminghoff II	RL Friedersdorf	Silbersee	Speicher Lohsa I
	RL Mortka	Mortkasee	
Werminghoff III/ Lohsa	RL Lohsa	Speicherbecken Lohsa II	Speicherbecken Lohsa II
Burghammer	RL Burghammer	Bernsteinsee	Speicherbecken Burghammer
Dreiweibern	RL Dreiweibern	Dreiweiberner See	Speicherbecken Dreiweibern
Bärwalde	RL Bärwalde	Bärwalder See	Speicherbecken Bärwalde

1 Veranlassung

Mit dem fortschreitenden Grundwasserwiederanstieg im Bereich des Sanierungsbergbaus in der Lausitz wurden durch die Gewässerverockerung seit dem Jahr 2007/2008 verstärkt großräumige bergbaulich bedingte Stoffeinträge in die Spree, in die Schwarze Elster und deren Zuflüsse sichtbar. Die stofflichen Auswirkungen der Bergbaufolgen auf die Gewässer wurden bereits im ersten Bewirtschaftungsplan (2010-2015) als eine wichtige Wasserbewirtschaftungsfrage im deutschen Teil des Einzugsgebietes der Elbe festgestellt. Aufgrund der langfristigen Auswirkungen gehört die Verminderung der bergbaubedingten Stoffeinträge auch im zweiten Bewirtschaftungsplan (2016-2021) weiterhin zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen.

Vom Sanierungsträger LMBV werden seit 2009 Maßnahmen umgesetzt, um die Auswirkungen der bergbaubedingten Stoffeinträge auf die Spree und die Schwarze Elster sowie deren Zuflüsse zu mindern. Verschiedene Maßnahmen des Gewinnungsbergbaus der LE-B zur Minderung der bergbaubedingten Stoffeinträge zeigen ebenfalls Wirkung.

Die langfristig angelegten wasserwirtschaftlichen Planungen für die Lausitzer Gewässer erfordern jedoch eine Grundlage, auf deren Basis nachprüfbar wird, ob die installierten Maßnahmen ausreichen und inwieweit darüberhinausgehend weitere Maßnahmen erforderlich sind.

Voraussetzung für die Ableitung von Maßnahmen und für die Bereitstellung von finanziellen Mitteln ist eine orts-, zeit- und verursacherkonkrete Ausweisung der vorhandenen und künftigen Belastungen. In diesem Kontext sind vor allem die langfristigen oder sogar dauerhaften finanziellen Belastungen herauszuarbeiten. Die auszuführenden Arbeiten sollen der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung nach EG-WRRL in Bezug auf die bergbaubedingten Belastungen dienen.

Im bisherigen Umsetzungsprozess zur Europäischen Wasserrahmenrichtlinie werden bergbaubedingte Auswirkungen im Flusseinzugsgebiet der Elbe bereits betrachtet. Zu den bergbaulich beeinflussten Grundwasserkörpern in der Lausitz liegen bereits umfassende Darlegungen vor, siehe FGG Elbe (2013) und FGG Elbe (2014). Bezüglich der bergbaubedingten Wirkungen der diffusen Stoffeinträge auf die Oberflächenwasserkörper in der Lausitz wurden bisher lediglich Fristverlängerungen gemäß § 29 WHG in Betracht gezogen. Wasserkörperbezogene Betrachtungen für diese Einflüsse liegen bisher nicht vor. Ziel des Auftraggebers ist es, diese Betrachtung in einem **strategischen Hintergrundpapier** für die Flusseinzugsgebiete der Spree und der Schwarzen Elster sowie deren Zuflüsse in der Lausitz zu erarbeiten.

Das strategische Hintergrundpapier soll die Grundlage liefern, in den dritten Bewirtschaftungsplan (2022-2027) und das entsprechende Maßnahmenprogramm der FGG Elbe wesentliche Erkenntnisse für die Wasserkörper einfließen zu lassen. Als Ergebnis des strategischen Hintergrundpapiers sind Empfehlungen zu Bewirtschaftungszielen, zu erforderlichen Maßnahmen sowie zur Ausweisung von Zielerreichungsgewässern oder die Inanspruchnahme von abweichenden und ausnehmenden Tatbeständen in den relevanten Wasserkörpern nach Artikel 4 WRRL und der §§ 30 und 31 WHG darzulegen.

2 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum des bergbaulichen Einflusses auf Fließgewässer ist wie folgt festgelegt:

- im **Flusseinzugsgebiet der Spree**
  - für den Kennwert Eisen bis zum Spreewald (Pegel Leibsch) und
  - für den Kennwert Sulfat bis nach Berlin (Pegel Rahnsdorf) sowie

- im **Flusseinzugsgebiet der Schwarzen Elster**
  - für den Kennwert Eisen bis zur Landesgrenze Brandenburg/Sachsen-Anhalt (Pegel Herzberg) und
  - für den Kennwert Sulfat ist keine Abgrenzung erforderlich.

Als Grundlage für die Abgrenzung des Untersuchungsraumes dienen die oberirdischen Flusseinzugsgebiete (Bild 1).

Der Untersuchungsraum erstreckt sich über die Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin und hat eine Gesamtfläche von 14.196 km². Die Überschneidungen des Untersuchungsraumes mit dem Bundesland Sachsen-Anhalt wurden aufgrund der geringen Flächenanteile in der vorliegenden Bearbeitung vorerst nicht berücksichtigt. Eine Erweiterung des Untersuchungsraumes zur Berücksichtigung des verbleibenden oberirdischen Einzugsgebietes der Schwarzen Elster von der Landesgrenze Brandenburg/Sachsen-Anhalt bis zur Einmündung in die Elbe ist für das Jahr 2020 vorgesehen. Der derzeitige Untersuchungsraum beinhaltet nach Aktenlage (Stand 2019) insgesamt 1.349 Fließgewässer, 552 Fließgewässer-Oberflächenwasserkörper (OWK) und 29 Grundwasserkörper (GWK) (Tabelle 2).

Tabelle 2: Anzahl der Fließgewässer, der Fließgewässer-Oberflächenwasserkörper und der Grundwasserkörper im Untersuchungsraum aufgegliedert auf die drei Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin.

Bundesland	Fließ-gewässer	Oberflächen-wasserkörper	Grundwasser-körper
Sachsen	614	119	19
Brandenburg	723	429	9
Berlin	12	4	1
Gesamt	1.349	552	29

Für die Bearbeitung wurde der Untersuchungsraum in 36 Teilgebiete gegliedert (siehe Tabelle 3 und Bild 2). Die Gliederung erfolgt unter fachlichen Gesichtspunkten und orientiert sich an den oberirdischen Flusseinzugsgebieten und den Grenzen der Fließgewässer-OWK. Mit der Ausnahme von drei sehr langen Fließgewässer-OWK: DEBB582622_745 (Malxe/Großes Fließ), DEBB538_31 (Schwarze Elster) und DEBB582_40 (Spree) wurde dieser Anspruch durchgehend umgesetzt.

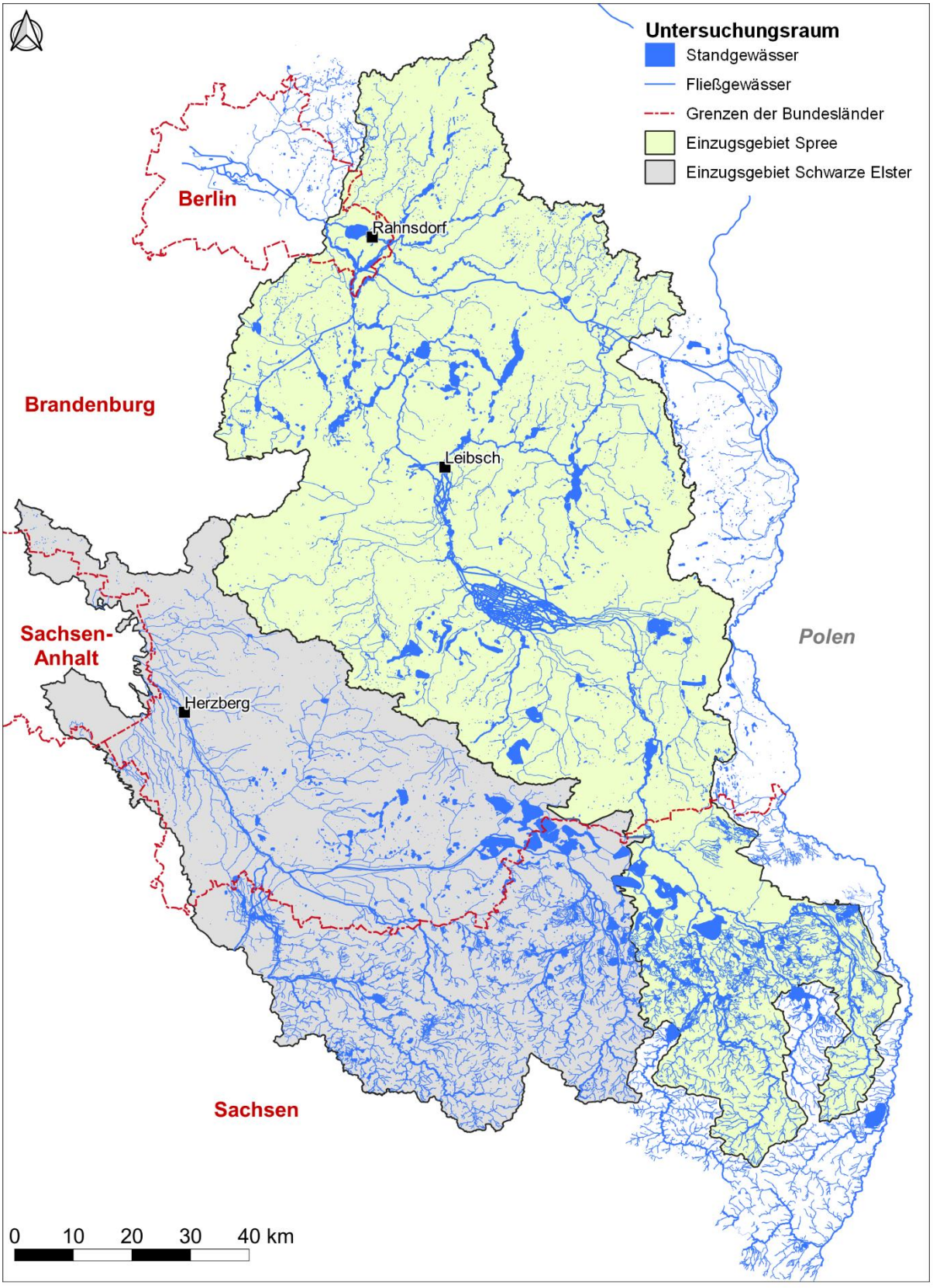


Bild 1: **Übersichtskarte des Untersuchungsraumes.**

Tabelle 3: Untergliederung des Untersuchungsraumes in Teilgebiete.

Fluss-gebiet	Nr.	Teilgebiet	Beginn	Ende	Bundes-land
Schwarze Elster	1	Schwarze Elster 1.4	Quelle	Abzweig Schwarze Elster Kanal	SN
	2	Schwarze Elster 2.4	Abzweig Schwarze Elster Kanal	Mündung Schleichgraben	SN
	3	Schwarze Elster 3.4	Mündung Schleichgraben	Plessa	BB
	4	Schwarze Elster 4.4	Plessa	Herzberg	BB
	5	Klosterwasser	Quelle	Mündung	SN
	6	Hoyerswerdaer Schwarzwasser	Quelle	Mündung	SN
	7	Rainitza	Quelle	Mündung	SN, BB
	8	Ruhlander Schwarzwasser	Quelle	Mündung	SN
	9	Pößnitz	Quelle	Mündung	BB
	10	Hammergraben	Quelle	Mündung	BB
	11	Pulsnitz	Quelle	Mündung	SN, BB
	12	Große Röder	Quelle	Mündung	SN, BB
	13	Kleine Elster	Quelle	Mündung	BB
Spree	14	Spree 1.8	Talsperre Bautzen	Lieske	SN
	15	Spree 2.8	Lieske	Talsperre Spremberg	SN
	16	Spree 3.8	Talsperre Spremberg	Eingang Spreewald	BB
	17	Spree 4.8	Eingang Spreewald	Lübben	BB
	18	Spree 5.8	Lübben	Leibsch	BB
	19	Spree 6.8	Leibsch	Schwielochsee	BB
	20	Spree 7.8	Schwielochsee	Oder-Spree-Kanal	BB
	21	Spree 8.8	Oder-Spree-Kanal	Müggelsee	BB, BE
	22	Weißer Schöps	Quelle	Mündung	SN
	23	Schwarzer Schöps 1.2	Talsperre Quitzdorf	Einmündung Weißer Schöps	SN
	24	Schwarzer Schöps 2.2	Einmündung Weißer Schöps	Mündung	SN
	25	Kleine Spree	Spreewiese	Mündung	SN
	26	Talsperre Spremberg	Zulauf Vorsperre	Ablauf	BB
	27	Malxe und Großes Fließ	Quelle	Mündung	BB
	28	Greifenhainer Fließ	Quelle	Mündung	BB
	29	Göritzer Mühlenfließ	Quelle	Mündung	BB
	30	Vetschauer Mühlenfließ	Quelle	Mündung	BB
	31	Dobra	Quelle	Mündung	BB
	32	Kamske	Quelle	Mündung	BB
	33	Zerkwitzer Kahnfahrt	Quelle	Mündung	BB
	34	Wudritz	Quelle	Mündung	BB
	35	Berste	Quelle	Mündung	BB
	36	Dahme	Quelle	Mündung	BB

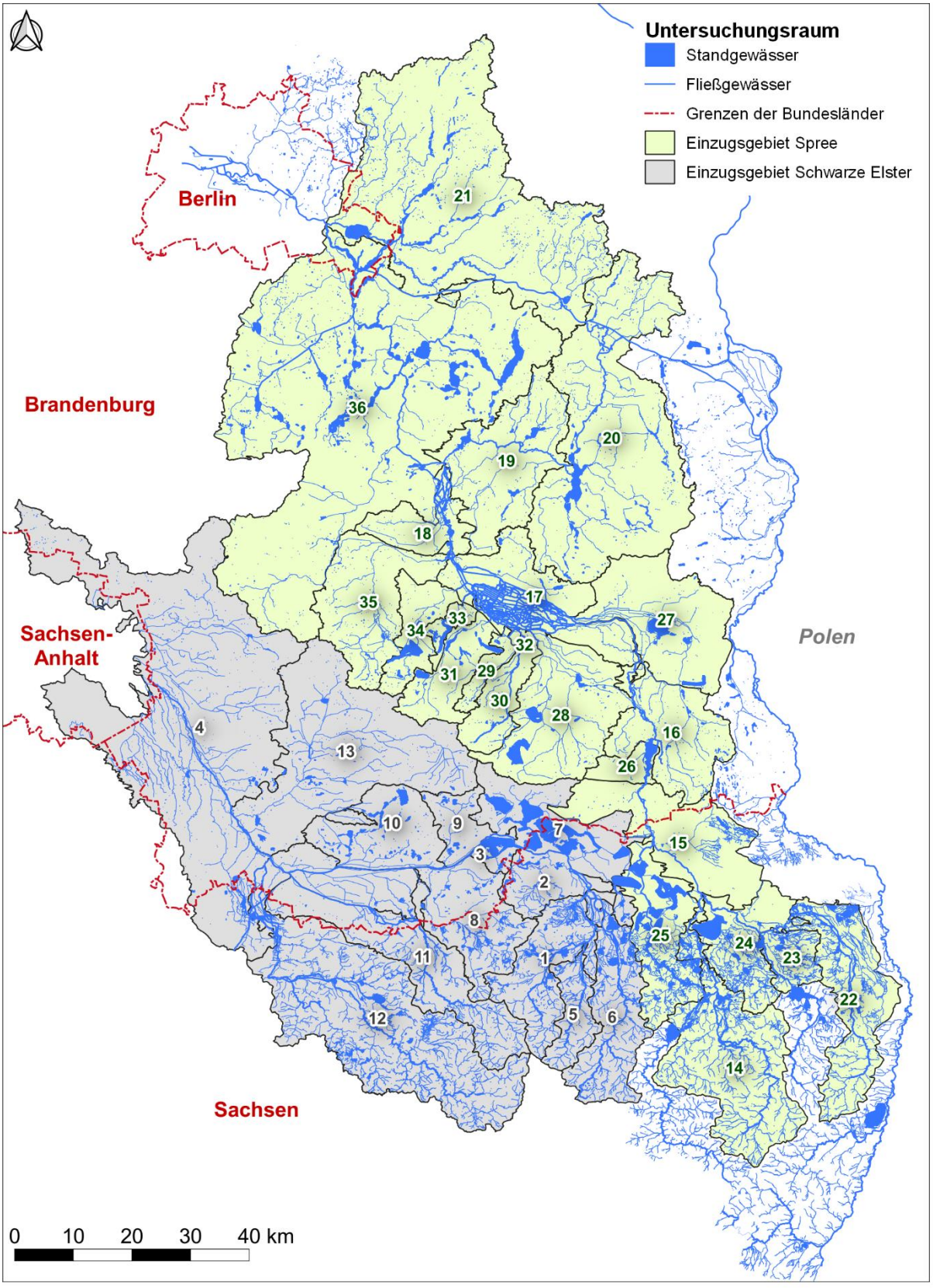


Bild 2: **Übersichtskarte des Untersuchungsraumes mit Teilgebieten (Bezeichnung der Teilgebiete entsprechend Nummer in Tabelle 3).**

3 Datengrundlagen

3.1 Geodaten

Im Rahmen der Grundlagenermittlung wurde eine umfangreiche und konsistente Geodatenbasis geschaffen und in einem GIS-Projekt organisiert. Die Organisationsstrukturen und Datenformate sind in LBGR (2018) dokumentiert. Die Geodatenbasis wird fortlaufend aktualisiert. Dabei werden sowohl die offiziellen Geodaten der Bundesländer Brandenburg und Sachsen als auch die von den Unternehmen LMBV und LE-B übergebenen Geodaten einbezogen. Eine Übersicht der im GIS-Projekt organisierten Geodaten findet sich in LBGR (2018). Im Nachfolgenden soll daher nur auf die Ergänzungen im Jahr 2019 eingegangen werden.

Im Mai 2019 wurden vom LfU Brandenburg die **Fließgewässer-OWK** in Brandenburg überarbeitet. Die aktualisierten Geodaten wurden in das GIS-Projekt eingepflegt. Im Vergleich zum Stand 2018 wurden an den OWK im Untersuchungsraum folgende Veränderungen festgestellt:

- Entfernung von OWK,
- Zusammenfassung von OWK,
- Änderung des Zuschnittes (Länge) von OWK und
- Änderung des OWK-Identifikators.

Für die aktualisierten OWK in Brandenburg liegen derzeit noch keine offiziellen Angaben zum biologischen und chemischen Zustand bzw. Potenzial vor. Für die Darstellung in den Gewässerdatenblättern (vgl. Abschnitt 3.4) wird daher vorerst weiterhin der Datenbestand von 2018 verwendet. Zur Beschreibung der bergbaulichen Belastung in der vorliegenden Bearbeitung werden dagegen die aktualisierten Fließgewässer-OWK genutzt.

Zur räumlichen **Abgrenzung des Bergbaueinflusses** im Untersuchungsraum (vgl. Abschnitt 4.4) wurden von den Unternehmen LMBV und LE-B die nachfolgenden Geodaten bereitgestellt und in das GIS-Projekt eingepflegt:

- die historische 2-Meter-Grundwasserabsenkungslinie in der Lausitz (der sogenannte Lausitzer Löwe),
- die §3-Linie der LMBV,
- die Grenzen der Zuständigkeitsbereiche der LMBV und der LE-B,
- die Abgrenzung der UVU-Untersuchungsgebiete der LE-B-Tagebaue und
- die aktuelle 2-Meter-Grundwasserabsenkungslinie des Tagebaus Jänschwalde.

Auf die Bedeutung der aufgeführten Geodaten sowie deren Interpretation zur Abgrenzung des Bergbaueinflusses wird in Abschnitt 4.4 näher eingegangen.

3.2 Bewegungsdaten

Zur Beschreibung, Bewertung und Abgrenzung der bergbaubedingten Belastungen der Fließgewässer im Untersuchungsraum sind Daten zur Entwicklung der Wassermenge und der Wasserbeschaffenheit in den Fließgewässern erforderlich. Im Rahmen der Grundlagenermittlung wurden bei den Behörden der Bundesländer Sachsen und Brandenburg sowie bei den Unternehmen LMBV und LE-B die relevanten Daten für die hydrologischen Jahre 2010 bis 2018 recherchiert und abgerufen. Die Daten wurden nachfolgend aufbereitet, plausibilisiert und in eine Datenbank eingestellt. Der Prozess der Datenaufbereitung sowie die Datenorganisation in der Datenbank ist in LBGR (2018) dokumentiert.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden als **Kennwerteumfang** der Durchfluss und die chemischen Kennwerte gemäß der Tabelle 4 festgelegt. Das Kennwertespektrum umfasst neben den unmittelbar themenbezogenen Kennwerten Eisen und Sulfat des Weiteren Kennwerte, die als direkte oder indirekte Folgen der bergbaulich bedingten Stoffeinträge in Frage kommen. Das sind vor allem die Versauerung, die Trübung und abfiltrierbare Stoffe, Ammonium sowie ausgewählte Spurenmetalle. Zudem werden die Sediment- und Schwebstoffbeschaffenheit in die Untersuchung einbezogen, sofern solche Daten verfügbar sind (Tabelle 4).

Tabelle 4: Kennwertespektrum zur Charakterisierung der bergbaulichen Beeinflussung der Fließgewässer im Lausitzer Braunkohlenrevier.

Phase	Gruppe	Kennwert
Wasser	pH-Wert	pH-Wert
	Sulfat	Sulfat
	Eisen	Eisen-gesamt
		Eisen-gelöst
		Eisen(II)-gelöst
		Eisen(III)-gelöst
	Ammonium	Ammonium
	Spurenmetalle	Arsen
		Nickel
		Zink
		Cadmium
	Trübung	Trübung
	Abfiltrierbare Stoffe	Abfiltrierbare Stoffe
	Versauerung	Säurekapazität zum pH = 4,3
		Basenkapazität zum pH = 4,3
		Säurekapazität zum pH = 8,2
		Basenkapazität zum pH = 8,2
Schwebstoffe bzw. Sediment	Fraktionen < 0,063 mm < 0,02 mm	Arsen
		Nickel
		Zink
		Cadmium
		Eisen
		gesamter organischer Kohlenstoff
		Schluff/Ton

Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung wurden ergänzend die Fließgewässerdaten des hydrologischen Jahres 2018 sowie die Wasserbeschaffenheitsdaten der Bergbaufolgeseen im Lausitzer Braunkohlenrevier für die hydrologischen Jahre 2010 bis 2018 recherchiert, aufbereitet und in die Datenbank eingepflegt. Mit Stand 31. Oktober 2019 werden im Bestand 1.303 Messstellen mit rund 760.000 Datensätzen zur Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern, Einleitungen und Bergbaufolgeseen (siehe Tabelle 5) sowie 563 Messstellen mit rund 410.000 Datensätzen zum Durchfluss von Fließgewässern und Einleitungen (siehe Tabelle 6) geführt. Auf die Auswertung der Bestandsdaten wird in Abschnitt 6.1.1 gesondert eingegangen.

Tabelle 5: Anzahl der im Datenbestand geführten Messstellen und Datensätze zur Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern, Einleitungen und Bergbaufolgeseen, Stand: 31. Oktober 2019.

Objekt	Anzahl der Gütemessstellen	Anzahl der Datensätze für die Kennwerte nach der Tabelle 4
Fließgewässer und Einleiter	1.132	652.067
Bergbaufolgeseen	171	107.675

Tabelle 6: Anzahl der im Datenbestand geführten Messstellen und Datensätze zum Durchfluss von Fließgewässern, Einleitungen und technischen Anlagen, Stand: 31. Oktober 2019.

Art der Durchflusswerte	Anzahl der Durchfluss-messstellen bzw. Pegel	Anzahl der Datensätze
Terminwerte	406	12.384
Tagesmittelwerte *)	157	396.668

*) abgeleitet aus Daten von kontinuierlich messenden Durchflusspegeln bzw. technischen Anlagen

3.3 Maßnahmen

Bei der Darstellung der aktuellen Verhältnisse sollen die Maßnahmen gemäß den Bewirtschaftungsplänen und darüberhinausgehende spezifische Maßnahmen der Unternehmen des Sanierungs- und Gewinnungsbergbaus aufgelistet, in Karten dargestellt und im Hinblick auf ihre Wirkungen bewertet werden.

Im Rahmen der Grundlagenermittlung wurden die Daten zu den entsprechenden Maßnahmen in LBGR (2018) recherchiert. Für den sächsischen Teil des Untersuchungsraums wurde von der LD Sachsen eine Datenbank mit allen Maßnahmen des Landes Sachsen und der Bergbauunternehmen übergeben. Für den brandenburgischen Teil des Untersuchungsraums wurde vom LBGR Brandenburg jeweils eine Datenbank mit den Maßnahmen der LMBV und der LE-B zur Verfügung gestellt. Die Aktualität und die Vollständigkeit der übergebenen Datenbestände können vom Gutachter nicht bewertet werden.

Die Strukturen der übergebenen Maßnahmendaten wurden vereinheitlicht und die Daten in eine gemeinsame Datenbank zusammengeführt. Aus dem Gesamtdatenbestand wurden anhand der den Maßnahmen zugeordneten LAWA-Kennziffern die für die weitere Bearbeitung relevanten Maßnahmen ausgewählt. Für die Bearbeitung wurden die in der Tabelle 7 aufgeführten **LAWA-Kennziffern mit Bergbaubezug** identifiziert.

Tabelle 7: LAWA-Kennziffern für Maßnahmen mit Bergbaubezug.

LAWA Kennziffer	Bezug	Bezeichnung	Beispiel
16	OW	Maßnahmen zur Reduzierung punktueller Stoffeinträge aus dem Bergbau	Grubenwasserbehandlung. Wassergütewirtschaftliche Steuerung der Abgaben.
24	OW	Maßnahmen zur Reduzierung diffuser Belastungen infolge Bergbau	Verringerung ungesteuerter diffuser Belastungen, z. B. Versauerung, Verockerung, Schwermetallbelastung.
37	GW	Maßnahmen zur Reduzierung der Versauerung infolge Bergbau	Zwischenbegrünung von Kippenflächen. Kalkung.
38	GW	Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Belastungen infolge Bergbau	
56	GW	Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserentnahmen für den Bergbau	---
59	GW	Maßnahmen zur Grundwasser-anreicherung zum Ausgleich grund-wasserentnahmebedingter mengen-mäßiger Defizite	Stützungswasser für Grundwasser
61	OW	Maßnahmen zur Gewährleistung des erforderlichen Mindestabflusses	---
63	OW	Sonstige Maßnahmen zur Wiederherstellung des gewässertypischen Abflussverhaltens	Rückbau Sohldichtung, Verrohrung und Querbauwerke. Gewässerrenaturierung.
65	OW	Maßnahmen zur Förderung des natürlichen Wasserrückhalts	Überflutungsräume. Wiedervernässung. Moorschutz.
66	OW	Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserhaushalts an stehenden Gewässern	Wassermengenbewirtschaftung. Fremdflutung.
98	OW	Maßnahmen zur Reduzierung sonstiger Intrusionen	---
501	---	Konzeptionen, Studien, Gutachten	Gutachten aller Art.
502	---	Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben	PuD-Vorhaben.
508	---	Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen	Monitorings aller Art. Numerische Modellierungen aller Art.

Die getroffene Auswahl der Maßnahmen wurde gesichtet und inhaltlich überarbeitet. Dabei wurde der Datenbestand um redundante Maßnahmen bereinigt sowie nach Kenntnislage des Gutachters durch bislang nicht enthaltene Maßnahmen ergänzt. Zur Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit der Bearbeitung des Datenbestandes wurden eindeutige alpha-numerische **Maßnahmenidentifikatoren** eingeführt. Der Identifikator einer Maßnahme setzt sich aus einer dreistelligen laufenden Nummer sowie einem Buchstabenpräfix zusammen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Erläuterung der Präfixe der alphanumerischen Maßnahmenidentifikatoren.

Präfix	Bedeutung
B	Maßnahme aus den übergebenen Datenbeständen (Bestandsmaßnahmen).
E	Vom Gutachter ergänzte Maßnahme.
N	Zur Erreichung der Zielvorgaben erforderliche neue bzw. zusätzliche Maßnahme, Empfehlungen des Gutachters, siehe Abschnitt 6.1.3.

Weiterhin wurde jeder Maßnahme ein **Zielmedium** zugeordnet (Tabelle 9). Die Zielmedien der Bestandsmaßnahmen wurden aus den Datenbeständen übernommen, geprüft und, wo notwendig, angepasst. Die Zuordnung der Zielmedien dient der systematischen Bewertung der Maßnahmenwirkung (siehe Abschnitt 0).

Tabelle 9: Zielmedien von Maßnahmen.

Zielmedium	Erläuterung	Maßnahmenbeispiel
Oberflächenwasser	Die maßgebliche Maßnahmenwirkung richtet sich auf ein Oberflächengewässer.	▪ Inlake-Wasserbehandlung ▪ Wasserbehandlung in Anlagen ▪ Fließgewässermonitoring
Grundwasser	Die maßgebliche Maßnahmenwirkung richtet sich auf das Grundwasser.	▪ Betrieb einer Wasserhaltung zur Absenkung des Grundwasserspiegels ▪ Grundwassermonitoring
Oberflächenwasser und Grundwasser	Die Maßnahmenwirkung richtet sich sowohl auf das Grundwasser als auch auf das Oberflächenwasser.	▪ Bau von Dränagegräben und Ableitung des Dränwassers in die Vorflut ▪ Flutung von Bergbaufolgeseen ▪ Grundwasseranreicherung durch Einleitung von Stützungswasser in Fließgewässer oder Feuchtgebiete

Zur Abbildung des Umsetzungsstandes von Maßnahmen wurde das Attribut **Maßnahmenstatus** eingeführt. Das Attribut kann die Werte entsprechend der Tabelle 10 annehmen. Der Maßnahmenstatus wurde entweder aus den Datenbeständen abgeleitet oder entsprechend dem Kenntnisstand des Gutachters ergänzt.

Tabelle 10: Erläuterung zum Status von Maßnahmen.

Maßnahmenstatus	Erläuterung
Verworfen	Die Maßnahme war ursprünglich geplant, wurde aber zwischenzeitlich vom Maßnahmenträger verworfen. Die Maßnahme wird nicht umgesetzt.
Geplant	Die Umsetzung der Maßnahme ist geplant.
Im Bau	Die Maßnahme befindet sich aktuell in Umsetzung.
Im Betrieb	Die Maßnahme ist im laufenden Betrieb. Dieser Status gilt nur für Maßnahmen, die eine Betriebsphase haben, wie z. B. eine Wasserhaltung oder eine Wasserbehandlung.
Abgeschlossen	Die Umsetzung der Maßnahme ist abgeschlossen. Dieser Status gilt nur für Maßnahmen, die keine eigentliche Betriebsphase haben, wie z. B. der Bau einer Wasserbehandlungsanlage oder einer Dichtwand.
Zusätzlich	Die Maßnahme wird vom Gutachter zur Erreichung der Zielvorgaben zusätzlich zur Ausführung empfohlen.
Keine Angaben	Zum Status der Maßnahme sind keine Angaben verfügbar.

Die **Lokalisierung der Maßnahmen** wurde, soweit verfügbar, aus den übergebenen Datenbeständen übernommen. Die ergänzten Maßnahmen wurden vom Gutachter verortet. Entsprechend ihrer Lokalisierung wurden die Maßnahmen nachfolgend den Teilgebieten des Untersuchungsraumes (siehe Bild 2 und Tabelle 3) sowie einem Grundwasser- und/oder Oberflächenwasserkörper bzw. einem nicht berichtspflichtigen Fließgewässer zugeordnet, auf die die Maßnahmenwirkung gerichtet ist. Bei Bestandsmaßnahmen ohne konkrete Angaben zur Lokalisierung erfolgte die Zuordnung anhand der Maßnahmenbeschreibung.

Der konkrete Inhalt einer Maßnahme lässt sich aus der zugeordneten LAWA-Kennziffer überwiegend nicht erschließen (siehe Tabelle 7). Zum Zwecke der inhaltlichen Strukturierung und Darstellung der Maßnahmen in Karten wurden die ausgewählten Maßnahmen entsprechend der Maßnahmenbeschreibung sowie der fachlichen Einschätzung des Gutachters in eine von 21 **Maßnahmenkategorien** entsprechend der Tabelle 11 eingeordnet. Die Maßnahmenkategorien gliedern sich in die fünf Gruppen:

- Wasserbewirtschaftungsmaßnahmen,
- Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen,
- Wasserbehandlungsmaßnahmen,
- konzeptionelle Maßnahmen und
- organisatorische Maßnahmen.

Die Maßnahmengruppen und Maßnahmenkategorien sind nachfolgend erläutert.

In der Gruppe **Wasserbewirtschaftung** sind alle Maßnahmen zusammengefasst, deren grundsätzliches Prinzip die Wasserbewirtschaftung ist (Tabelle 11). Die konkreten Zielgrößen (Steuerung von Volumenstrom, Wasserstand oder Stofffracht) und Zielstellungen der Maßnahmen können sich deutlich unterscheiden und werden nachfolgend vorgestellt.

(1) Die **Wassereinleitung zur Stützung** hat das Ziel, bergbaubedingt versiegte Quellen oder Versickerungsverluste in Fließgewässern durch die Einleitung zusätzlichen Wassers zu kompensieren und eine ökologische Mindestwasserführung in den Fließgewässern zu gewährleisten. Das Stützungswasser stammt überwiegend aus gehobenem und behandeltem Grundwasser.

(2) In der Kategorie **Fremdflutung und Nachsorge** sind Maßnahmen zusammengefasst, bei denen Wasser aus Fließgewässern in Bergbaufolgeseen eingeleitet wird. Die Wassereinleitung dient der beschleunigten Füllung des Bergbaufolgesees bis zum Endwasserstand (≙ Flutung), dem Ausgleich von Verdunstungs- und Versickerungsverlusten in gefüllten Bergbaufolgeseen (≙ Stützung) sowie zur Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit (Versauerung, Sulfat) in gefüllten Bergbaufolgeseen (≙ Nachsorge).

(3) Mit einer **Wassermengensteuerung** sollen durch gezielte Bewirtschaftung von Talsperren und Bergbaufolgeseen in den bergbaulich beeinflussten Einzugsgebieten der Spree und Schwarzen Elster die ökologischen Mindestabflüsse in den Fließgewässern sowie die Versorgung von Gewässernutzern sichergestellt werden. Als Regelelemente stehen die Zuläufe und Abläufe der entsprechenden Speicher zur Verfügung.

(4) Bei der **Wasserüberleitung** wird entweder gehobenes Grundwasser oder Oberflächenwasser in ein anderes Einzugsgebiet und dort in ein Oberflächengewässer (Bergbaufolgesee oder Fließgewässer) eingeleitet. In diese Kategorie fallen auch Maßnahmen zur Überleitung von gehobenem Grundwasser in Wasserbehandlungsanlagen und die nachfolgende Nutzung bzw. Ableitung in Oberflächengewässer.

(5) **Hydraulische Barrieren** haben das Ziel, den Grundwasserzustrom oder -abstrom in bestimmten Bereichen (z. B. zum Tagebau, zu oder aus Fließgewässern) zu verhindern oder substanziell zu verringern. Hydraulische Barrieren können passiv, z. B. als Dichtwand, oder aktiv, z. B. als Brunnenriegel, ausgebildet sein. Der Fokus liegt dabei primär auf der Beeinflussung der Grundwasserströmung, womit jedoch auch sekundäre Effekte auf die Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern oder Bergbaufolgeseen beabsichtigt sein können (vgl. Kategorie (7) Wasserfassung).

Tabelle 11: Übersicht der Maßnahmenkategorien und Symbole für die Kartendarstellung.

Maßnahmen-gruppe	Karten-symbol	Nr.	Maßnahmenkategorie	Kontroll- bzw. Zielgröße
Wasserbewirt-schaftungs-maßnahmen		1	Wassereinleitung zur Stützung	Volumenstrom Q > 0
		2	Fremdflutung und Nachsorge	Volumenstrom Q>0
		3	Wassermengensteuerung	Volumenstrom 0≤Q≤0
		4	Wasserüberleitung	Volumenstrom Q>0
		5	Hydraulische Barrieren	Volumenstrom Q=0
		6	Wasserhaltung	Wasserstand
		7	Wasserfassung	Stofffracht
		8	Wassergütesteuerung	Stoffkonzentration
Bau- und Unterhaltungs-maßnahmen		9	Landschafts- und Wasserbau	Gewässermorphologie
		10	Gewässerunterhaltung	Gewässermorphologie
Wasser-behandlungs-maßnahmen		11	Wasserbehandlung in Anlagen	Stofffracht, Stoffkonzentration
		12	Inlake-Wasserbehandlung	Versauerung in Bergbaufolgeseen
		13	Naturräumliche Wasserbehandlung	Stofffracht und Versauerung im Oberflächenwasser
		14	Untergrundwasserbehandlung	Stofffracht im Grundwasser
Konzeptionelle Maßnahmen		15	Forschung und Entwicklung (F&E)	---
		16	Pilot- & Demonstrationsvorhaben (P&D)	---
	---	17	Studien und Konzepte	---
	---	18	Modellierung	---
	---	19	Erkundung	---
	---	20	Monitoring	---
Organisatorische Maßnahmen	---	21	Organisation und Abstimmung	---

(6) Eine **Wasserhaltung** hat das Ziel, im Grundwasser oder in einem Oberflächengewässer einen Wasserspiegel nicht zu überschreiten, der geotechnisch begründet ist oder zur Vermeidung von Vernässungen dient. Das überschüssige Wasser muss gehoben und abgeleitet werden. Wenn das Wasser eisenbelastet und/oder versauerungsdisponiert ist, muss es in einer Wasserbehandlungsanlage zugeführt, behandelt und dann in die Vorflut abgeschlagen werden.

(7) Bei einer **Wasserfassung** wird ebenfalls Grundwasser gefasst und gehoben. Im Unterschied zur Wasserhaltung, Kategorie (6), liegt hier der Fokus auf der Entnahme von Stofffrachten. Das Ziel ist die Minderung bergbaubedingter Stoffeinträge in Oberflächengewässer. Die Wasserfassungen funktionieren nach dem Prinzip einer (aktiven) hydraulischen Barriere. Das gehobene Grundwasser wird entweder in Bergbaufolgeseen oder Wasserbehandlungsanlagen geleitet (siehe Kategorie (4) Wasserüberleitung) und dort behandelt (siehe Kategorien (11) Wasserbehandlung in Anlagen oder (12) Inlake-Wasserbehandlung).

(8) Eine **Wassergütesteuerung** hat das Ziel, durch die Regulierung der Ausleitungen aus Bergbaufolgeseen und Talsperren (vgl. Kategorie (3) Wassermengensteuerung) die Einhaltung von Immissionszielen in Fließgewässern sicherzustellen. Die Beeinflussung der Fließgewässerbeschaffenheit erfolgt nach dem Verdünnungsprinzip. Im bergbau-

lich beeinflussten Einzugsgebiet der Spree erfolgt eine aktive Wassergütesteuerung für den Kennwert Sulfat.

In der Gruppe der **Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen** sind alle Maßnahmen zusammengefasst, deren Zielstellung der Neu-, Um- oder Rückbau sowie der Erhalt und die Instandsetzung von Gewässern und wasserwirtschaftlichen Anlagen ist. Die der Gruppe zugehörigen Maßnahmenkategorien werden nachfolgend kurz erläutert.

(9) Die Maßnahmen der Kategorie **Landschafts- und Wasserbau** haben den Neu-, Um- oder Rückbau von Gewässern und wasserwirtschaftlichen Anlagen zum Ziel. Darunter fallen beispielsweise Maßnahmen zur Wiederherstellung und Renaturierung von Abflussprofilen, der Anbindung von Bergbaufolgeseen an die Vorfluter sowie dem Rück- oder Neubau von Wasserbauwerken (z. B. Wehre, Regelbauwerke). Die Einzelmaßnahmen zum Landschafts- und Wasserbau an den Fließgewässern sind meist Teil eines größeren Konzeptes zur wasserwirtschaftlichen Sanierung der bergbaulich geprägten Einzugsgebiete.

(10) Unter der Kategorie **Gewässerunterhaltung** werden alle Maßnahmen subsumiert, die das Ziel haben, bestehende Gewässerstrukturen und Abflussprofile zu erhalten. Im Unterschied zu den Landschafts- und Wasserbaumaßnahmen werden bei der Gewässerunterhaltung die bestehenden Gewässerstrukturen nicht verändert, sondern instandgesetzt. Dies erfolgt meist durch die Beräumung der Gewässersedimente, die in unterschiedlichen Anteilen Eisenhydroxidschlamm enthalten können. Dadurch sollen das Abflussverhalten verbessert, der Wasserspiegel reguliert und der Retentionsraum für den Eisenrückhalt erhalten werden.

Die Gruppe der **Wasserbehandlungsmaßnahmen** fasst alle Maßnahmen zusammen, bei denen Grund- und Oberflächenwasser zur Minderung der Eisenbelastung und Kompensation der Versauerung behandelt wird. Auf welche Weise die Wasserbehandlung erfolgt, ist dabei sekundär. Die der Gruppe zugehörigen Kategorien werden im Folgenden kurz vorgestellt.

(11) Bei der **Wasserbehandlung in Anlagen** wird Grundwasser oder Oberflächenwasser in einer stationären Anlage durch Zufuhr von Sauerstoff, Zugabe von Neutralisationsmitteln und Flockungshilfsmitteln technisch aktiv behandelt und nachfolgend in ein Oberflächengewässer abgeleitet. Beispiele hierfür sind die Grubenwasserbehandlungsanlagen (GWBA) der LE-B sowie die Grubenwasserreinigungsanlagen (GWRA) und die Wasserbehandlungsanlagen (MWBA bzw. WBA) der LMBV.

(12) Bei der **Inlake-Wasserbehandlung** erfolgt die Wasserbehandlung direkt in einem Standgewässer. Das Ziel ist es, durch Zugabe eines geeigneten Neutralisationsmittels das Gewässer zu neutralisieren (≙ Initialneutralisation) bzw. eine Rückversauerung des Gewässers zu verhindern (≙ Nachsorgebehandlung). Die Applikation des Neutralisationsmittels kann schiffsgebunden (mobil) oder uferseitig (stationär) erfolgen. Durch die Anhebung des pH-Wertes verbessern sich auch die Bedingungen für die Eisenoxidation.

(13) Bei Maßnahmen zur **naturräumlichen Wasserbehandlung** wird Oberflächenwasser oder Grundwasser durch natürliche physiko-chemische und biologische Prozesse behandelt. Ziele der Wasserbehandlung sind die Verringerung der Eisenkonzentration und ggf. der Sulfatkonzentration sowie die Neutralisation. Die jeweils zum Einsatz kommenden Verfahren hängen von der Beschaffenheit und vom Volumenstrom des zu behandelnden Wassers ab. Im Unterschied zur Wasserbehandlung in Anlagen erfolgt die naturräumliche Wasserbehandlung meist passiv, nimmt dafür aber einen längeren Zeitraum und größere Räume bzw. Flächen in Anspruch.

(14) Bei der **Untergrundwasserbehandlung** wird Grundwasser im Grundwasserleiter (in situ) behandelt. Für die Behandlung werden natürliche physiko-chemische und biologische Prozesse genutzt. Je nach gewähltem Verfahrensansatz können die Prozesse durch Zugabe von Neutralisationsmitteln, Reduktionsmitteln und/oder Nährstoffen beschleunigt werden. Ziele der Untergrundwasserbehandlung sind die Minderung der Eisenkonzentration und ggf. der Sulfatkonzentration sowie die Neutralisation.

Die Gruppe der **konzeptionellen Maßnahmen** fasst Maßnahmen zusammen, die entweder rein konzeptioneller Natur sind (z. B. Studien, Gutachten, Planungen oder Modellierung), die Forschungscharakter haben (z. B. Forschung und Entwicklung) bzw. ihre praktische Anwendbarkeit noch unter Beweis stellen müssen (z. B. Pilot- und Demonstrationsvorhaben). Zur Gruppe der konzeptionellen Maßnahmen werden auch alle Maßnahmen gezählt, die der Überwachung des Zustandes von Oberflächenwasser und Grundwasser (z. B. Monitoring) bzw. der Verbesserung des Kenntnisstandes (z. B. Erkundung) dienen. Die der Gruppe zugehörigen Maßnahmenkategorien werden nachfolgend kurz erläutert.

(15) In der Maßnahmenkategorie **Forschung und Entwicklung (F&E)** sind alle Maßnahmen zusammengefasst, bei denen neue Ansätze zur Lösung bergbaubezogener Problem- und Fragestellungen entwickelt bzw. bekannte Ansätze hinsichtlich ihrer Eignung geprüft werden. Dies können sowohl rein konzeptionelle Ansätze zur Beschreibung von Vorgängen (z. B. numerische Modellierungen) als auch neuartige verfahrenstechnische Ansätze, beispielsweise zur Wasserbehandlung, sein.

(16) Wurde die Wirksamkeit eines Verfahrensansatzes zur Lösung einer bergbaubezogenen Problemstellung im Rahmen von Forschung und Entwicklung (F&E) nachgewiesen, werden im Rahmen von **Pilot- und Demonstrationsvorhaben (P&D)** die Anwendbarkeit des Verfahrens unter Realbedingungen im Feldmaßstab und dessen Skalierbarkeit geprüft. Die entsprechenden Maßnahmen sind in der Kategorie gleichen Namens zusammengefasst.

(17) In der Kategorie **Studien und Konzepte** sind Maßnahmen mit rein konzeptioneller bzw. theoretischer Natur zusammengefasst. Dies umfasst der Bezeichnung entsprechend sowohl Gutachten, Studien und Planungen sowie andere Ausarbeitungen zu bergbaurelevanten Themenfeldern (z. B. Masterarbeiten, Dissertationen, Artikel und Aufsätze für Fachjournale).

(18) Alle Maßnahmen, die die Anwendung von Modellen zum Inhalt haben, werden in der Maßnahmenkategorie **Modellierung** zusammengefasst. Die Modelle decken dabei alle bergbaurelevanten Themenfelder ab (z. B. Geologie, Geohydraulik, Hydrologie, Wasserbeschaffenheit, Wasserbewirtschaftung) und werden sowohl als Teil von konzeptionellen Maßnahmen (z. B. Gutachten und Planungen) als auch zur Begleitung von Maßnahmen der Wasserbewirtschaftung (z. B. Wassermengen- und Wassergütesteuerung) eingesetzt.

(19) Die der Kategorie **Erkundung** zugeordneten Maßnahmen dienen der Verbesserung des Kenntnisstandes, meist im Kontext einer konkreten Fragestellung. Die Maßnahmen reichen von der geochemischen Erkundung des Vorfeldes und von Kippen von Tagebauen über die hydrochemische Erkundung von Belastungsquellen des Grundwassers bis zur kleinräumigen Erkundung der geohydraulischen und hydrochemischen Verhältnisse an geplanten Standorten der naturräumlichen Wasserbehandlung.

(20) Die Kategorie **Monitoring** umfasst alle Maßnahmen, die der Erfassung und Überwachung des hydraulischen, hydrostatischen und hydrochemischen Zustandes von

Oberflächengewässern und des Grundwassers dienen. Das Zeitfenster, der Messtakt und die Messstellendichte eines Monitoringprogrammes (Stichtagsmessung, Messkampagne, Dauermonitoring) sowie das Messwertspektrum (hydrochemische bzw. geochemische Kennwerte, Durchfluss, Wasserstand etc.) sind problemspezifisch.

(21) In der Kategorie und Gruppe **Organisation** sind alle Maßnahmen zusammengefasst, die sich mit der Organisation sämtlicher vorgenannter Maßnahmenkategorien befassen. Zu organisatorischen Maßnahmen zählen beispielsweise die notwendigen wöchentlichen Abstimmungen zwischen den verschiedenen Stellen zur Wassermengensteuerung der Spree und Schwarzen Elster und der Sulfatlaststeuerung der Spree, die Festlegung von konkreten Bewirtschaftungszielen (z. B. Mindestabflüsse, Immissionsziele) sowie die Abstimmungen zu langfristigen Bewirtschaftungsstrategien. Die Sicherung von Finanzmitteln für die Bergbausanierung (Verwaltungsabkommen) wird ebenfalls den organisatorischen Maßnahmen zugerechnet.

Eine Vielzahl von Maßnahmen bezieht sich auf einen längeren Flussabschnitt, ein gesamtes Flusseinzugsgebiet oder dem gesamten Untersuchungsraum. Einzelmaßnahmen können weiterhin Teil eines größeren Maßnahmenkomplexes sein. Um die räumliche und inhaltliche Komplexität und die Vernetzung von Maßnahmen im Datenbestand abzubilden, wurden die Attribute **Zuordnungsebene** und **Maßnahmenkomplex** eingeführt. Mit dem Attribut Zuordnungsebene kann ein über das Teilgebiet hinausgehender räumlicher Bezug dargestellt werden (vgl. Tabelle 12). Mit dem Attribut Maßnahmenkomplex lassen sich verschiedene Einzelmaßnahmen zu Gruppen zusammenfassen und ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen den Maßnahmen, die ansonsten unterschiedlichen Kategorien zugehören, herstellen. Darüber hinaus lassen sich zahlreiche Maßnahmen, die einen inhaltlichen und räumlichen Schwerpunkt bilden, einem Maßnahmenkomplex zuordnen. Durch die Einführung von Metaebenen zur Strukturierung von Maßnahmen wird das gesamte Maßnahmenportfolio deutlich übersichtlicher, als das Sammelsurium der vorliegenden Maßnahmenübersichten. Die gebildeten Maßnahmenkomplexe sind in der Tabelle 13 aufgeführt und erläutert.

Tabelle 12: Zuordnungsebenen von Maßnahmen.

Zuordnungsebene	Erläuterung	Maßnahmenbeispiel
Global	Die Maßnahme hat flussgebietsübergreifende Relevanz	▪ Flutungszentrale Lausitz ▪ Verwaltungsabkommen zur Braunkohlensanierung
Flussgebiet	Die Maßnahme hat teilgebietsübergreifende Relevanz	▪ Sulfatlaststeuerung der Spree ▪ Wassermengensteuerung zur Niedrigwasseraufhöhung ▪ AG Flussgebietsbewirtschaftung
Teilgebiet	Standardwert: Die Maßnahme hat nur für das Teilgebiet Relevanz (vgl. Tabelle 3)	▪ Inlake-Wasserbehandlung ▪ Wasserbehandlung in Anlagen ▪ Gewässerunterhaltungsmaßnahmen

Tabelle 13: Inhaltlich und räumliche Maßnahmenkomplexe.

Zuordnungsebene	Maßnahmenkomplex	Erläuterung
Global	MHM Grundwasser	Montanhydrologisches Monitoring (MHM) des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV.
	MHM Fließgewässer	Montanhydrologisches Monitoring (MHM) des Durchflusses und der Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV.

Zuordnungs-ebene	Maßnahmenkomplex	Erläuterung
	MHM Bergbaufolgeseen	Montanhydrologisches Monitoring (MHM) des Wasserstandes, der Wasserbeschaffenheit und der Biologie in den Bergbau-folgeseen in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV.
	Fließgewässermonitoring der Bundesländer	Monitoring des Durchflusses und der Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer in den Bundesländern Sachsen (LfULG Sachsen) und Brandenburg (LfU Brandenburg).
	Grundwassermonitoring der Bundesländer	Monitoring des Grundwasserstandes und der Grundwasser-beschaffenheit in den Bundesländern Sachsen (LfULG Sachsen) und Brandenburg (LfU Brandenburg).
	Altlastenmonitoring in den Sanierungsbereichen	Monitoring des Grund- und Oberflächenwassers im Bereich von Altlastenverdachtsflächen der LMBV.
	Wassermengensteuerung Spree-Schwarze Elster	Modellgestützte Bewirtschaftung von Bergbaufolgeseen und Talsperren zur Niedrigwasseraufhöhung und zum Hochwasser-schutz im Flussgebiet der Spree und der Schwarzen Elster.
	HGM für die Sanierungs-bereiche	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb von hydrogeologischen Großraummodellen (HGM) für die Sanierungsbereiche O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV.
	NA-Modelle für die Sanierungsbereiche	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb von hydrologischen Niederschlag-Abfluss-Modellen (NAM) für die Sanierungs-bereiche B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV.
	Modellentwicklung	Entwicklung geeigneter Modelle zur Untersuchung und Lösung wasserwirtschaftlicher und wassergütewirtschaftlicher Frage-stellungen im Braunkohlenrevier der Lausitz.
	Prognose Sulfatausbreitung Grundwasser	Entwicklung, Aufbau und Betrieb eines 3D-Stofftransportmodells zur Prognose der Sulfatausbreitung im Grundwasser der berg-baulich beeinflussten Lausitz.
	Eisen Fließgewässer Lausitz	Untersuchungen zu den hydrochemischen und ökologischen Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem, z. T. saurem Grundwasser in den Fließgewässern der Lausitz (Spree, Schwarze Elster), Ableitung von Maßnahmen, gutachterliche Begleitung der Maßnahmenumsetzung.
Flussgebiet	Grundwasserstands-monitoring in den Förderräumen	Monitoring des Grundwasserstandes in den Förderräumen Nochten-Reichwalde, Cottbus-Jänschwalde und Welzow-Süd der LE-B.
	Grundwasserbeschaffenheits-monitoring in den Förderräumen	Monitoring der Grundwasserbeschaffenheit in den Förder-räumen Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow-Süd der LE-B.
	Fließgewässermonitoring in den Förderräumen	Monitoring des Durchflusses und der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in den Förderräumen Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow-Süd der LE-B.
	Standgewässermonitoring in den Förderräumen	Monitoring des Wasserstandes und der Wasserbeschaffenheit von Standgewässern in den Förderräumen Nochten/Reich-walde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow-Süd der LE-B.
	Monitoring der Wasserbehandlungsanlagen	Monitoring der Wassermenge und der Wasserbeschaffenheit in den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LE-B.
	länderübergreifendes Eisen- und Sulfatmonitoring	Länderübergreifendes Monitoring der Sulfat- und Eisen-belastung der Spree durch die Bundesländer Sachsen und Brandenburg.
	Monitoring Talsperre Spremberg	Zeitlich hochauflösendes Sulfat- und Eisenmonitoring am Zu- und Ablauf der Talsperre Spremberg.
	Sulfatlaststeuerung Spree	Modellgestützte wassergütewirtschaftliche Steuerung der Abgaben aus Bergbaufolgeseen und Talsperren zur Einhaltung der Immissionszielwerte für Sulfat in der Spree.
	Sulfatlastminderung Spree	Minderung der Sulfatlast der Spree durch Überleitung sulfat-reichen Wassers aus der GWBA Tzschelln in das Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße.

Zuordnungs-ebene	Maßnahmenkomplex	Erläuterung
	HGM für die Förderräume	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb von hydrogeologischen Großraummodellen (HGM) für die Förderräume Nochten-Reichwalde, Cottbus-Jänschwalde und Welzow-Süd der LE-B.
	SBP Südraum Spree	Entwicklung und Umsetzung des Sonderbetriebsplanes Südraum der LMBV zur Minderung der Eisenbelastung der Spree zwischen Ruhlmühle und der Talsperre Spremberg und der Kleinen Spree zwischen Burghammer und der Mündung.
	Wasserwirtschaftliche Konzeptionen Spree	Entwicklung von Gesamtkonzepten zum Gewässerausbau, zur Wasserbehandlung und zur Nachsorge der Fließgewässer und Bergbaufolgeseen im Einzugsgebiet der Spree.
	Wasserwirtschaftliche Konzeptionen Schwarze Elster	Entwicklung von Gesamtkonzepten zum Gewässerausbau, zur Wasserbehandlung und zur Nachsorge der Fließgewässer und Bergbaufolgeseen im Einzugsgebiet der Schwarzen Elster.
Teilgebiet	(GWRA) WBA Vetschau	Konzeption, Bau, Betrieb und Optimierung der Wasserbehandlungsanlage (WBA) am Standort der ehemaligen GWRA Vetschau zur Minderung der Eisenbelastung im Vetschauer Mühlenfließ.
	WBA Eichow	Konzeption, Bau, Betrieb und Optimierung der Wasserbehandlungsanlage (WBA) Eichow zur Minderung der Eisenbelastung im Eichower Fließ.
	Wasserbehandlung Heide V/VI	Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur Wasserbehandlung in den Restlöchern Heide V und Heide VI einschließlich der Kippenfußdränage Hosena.
	Wasserbehandlung RL28/29	Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur Wasserbehandlung in den Restlöchern 28 und 29 in Schwarzheide.
	Reaktivierung GWRA Wüstenhain	Reaktivierung der ehem. GWRA Wüstenhain zur Behandlung des im Zwickel zwischen dem Greifenhainer Fließ und dem Neuen Buchholzer Fließ gefassten eisenreichen Grundwassers.
	Erweiterte Restlochkette	Wasserbau und Wasserbehandlung in/an den Bergbaufolgeseen der Erweiterten Restlochkette.
	Wasserhaltung Kippe Meuro	Wasserhaltung, Wasserbau und Wasserbehandlung im Bereich der Kippe Meuro.
	Radduscher Kahnfahrt	Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur Minderung der Eisenbelastung im Göritzer Mühlenfließ und der Radduscher Kahnfahrt.
	Eisenbelastung Kamske	Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur Minderung der Eisenbelastung im Unterlauf der Kamske.
	Horizontalfilterbrunnen Senftenberg/Brieske	Betrieb und Monitoring der Horizontalfilterbrunnen im Bereich Senftenberg/Brieske einschließlich Wasserbehandlung und Wasserabschlag.
	Horizontalfilterbrunnen Hoyerswerda	Betrieb und Monitoring der Horizontalfilterbrunnen im Bereich Hoyerswerda einschließlich Wasserbehandlung und Wasserabschlag.

Für den Untersuchungsraum wurden aus dem Datenbestand insgesamt 608 Bestandsmaßnahmen (vgl. Tabelle 8) mit direktem oder indirektem Bergbaubezug ermittelt. Nach Einschätzung des Gutachters haben davon 369 Bestandsmaßnahmen eine unmittelbare Relevanz für die bergbaubedingten Belastungen der Fließgewässer im Untersuchungsraum. Als nicht relevant wurden verworfene Maßnahmen (vgl. Tabelle 10), seit längerer Zeit abgeschlossene Maßnahmen (z. B. die abgeschlossene Flutung eines Bergbaufolgsees oder die Errichtung eines Wasserbauwerkes) sowie Maßnahmen ohne Belastungsbezug eingestuft. Einzelne abgeschlossene Bestandsmaßnahmen, die weiterhin wirksam sind (z. B. der Bau Wasserbehandlungsanlagen) oder deren Erkenntnisgewinn entscheidungsmaßgebend ist (z. B. ausgewählte P&D-Vorhaben), werden weiterhin mitgeführt. Der Großteil der nicht relevanten Bestandsmaßnahmen gehört zur Maßnahmenkategorie Landschafts- und

Wasserbau (vgl. Tabelle 11). In der Tabelle 14 ist die Gesamtanzahl der relevanten Bestandsmaßnahmen nach Maßnahmenkategorien und Bundesländern aufgegliedert.

Im Rahmen der Defizitanalyse wurden vom Gutachter zudem 142 Maßnahmen ergänzt, die bislang in den Maßnahmenlisten der fachlich Beteiligten nicht aufgeführt wurden (siehe Abschnitt 6). Davon sind 62 Maßnahmen dem Freistaat Sachsen und 80 dem Land Brandenburg zuzuordnen (Tabelle 14).

Insgesamt werden 511 Maßnahmen (Bestandmaßnahmen und ergänzte Maßnahmen) mit unmittelbarer Relevanz für die bergbaubedingten Belastungen der Fließgewässer im Untersuchungsraum in der Maßnahmendatenbank geführt (Tabelle 14). Sämtliche relevanten technischen Maßnahmen sind in einer Übersichtskarte in der Anlage 4 dargestellt.

Tabelle 14: Anzahl der ermittelten relevanten Bestandsmaßnahmen (B) und ergänzte Maßnahmen (E) mit direktem oder indirektem Bergbaubezug aufgeschlüsselt nach Maßnahmenkategorien und den Bundesländern Sachsen und Brandenburg.

Maßnahmengruppe	Maßnahmenkategorie	Anzahl der Maßnahmen in Sachsen B + E	Anzahl der Maßnahmen in Brandenburg B + E
Wasser-bewirtschaftungs-maßnahmen	Wassereinleitung zur Stützung	10 + 2	24 + 1
	Fremdflutung und Nachsorge	3 + 1	7 + 1
	Wassermengensteuerung	0 + 5	0 + 3
	Wasserüberleitung	3 + 2	3 + 2
	Hydraulische Barrieren	2 + 0	2 + 0
	Wasserhaltung	0 + 1	25 + 3
	Wasserfassung	3 + 1	0 + 1
	Wassergütesteuerung	3 + 3	0 + 2
Bau- und Unter haltungsmaßnahmen	Landschafts- und Wasserbau	1 + 0	62 + 3
	Gewässerunterhaltung	0 + 0	6 + 5
Wasserbehandlungs-maßnahmen	Wasserbehandlung in Anlagen	7 + 6	6 + 6
	Inlake-Wasserbehandlung	2 + 1	15 + 1
	Naturräumliche Wasserbehandlung	0 + 4	1 + 4
	Untergrundwasserbehandlung	1 + 0	0 + 0
Konzeptionelle Maßnahmen	Forschung und Entwicklung (F&E)	0 + 0	0 + 0
	Pilot- & Demovorhaben (P&D)	1 + 0	1 + 4
	Studien und Konzepte	6 + 15	15 + 15
	Modellierung	8 + 4	26 + 5
	Erkundung	2 + 4	1 + 3
	Monitoring	34 + 10	74 + 16
Organisatorische Maßnahmen	Organisation und Abstimmung	15 + 3	0 + 5
Gesamtanzahl der Maßnahmen im Bundesland		101 + 62	268 + 80
Gesamtanzahl der Maßnahmen im Untersuchungsraum		**369 + 142**	

3.4 Gewässerdatenblätter

Zur Dokumentation und Darstellung der allgemeinen hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, der bergbaulichen Einflussgrößen und der Belastungssituation in den berichtspflichtigen und nicht berichtspflichtigen Fließgewässern in den Teilgebieten des Untersuchungsraums (siehe Tabelle 3 und Bild 2) wurden in LBGR (2018) Gewässerdatenblätter entwickelt. Der gegenwärtige Bearbeitungsstand der Inhalt der Gewässerdatenblätter ist in der Tabelle 15 aufgeführt. In Anlage 5 ist das Gewässerdatenblatt für das Teilgebiet Greifenhainer Fließ exemplarisch dargestellt.

Tabelle 15: Struktur und Inhalte der Gewässerdatenblätter.

Nr.	Tabelle	Inhalte	Bemerkungen
1	Allgemeine Angaben zum Teilgebiet	OWK OWK-Bezeichnung GWK GWK-Bezeichnung	Hauptfließ des Teilgebietes Nebenfließe, berichtspflichtig und nicht berichtspflichtig
2	Übersichtskarte des Teilgebietes	Grenze des Teilgebietes Gewässernetz Oberflächenwasserkörper Ortschaften Grenzen der Bundesländer	
3	Beschreibung des Teilgebietes	Verbale Beschreibung der wesentlichen Landschaftselemente und des Bergbaueinflusses, ggf. administrative Grenzen	
4	Stammdaten zu den Fließgewässern	OWK OWK-Bezeichnung Beginn Fluss-km Ende Fluss-km Länge in km EZG Fläche in km² Gewässertyp nach LAWA Gewässerkategorie nach EG-WRRL	 sofern verfügbar (NWB, HMWB, AWB)
5	Messstellen	OWK OWK-Bezeichnung Messstellen-Code Station Fluss-km Lagebeschreibung Daten: ▪ zum Durchfluss ▪ zur Hydrochemie ▪ zum Sediment Betreiber	 mit Angaben zum Datenniveau und der Datenverfügbarkeit
6	Relevante Gewässernutzer bzw. Wechselwirklungen mit dem Grundwasser	Fließgewässer Station bzw. Abschnitt Fluss-km am übergeordneten Fließ: ▪ Anfang ▪ Ende Betreiber bzw. Zuständigkeit Art der Nutzung bzw. Wechselwirkung Art der Beeinflussung	 Einleitung, Entnahme, diffuse Zutritte, Versickerung Durchfluss, Sulfat, Eisen
7	Zustand der Fließgewässer und Belastungsfaktoren	OWK OWK-Bezeichnung Ökologischer Zustand Chemischer Zustand Belastungsfaktoren mit direkter oder indirekter Bergbaurelevanz	

Nr.	Tabelle	Inhalte	Bemerkungen
8	Vorhandene Maßnahmen des Bergbaus zur Minderung der Belastungen	Lfd. Nr. OWK und OWK-Bezeichnung Station bzw. Abschnitt Fluss-km Nr. der Maßnahme aus MNP Nr. nach LAWA Bezeichnung der Maßnahme Betreiber bzw. Zuständigkeit Wirkungsentfaltung: ▪ Durchfluss ▪ Sulfat ▪ Eisen	Für die Kartendarstellung
9	Lokalisierung der Maßnahmen	Kartendarstellung mit lfd. Nr. aus Nr. 8	
10	Zustand der Fließgewässer: Versauerung	Statistik ausgewählter Messstellen *) Ganglinien ausgewählter Messstellen *) Karte mit kolorierten Flussabschnitten	siehe Tabelle 16
11	Zustand der Fließgewässer: Sulfat	Statistik ausgewählter Messstellen *) Ganglinien ausgewählter Messstellen *) Karte mit kolorierten Flussabschnitten	siehe Tabelle 17
12	Zustand der Fließgewässer: Eisen	Statistik ausgewählter Messstellen *) Ganglinien ausgewählter Messstellen *) Karte mit kolorierten Flussabschnitten	siehe Tabelle 18

*) die Auswahl der Messstellen erfolgt nach Datenverfügbarkeit und nach Relevanz für die jeweilige Belastung

Die Inhalte der Gewässerdatenblätter speisen sich aus dem im Rahmen des Projektes zusammengeführten und aufbereiteten Datenbestand, siehe dazu Abschnitte 3.1, 3.2 und 3.3 sowie LBGR (2018). Der Datenbestand wird im Laufe der Projektbearbeitung aktualisiert und qualifiziert. Die **Gewässerdatenblätter** wurden deshalb in der maschinenlesbaren Auszeichnungssprache HTML (Hyper Text Markup Language) erzeugt. Damit ist eine plattformunabhängige Darstellung der Datenblätter in jedem am Markt verfügbaren Webbrowser (z. B. Modzilla Firefox, Apple Safari, Microsoft Edge) möglich. Die Gewässerdatenblätter liegen derzeit als lokales Projekt vor. Perspektivisch sollen die Gewässerdatenblätter im Internet verfügbar gemacht werden.

Neben den tabellarisch dargestellten Inhalten enthalten die Gewässerdatenblätter **Kartendarstellungen** zum Teilgebiet, zur Lokalisierung von Maßnahmen sowie zur Charakterisierung der Belastungssituation der Fließgewässer (Tabelle 15). Zur anschaulichen Darstellung der abschnittsweisen Belastungssituation in den Fließgewässern des jeweiligen Teilgebietes wurde in LBGR (2018) eine an die OGewV (2016) angelehnte fünfstufige Kategorisierung für die bergbaurelevanten Kennwerte pH-Wert, Sulfat und Eisen entwickelt (siehe Tabelle 16, Tabelle 17 und Tabelle 18). Die grundlegende Methodik zur Ermittlung der abschnittsweisen Belastung ist in LBGR (2018) dokumentiert.

Tabelle 16: Kategorisierung des pH-Wertes (mittleres Jahresminimum entsprechend OGewV (2016) in den Fließgewässern für die Kartendarstellungen in den Gewässerdatenblättern.

Klasse	Wertebereich	Begründung für den Wertebereich
1	> 6,5	i. d. R. Hydrogenkarbonatpuffer
2	4,5 … 6,5	Schwacher Hydrogenkarbonatpuffer. Instabiler Übergangsbereich. In OWK selten.
3	3,5 … 4,5	Aluminiumpuffer
4	2,8 … 3,5	Eisenpuffer (Eisenhydroxid)
5	< 2,8	Eisenpuffer (Schwertmannit)

Tabelle 17: Kategorisierung der Sulfatkonzentration (arithmetisches Mittel entsprechend OGewV (2016) in den Fließgewässern für die Kartendarstellungen in den Gewässerdatenblättern.

Klasse	Wertebereich	Begründung für die oberen Klassengrenzen
1	< 125	Natürliche Hintergrundwerte in den Fließgewässern des Untersuchungsraums
2	125 … 250	Trinkwassergrenzwert nach TrinkwV und Schwellenwert nach GrwV Anlage 2
3	250 … 600	Betonaggressivität DIN EN 206-1 (2004) Klasse XA1 schwach angreifend
4	600 … 1.400	Untergrenze für das Sättigungsgleichgewicht von Gips in destilliertem Wasser
5	> 1.400	---

Tabelle 18: Kategorisierung der Eisenkonzentration (arithmetisches Mittel entsprechend OGewV (2016) in den Fließgewässern für die Kartendarstellungen in den Gewässerdatenblättern.

Klasse	Wertebereich	Begründung für die oberen Klassengrenzen
1	< 1,0	Hintergrundwerte der Eisenbelastung
2	1,0 … 1,8	Orientierungswert für Fließgewässer-OWK nach Anlage 7 OGewV
3	1,8 … 3,0	Ohne
4	3,0 … 10	Ohne
5	> 10	Ohne

4 Verursacheranalyse

4.1 Historische Entwicklungen (bis 1990)

Die erste Braunkohlengrube der Lausitz wurde zwischen 1805 und 1809 östlich von Guben betrieben. Die nächsten Abbauversuche des 1. Lausitzer Flözes erfolgten 1815 auf der Klettwitzer Hochfläche bei Kostebrau. Erst zwischen 1840 und 1850 setzt der Braunkohlenabbau (1. und 2. Miozäner Flözkomplex) in der Lausitz im größeren Umfang ein. Anfänglich wurde die Braunkohle dabei zunächst im Handbetrieb mit Abgrabungen und der Anlage von Kleinsttagebauen am Flözausstrich, später auch im Tiefbau gewonnen. Im Jahr 1894 gingen die ersten öffentlichen Elektrizitätswerke in der Oberlausitz in Betrieb. Anfang des 20. Jahrhunderts nahmen die Braunkohlengewinnung und -nutzung industrielle Maßstäbe an. In dieser Zeit orientiert sich der Braunkohlenabbau vom 1. Miozänen Flözhorizont auf den großflächig ausgebildeten 2. Miozänen Flözhorizont um. Die Gewinnung erfolgt seit Anfang des 20. Jahrhunderts vorzugsweise im Tagebaubetrieb. Die Tagebaue, in welchen nach 1945 die Kohlen des 2. Miozänen Flözhorizontes abgebaut wurden, sind in Bild 3 dargestellt. In der Braunkohlengrube Agnes bei Plessa wurde 1924 die erste Abraumförderbrücke der Welt in Betrieb genommen. Die Verkippung des Abraums erfolgt seitdem bevorzugt in den Tagebaurestlöchern als sogenannte Innenkippen, Vulpius (2015).

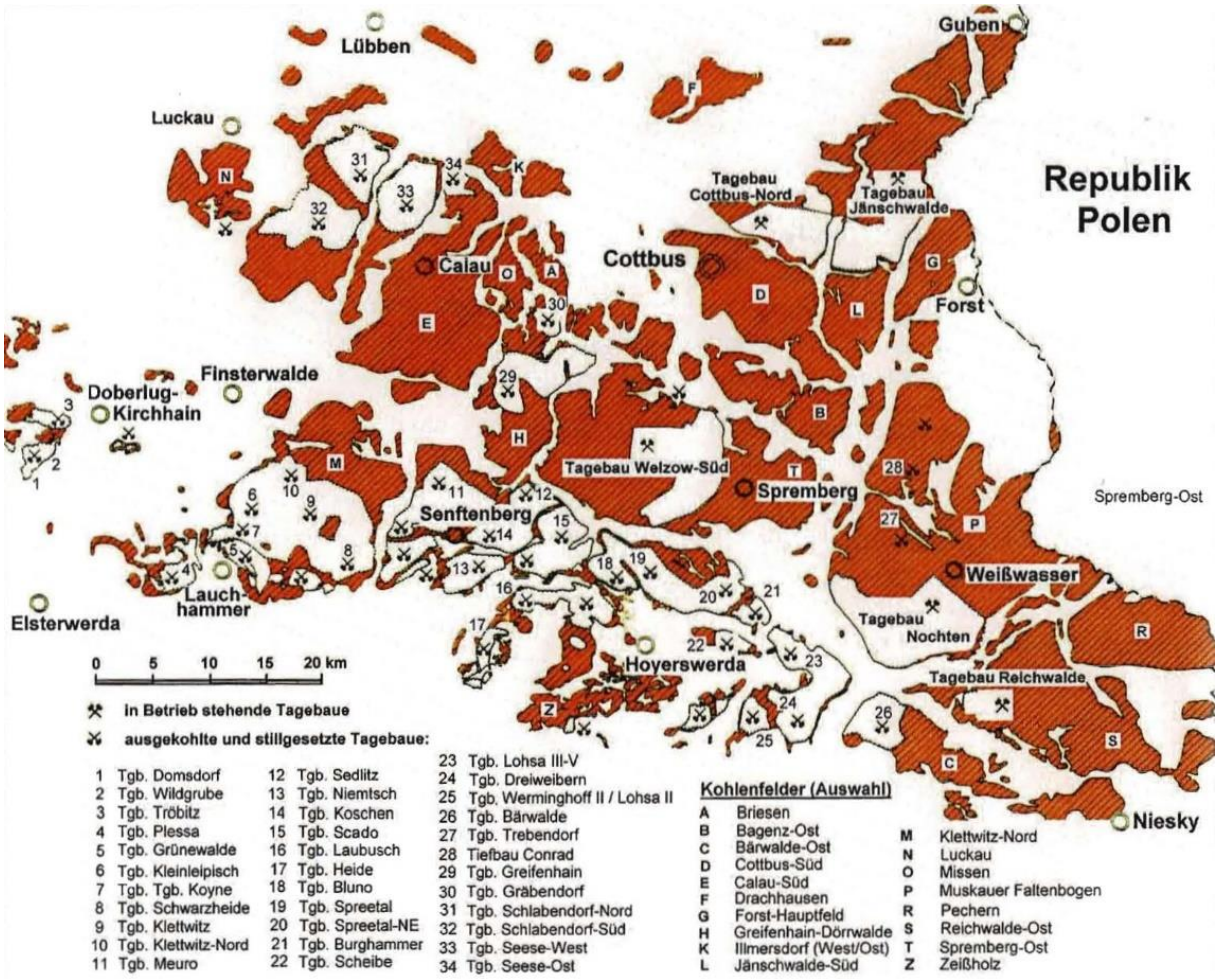


Bild 3: **Verbreitung des 2. Lausitzer Flözhorizontes und der Braunkohlentagebaue im Niederlausitzer Braunkohlenrevier, nach Vulpius (2015).**

Seit den 1920er Jahren bis zur politischen Wende im Jahr 1990 wurden im Niederlausitzer Braunkohlenrevier ständig neue Braunkohlentagebaue aufgeschlossen. Die Tabelle 19 gibt einen Überblick über die Tagebaue, die seit 1910 im Lausitzer Revier entstanden sind. Die Braunkohle war der wichtigste Primärenergieträger der DDR-Volkswirtschaft. Die Sanierung der ausgekohlten Tagebaue hielt jedoch nicht Schritt mit den Aufschlüssen neuer Tagebaue. Häufig wurden benachbarte Tagebaue zur Aufnahme der Aufschlussmassen neuer Tagebaue genutzt, Pflug (1998).

Tabelle 19: Chronologie von Aufschluss, Nutzung und Sanierung von Braunkohlentagebauen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier, nach LMBV (2020) und Ostkohle (2020).

Tagebau	Beginn der Sümpfung	Beginn des Abraumabtrags	Beginn der Kohleförderung	Ende der Kohleförderung	Beginn der Flutung	Ende der Flutung	Bezeichnung der Bergbaufolgeseen
Gewinnungsbergbau							
Jänschwalde	1970	1974	1976	2023	k.A.	k.A.	Klinger See, Taubendorfer See, Koloniesee, Heinersbrücker See
Nochten	1960	1968	1973	2038	k.A.	k.A.	Hermansdorfer See, Mühlroser See
Reichwalde	1980	1985	1987	2038			Reichwalder See
Welzow-Süd	1959	1962	1966	k.A.			
Sanierungsbergbau							
Bärwalde	1971	1973	1976	1992	1997	2009	Speicherbecken Bärwalde
Beutersitzer Kohlenwerke	k.A.	1857	1857	1934	---	---	---
Burghammer	1957	1959	1963	1973	1997	2009	Bernsteinsee
Cottbus-Nord	1975	1978	1981	2015	2019	k.A.	Cottbuser Ostsee
Dreiweibern	1963	1981	1984	1989	1996	2002	Speicherbecken Dreiweibern
Erika/ Laubusch	k.A.	1917	1918	1962	1962	1970	Erika-See
Heide	k.A.	1909	k.A.	1968	k.A.	k.A.	RL Heide V, RL Heide VI
Zeißholz	1908	1910	1911	1934	k.A.	k.A.	RL Zeißholz
Friedländer/ Anna-Süd	1919	1919	1921	1947	---	---	---
Gräbendorf	1979	1981	1984	1992	1996	2007	Gräbendorfer See
Greifenhain	1935	1936	1937	1994	1998	2026	Altdöberner See
Hansa	k.A.	1902	1902	1958	---	---	---
Klettwitz	1949	1951	1951	1991	---	---	---
Klettwitz-Nord	1981	1984	1988	1992	2001	2014	Bergheider See
Koschen	1951	1953	1955	1972	2004	2013	Geierswalder See
Koyne/ Kleinleipisch	1910	1910	1912	1968	1992	2018	Grünhauser See-West, Grünhauser See-Ost, Heidesee, Kleinleipischer See, Koynesee

Tagebau	Beginn der Sümp-fung	Beginn des Abraum-abtrags	Beginn der Kohle-förde-rung	Ende der Kohle-förde-rung	Beginn der Flutung	Ende der Flutung	Bezeichnung der Bergbaufolgeseen
Grünewald	k.A.	1950	1954	1962	k.A.	k.A.	Koloniesee, Großer Woobergsee, Kleiner Woobergsee, Grünewalder Linse, Seewaldsee, Grünewalder Lauch Ostfeld, Grünewalder Lauch Ostfeld
Plessa	k.A.	k.A.	1897	1958	k.A.	k.A.	Grüner See, Tongrube Plessa 108/109
Schwarzheide	k.A.	k.A.	1905	1955	k.A.	k.A.	Ferdinandsteich, Südteich, Salzteich, Nauendorfer See
Meuro	1958	1960	1965	1999	2007	2019	Großräschener See, Meuroer See
Meuro-Süd	1906	1907	1908	1949	---	---	Kabelbaggerteich, Wildschweinteich, Fabrikteich
Niemtsch	1940	1941	1945	1966	1967	1972	Speicher Niemtsch
Scheibe	1982	1984	1985	1996	2002	2011	Scheibe See
Schlabendorf-Nord	1957	1959	1961	1977	1999	2011	Lichtenauer See, Hindenberger See, Stöbritzer See, Stoßdorfer See
Schlabendorf-Süd	1972	1974	1976	1990	1999	2012	Stiebsdorfer See, Drehnaer See, Schlabendorfer See
Sedlitz	1921	1926	1928	1980	2006	Nach 2021	Sedlitzer See
Seese-Ost	1981	1983	1987	1996	2000	2013	Bischdorfer See, Kahnsdorfer See
Seese-West	1960	1962	1945	1977	1997	2008	Schönfelder See, Redlitzer See, Kittlitzer See, Buckower Seen, Seeser Seen
Skado	1939	1939	1940	1977	2004	2015	Partwitzer See
Spreetal	k.A.	k.A.	1908	1983	2005	2023	Blunoer Südsee, Sabrodter See, Bergener See
Spreetal-Nordost	1978	1980	1982	1991	1998	2023	Spreetaler See
Bluno	1953	1955	1958	1974	2002	2023	Neuwieser See
Werminghoff I	1913	1916	1917	1945	1945	1945	Knappensee, Graureiher See
Werminghoff II	1933	1935	1938	1960	1967	1971	Silbersee, Mortkasee
Werminghoff III/ Lohsa	1946	1950	1952	1984	1997	2016	Speicherbecken Lohsa II

Die Braunkohlengewinnung im Tagebaubetrieb setzt eine Entwässerung des Deckgebirges und der Kohlenflöze voraus. Die Entwässerung muss vorauslaufend an der Kontur der Abbaufelder und im Kohlenfeld selbst erfolgen. Bis in die 1960er Jahre dominierten die Strecken- und Schachtentwässerung. Mit dem Fortschritt der Bohr- und Pumpentechnik

setzte sich schließlich die Entwässerung mittels Vertikalfilterbrunnen durch, Jolas et al. (2009).

Die Entwässerung der Braunkohlenlagerstätten führte zur Absenkung des Grundwasserspiegels in der näheren und weiteren Umgebung der Tagebaue. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung wird durch die geologischen Bedingungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier begünstigt. Die überwiegend horizontale Lagerung der Braunkohlenflöze und der Deckgebirgsschichten, die tiefen pleistozänen Rinnen mit ihren hydraulisch überwiegend gut durchlässigen pleistozänen Sedimenten sowie die beständige Zunahme der Abbau- und damit der Entwässerungstiefen führten zu einer ständigen Ausdehnung der einzelnen Grundwasserabsenkungstrichter. Diese vereinigten sich in den 1970er Jahren zu einer zusammenhängenden Kontur, dem sogenannten Lausitzer Löwen. Die größte Ausdehnung erreichte dieser mit einer Fläche von etwa 2.000 km^2 Anfang der 1990er Jahre (Abschnitt 4.4). Das summarische Grundwasserdefizit im Niederlausitzer Braunkohlenrevier wurde zum Stichtag Anfang der 1990er Jahre auf 13 Mrd. m³ geschätzt.

Zur Begrenzung der grenzüberschreitenden Grundwasserabsenkung wurde die Dichtwandtechnik entwickelt. Die ersten Dichtwände wurden Ende der 1970er Jahre in den Tagebauen Berzdorf und Jänschwalde jeweils zur Neiße hin gebaut.

Zum Aufschluss der einzelnen Braunkohlenfelder mussten streckenweise Flüsse verlegt werden. Die Flüsse wurden dabei meist begradigt. Nur in Einzelfällen erfolgte nach Einstellung der Kohlenförderung eine Rückverlegung der Flüsse in das alte Flussbett bzw. ist diese in der Sanierungsplanung vorgesehen (Tabelle 20).

Tabelle 20: Verlegungsabschnitte von Flüssen und Fließen durch den Braunkohlenbergbau im Lausitzer Braunkohlenrevier.

Tagebau	Fluss	Abschnitt	Status	Länge
Bärwalde	Spree	Zwischen Uhyst und Bärwalde (Spreeknie bei Uhyst)	Verlegung	8,0 km
	Schulenburgkanal	Zwischen Klitten und der Einmündung in das Dürrbacher Fließ	Verlegung und Umleitung in den Bärwalder See.	1,6 km
	Dürrbacher Fließ	Im Bereich der Einmündung in das frühere Jahmener Fließ	Überbaggerung	ca. 1 km
	Jahmener Fließ	Unterlauf bis Einmündung in die Spree	Überbaggerung und Umleitung des Oberlaufs in in den Schwarzen Schöps.	ca. 1,5 km
Reichwalde	Weißer Schöps	Zwischen Rietschen und der Einmündung in den Schwarzen Schöps bei Kringelsdorf	Verlegung und zeitweilige Nutzung als Grubenwasserableiter. Im Jahr 2015 Rückverlegung annähernd in das alte Flussbett.	11,5 km
Nochten	Spree	Zwischen der Einmündung des Schwarzen Schöps und dem Wehr Tzschelln	Verlegung	3,5 km
Werminghoff II	Kleine Spree	Zwischen Lohsa und Weißkollm	Verlegung	5,1 km
Scheibe	Kleine Spree	Zwischen Tiegling und Burg	Verlegung und Begradigung	5,3 km

Tagebau	Fluss	Abschnitt	Status	Länge
Cottbus-Nord	Tranitz	Zwischen dem Wehr Kathlow und Bärenbrück	Verlegung und Begradigung zwischen den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde. Ausbau und Nutzung als Grubenwasserableiter für die Tagebau Cottbus-Nord und Jänschwalde.	ca. 5 km
	Verlegte Tranitz	Zwischen dem Wehr Kathlow und der Einmündung in die Spree	Neubau als Betongerinne zur Ableitung von Hochwasserspitzen der Tranitz.	ca. 5,5 km
Jänschwalde	Malxe	Zwischen Mulknitz und Heinersbrück.	Überbaggerung und Umleitung des Mittellaufs zur Lausitzer Neiße (Malxe-Neiße-Kanal).	ca. 7 km
Niemtsch Spreetal	Schwarze Elster	Zwischen Neuwiese und Brieske.	Verlegung und Begradigung in der Elsteraue.	ca. 23 km
Greifenhain	Buchholzer Fließ	Gewässerabschnitt am Tagebau Greifenhain.	Verlegung und Begradigung östlich um den Tagebau Greifenhain.	ca. 6 km
Gräbendorf	Greifenhainer Fließ	Zwischen Reddern und Wüstenhain.	Ersatzlose Überbaggerung und Einbindung des Oberlaufs in den Gräbendorfer See.	ca. 2 km
Seese-West	Kleptna	Zwischen Mlode und Schönfeld.	Ersatzlose Überbaggerung und Umbindung des Oberlaufs über den Saßlebener Ableiter zum Göritzer Mühlenfließ.	ca. 7 km
Schlabendorf-Nord	Dobra	Zwischen Tugam und Mallenchen.	Umleitung um den Tagebau Schlabendorf-Süd.	ca. 2 km
		Zwischen Bathow und Schönfeld.	Begradigung zwischen den Tagebauen Seese-West und Schlabendorf-Nord und Nutzung als Grubenwasserableiter.	ca. 6 km

Da die Braunkohle ab den 1940er Jahren zu einem beträchtlichen Teil für die Verstromung genutzt wurde, mussten die Kraftwerke mit Kühlwasser versorgt werden. Die Entnahme des Kühlwassers erfolgte aus den örtlichen Fließgewässern oder durch die Zuführung von Sümpfungswasser aus den benachbarten Tagebauen (Tabelle 21). Die verlegten Flussabschnitte wurden häufig zu Grubenwasserableitern ausgebaut und als solche genutzt. Eine stabile Wasserversorgung für die Kraftwerke aus den Fließgewässern wurde dadurch gesichert, indem stromoberhalb Sümpfungswasser eingeleitet wurde. Außerdem geht der Bau der Talsperren Bautzen, Quitzdorf und Spremberg primär auf die Bedürfnisse der Wasserversorgung der Braunkohlenkraftwerke zurück.

Tabelle 21: Kühlwasserressourcen der Braunkohlenkraftwerke im Niederlausitzer Braunkohlenrevier.

Kraftwerk	Betrieb	Installierte Kraftwerks-leistung	Kühlungswasser-ressource	Besonderheiten
		MW		
Boxberg	Seit 1971	3.520	Schwarzer Schöps	Stromoberhalb Einleitung von Sümpfungs-wasser aus der GWRA Kringelsdorf. Gestützt durch die Talsperre Quitzdorf.
			Spree	Gestützt durch die Talsperre Bautzen.
Schwarze Pumpe	Seit 1996	1.600	Sümpfungswasser aus dem Tagebau Nochen	
			Sümpfungswasser aus dem Tagebau Welzow-Süd	
Trattendorf	1917-1996	450	Spree	Wasserentnahme aus der fließenden Welle.
Jänschwalde	Seit 1981	3.000	Sümpfungswasser aus den Tagebauen Jänschwalde und Cottbus-Nord	
Lübbenau	1959-1996	1.300	Spree	Wasserentnahme aus der fließenden Welle.
Vetschau	1964-1996	1.200	Spree	Wasserentnahme aus der fließenden Welle.
Plessa	1927-1992	54	Tiefbrunnen und Schwarze Elster	

Der mittlere Kühlwasserbedarf für die Kraftwerke beträgt etwa 0,5 m³/s auf ca. 1.000 MW installierter Kraftwerksleistung.

Mit dem Auslaufen der ersten Großtagebaue entstand sukzessive ein substanzieller Wasserbedarf für die Flutung der Restlöcher. Als erster wurde der Großtagebau Werminghoff (Knappensee) geflutet. Die Flutung erfolgte anfangs durch Grundwasserwiederanstieg und in den Wirren der Nachkriegszeit unkontrolliert infolge eines Hochwassers. Die erste kontrollierte Flutung mit Oberflächenwasser erfolgte im Tagebau Niemtsch (Senftenberger See) von 1967 bis 1972. Das Wasser wurde aus der Schwarzen Elster zugeführt. Weitere Flutungen begannen in den 1980er Jahren in den Tagebauen Bluno (Neuwieser See), Koschen (Geierswalder See) und Skado (Partwitzer See) zunächst durch Wiederanstieg des Grundwassers. Anfang der 2000er Jahre wurde Flutungswasser aus der Schwarzen Elster eingeleitet. Die Zielwasserstände des Geierswalder und des Partwitzer Sees wurden in den Jahren 2013 und 2015 erreicht. Die Flutung des ehemaligen Tagebaus Bluno soll 2023 abgeschlossen sein.

Die Prozesse der Pyritverwitterung, Verockerung und Versauerung im Zusammenhang mit der Wasserhaltung in Braunkohlengruben waren bereits in den 1920er Jahren bekannt. Aus dieser Zeit sind erste Fischsterben in kleinen Fließen und nachteilige Beschaffenheitsveränderungen in Flachbrunnen dokumentiert. Die Probleme waren jedoch lokal begrenzt.

Der Braunkohlenbergbau hat bereits in frühen Entwicklungsphasen zu deutlichen Eingriffen in den Gebietswasserhaushalt geführt insbesondere durch:

- die Veränderung des Zuschnitts der oberirdischen Einzugsgebiete: Flächenverluste oder -zugewinne,
- die Lage des nachbergbaulichen Grundwasserspiegels im Vergleich zum vor-bergbaulichen als Bereiche mit dauerhafter Restabsenkung oder Vernässung,
- veränderte hydrogeologische Eigenschaften des Untergrundes infolge der Entstehung von Innenkippen, Außenhalden und Bergbaufolgeseen,
- veränderte Gewässerverläufe und -eigenschaften: Ausbaustrecken, Verlegestrecken und Sohldichtungen,
- veränderte hydrologische Eigenschaften: verringerter, erhöhter und/oder (durch Speicherbewirtschaftung) vergleichmäßigter Durchfluss sowie
- bergbaulich veränderte hydrochemische Eigenschaften der Fließgewässer.

4.2 Aktuelle Entwicklungen (1990-2019)

Im Jahr 1989 waren im Lausitzer Braunkohlenrevier 17 Großtagebaue in Betrieb, von denen die meisten bereits kurz nach der Wiedervereinigung Deutschlands stillgelegt wurden, Pflug (1998). Das war die bedeutendste Zäsur der neuzeitlichen Entwicklung des Braunkohlenbergbaus in der Lausitz. Im Zuge der Privatisierung der Braunkohlenindustrie (Bergbau und Energiegewinnung) wurde im Jahr 1994 mit der Verschmelzung der Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (MBV) und Lausitzer Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LBV) das bundeseigene Unternehmen, die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) mit Sitz in Senftenberg, gegründet. Aufgaben des bundeseigenen Unternehmens LMBV sind der Abschluss des nicht privatisierten auslaufenden Braunkohlenbergbaus, die Bewältigung der Bergbaualtlasten sowie die Verwertung der sanierten Liegenschaften, kurz: der sogenannte Sanierungsbergbau. Die LMBV ist mit der Bewältigung der Sanierungsdefizite der DDR-Braunkohlenindustrie befasst.

Die privatisierte Braunkohlenindustrie wurde in der Lausitz zunächst von der LAUBAG betrieben. Im Jahr 2001 erfolgte ein Eigentümerwechsel an den schwedischen Staatskonzern Vattenfall Europe Mining and Generation. Im Jahr 2016 wurden die Braunkohlentagebaue und Kraftwerke in der Niederlausitz von der LEAG, einem gemeinsamen Unternehmen der tschechischen EPH-Gruppe und deren Finanzpartner PPF Investments, übernommen. Die LEAG gliedert sich in die Sparten Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) für die Kohlengewinnung und Lausitz Energie Kraftwerke AG (LE-K) für die Verstromung und Veredlung.

Von der LE-B werden derzeit im Lausitzer Braunkohlenrevier vier Tagebaue betrieben: die Tagebaue Nochten, Reichwalde, Welzow-Süd und Jänschwalde. Ende 2015 wurde der Tagebau Cottbus-Nord planmäßig stillgelegt. Nach den notwendigen vorbereitenden Arbeiten wurde im April 2019 mit der Flutung begonnen. Aus dem Tagebau Cottbus-Nord soll der Cottbuser Ostsee entstehen.

Auf der Grundlage der Vorschläge der überparteilichen sogenannten Kohlekommission (2019) erfolgt derzeit eine Anpassung der Laufzeiten der einzelnen Kraftwerke und Braunkohlentagebaue. Der Bund will mit dem sogenannten „Kohlekompromiss“ den energie- und klimapolitischen Strukturwandel gestalten. Der sieht vor, dass Deutschland spätestens im Jahr 2038 aus der Braunkohlenverstromung endgültig aussteigt.

Wesentliche **Aufgaben des Sanierungsbergbaus und des Gewinnungsbergbaus**, der früher oder später mit der gleichen Situation konfrontiert ist, sind:

- die Endgestaltung der Bergbauflächen für Nachnutzungen verschiedener Art,
- die Kippenstabilisierung,
- die Begleitung des Grundwasserwiederanstiegs und die Abwehr daraus resultierender Gefahren,
- die Restlochflutung,
- die Herstellung funktionaler Vorflutverhältnisse,
- wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Herstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes,
- die Herstellung einer Wasserbeschaffenheit in den Bergbaufolgeseen, die den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie gerecht wird, und
- Nachsorgemaßnahmen zur Sicherung der vorgenannten Zielstellungen.

Besondere Herausforderungen für den Sanierungsbergbau sind:

- Rutschungen und Setzungen insbesondere von Innenkippen,
- die Vernässung umliegender Flächen infolge des Grundwasserwiederanstiegs,
- die Wasserverfügbarkeit für die Flutung und für die wasserwirtschaftliche Nachsorge,
- die Versauerung von Bergbaufolgeseen,
- diffuse Stoffeinträge in die Fließgewässer (Verockerung),
- der Stoffeintrag aus Anlagen in die Fließgewässer (Sulfat) und
- der Stoffeintrag aus Bergbaufolgeseen in die Fließgewässer (Sulfat, Eisen und Versauerung).

Die Einleitungen des Bergbaus in die Oberflächengewässer sind wasserrechtlich geregelt. Für Grubenwasserbehandlungs- (LE-B) bzw. Grubenwasserreinigungsanlagen (LMBV) wurden Emissionswerte wie folgt festgelegt (Tabelle 22):

Tabelle 22: Überwachungswerte der Ausleitungen aus Wasserreinigungs- bzw. Wasserbehandlungsanlagen des Braunkohlenbergbaus in Fließgewässer.

Maßnahme	Träger	Aufnehmendes Gewässer	pH-Wert	Eisen-gesamt	Eisen-gelöst
			-	mg/L	mg/L
GWBA Kringelsdorf	LE-B	Schwarzer Schöps	6,5-8,5	≤ 3	≤ 1
GWBA Tzschelln	LE-B	Spree	6,5-8,5	≤ 3	≤ 2
GWBA Schwarze Pumpe	LE-B	Spree (1)	6,5-9,0	≤ 3	≤ 1
GWBA Jänschwalde	LE-K	Malxe	6,0-8,8	≤ 2	≤ 1
GWBA Am Weinberg	LE-B	Steinitzer Wasser, Döbberner Graben, Petershainer Fließ, Hühnerwasser	6,5-8,5	≤ 3	≤ 1
GWVBA Trebendorf	LE-B	Ökowasserzuführung FFH-Gebiet „Altes Schleifer Teichgelände“	---	≤ 3	---
GWRA Rainitza	LMBV	Rainitza; Ökowasser Cunersdorfer und Rahnsdorfer Fließ	6,0-8,5	≤ 3	≤ 1
GWRA Pößnitz	LMBV	Pößnitz	6,0-8,5	≤ 5 (2)	≤ 2 (2)
			6,0-8,5	≤ 3 (3)	≤ 1 (3)
WBA Vetschau	LMBV	Vetschauer Mühlenfließ	6,0-8,5	≤ 3	≤ 1
WBA Plessa	LMBV	Hammergraben	6,5-8,5	≤ 3	---

(1) Indirekteinleiter, (2) für Zeitraum der Anlagenertüchtigung, (3) nach Anlagenertüchtigung

Eisen kann durch die Wasserbehandlung in technischen Anlagen überwiegend zuverlässig entfernt werden, siehe LBGR (2020b). Die mittleren Einleitwerte für Eisen aus den in der Tabelle 22 genannten Anlagen liegen meist deutlich unter den genehmigten Überwachungswerten (≙ Emissionswerte).

Die Sulfatbelastung in den betroffenen Fließgewässern des Untersuchungsraumes stammt überwiegend von dem in den Grubenwasserbehandlungs- bzw. Grubenwasserreinigungsanlagen (GWBA bzw. GWRA) behandelten Sümpfungswasser, IWB (2015). Mit dem Fortschritt der Flutung und der Ausleitung von Bergbaufolgeseen in die Fließgewässer nimmt deren Anteil an der Sulfatbelastung zu, IWB (2015). Für das Reinwasser der GWBA bzw. GWRA werden keine Überwachungswerte für Sulfat festgelegt, da Sulfat nach dem Stand der Technik mit verhältnismäßigen Mitteln nicht aus dem Wasser entfernt werden kann, LBGR (2020b). Die Sulfatbelastung der Fließgewässer kann aber durch Wassergütebewirtschaftung beeinflusst werden (Abschnitt 6.3.1).

Im Unterschied zu kommunalen Kläranlagen dominieren die Einleitungen der bergbaulichen Wässer häufig den Volumenstrom in den aufnehmenden Fließgewässern. Bei den Öko-

wassereinleitungen besteht der Volumenstrom der aufnehmenden Fließgewässer meist ausschließlich aus den eingeleiteten bergbaulichen Wässern. In diesem Fall entsprechen die Emissionswerte der Wasserbehandlungsanlagen den Immissionswerten in den aufnehmenden Fließgewässern.

Im Unterschied zum Sulfat stammt die Eisenbelastung der Fließgewässer im Untersuchungsraum überwiegend nicht aus dem Gewinnungsbergbau, IWB (2016). Die Eisenbelastung der Fließgewässer entsteht überwiegend durch diffuse Stoffeinträge (Abschnitte 5 und 6) in den Gebieten des Grundwasserwiederanstiegs. Deshalb ist derzeit vornehmlich der Sanierungsbergbau der LMBV davon betroffen.

Bis vor etwa zehn Jahren dominierte die akademische Lesart, dass in den Bergbaugebieten der Stoffaustrag künftig überwiegend aus den Innenkippen und Außenhalden der Braunkohlentagebaue zu erwarten ist. Entsprechend war der Fokus nicht auf die umgebenden pleistozänen Rinnen um die Kohlenfelder und Tagebaugebiete gerichtet. Auch die flachgründigen Niedermoore in den Grundwasserabsenkungstrichtern wurden nicht als potenzielle Eisen- und Säurequellen berücksichtigt. Das Grundwassergütemonitoring war auf diese Stoffquellen nicht entsprechend adäquat ausgerichtet, obwohl es bereits erste Indizien für die Fließgewässerverockerung außerhalb der Tagebaugebiete gab, zum Beispiel im Oberlauf der Schrake. Diese Beobachtungen wurden mit dem Hinweis auf eine lausitztypische Erscheinung, die sich auch in zahlreichen landwirtschaftlichen Dränagegräben wiederfindet, bzw. auf lokale Phänomene abgewehrt.

Ein entscheidender Erkenntnisfortschritt bezüglich der Eisenbelastung in den Fließgewässern des Lausitzer Braunkohlenreviers wurde mit den sogenannten ersten und zweiten Eisenstudien zum Südraum: LMBV (2010a) und LMBV (2012), sowie zum Nordraum: LMBV (2010b) und LMBV (2013a), Anfang der 2010er Jahre erlangt. Das scheinbar plötzliche Auftreten der Verockerung von Fließgewässern im Sanierungsbergbau des Lausitzer Braunkohlenreviers hat folgenden Hintergrund:

- Seit Mitte der 1990er Jahre erfolgt in den Sanierungsgebieten der LMBV ein großflächiger Grundwasserwiederanstieg (GWWA). Da der Grundwasserspiegel über Jahrzehnte flurfern lag, blieb dieser GWWA zunächst weitgehend ohne sichtbare Auswirkungen auf die Oberflächengewässer.

- In den Jahren 2010/2011 wurde der GWWA durch ein hohes Wasserdargebot enorm beschleunigt.

- In der Folge stellte sich in den Fließgewässern am Rande des großräumigen Grundwasserabsenkungstrichters abschnittsweise der hydraulische Kontakt zwischen dem Grundwasser und den Fließgewässern wieder her. Dabei war buchstäblich der letzte Meter entscheidend. Erst in dem Moment, in dem der Grundwasserstand den Wasserspiegel im Fließgewässer überschritt, setzte der diffuse Stoffeintrag ein.

- Die Verockerung von Fließgewässern kam dort zustande, wo die Stofffracht des Eisens im zutretenden Grundwasser, also das mathematische Produkt aus Eisenkonzentration und Volumenstrom des Grundwassers, die Eisenfracht im Fließgewässer deutlich überschritt. Aufgrund der hundert- bis teilweise tausendfach höheren Eisenkonzentration im Grundwasser im Vergleich zum Fließgewässer waren dafür keine großen Volumenströme des Grundwasserzutritts erforderlich.

- Das Eisen ist ein sehr vielgestaltiges Element in der Natur. Dreiwertiges suspendiertes Eisen zeichnet sich durch eine sehr starke und farblich markante Lichtadsorption aus. Dagegen ist zweiwertiges Eisen auch bei sehr hohen Konzentrationen unsichtbar.

Diese Entwicklung und die entsprechenden Beobachtungen lassen sich am Beispiel der Spreewitzer Rinne sehr gut nachvollziehen: Die Kleine Spree war ab dem Jahr 2007 von einer scheinbar plötzlichen Verockerung betroffen. Diese Beobachtungen waren Anlass einerseits für Untersuchungen des LfULG und andererseits für die sogenannte erste Eisenstudie zum Spree-Südraum, die von der LMBV in Auftrag gegeben wurde. Nur wenig später und kurz nach der Veröffentlichung der ersten Eisenstudie LMBV (2010a), im Jahr 2011, wurde schließlich auch die große Spree im Südraum von der Verockerung erfasst. Auf diese Erscheinung folgte mit LMBV (2012) die zweite Eisenstudie zum Südraum Spree.

In der gleichen Zeit wurden auch die Fließgewässer 2. Ordnung im Nordraum von der Verockerung erfasst. Da sich hier das Bild wesentlich stärker differenziert darstellte, wurden zunächst exemplarische Untersuchungen am Greifenhainer Fließ und Vetschauer Mühlenfließ durchgeführt und in der ersten Eisenstudie zum Nordraum LMBV (2010b) dargelegt. Nachdem die wesentlichen Zusammenhänge und Besonderheiten im Nordraum erkannt waren, wurden diese Untersuchungen auf den gesamten Nordraum des Sanierungsbergbaus der LMBV ausgeweitet und in der zweiten Eisenstudie zum Nordraum LMBV (2013a) dokumentiert.

Im Niederlausitzer Braunkohlenrevier können nach heutigen Kenntnissen drei Bereiche der bergbaubedingten Verockerung von Fließgewässern unterschieden werden:

- der Spree-Südraum,
- der Spree-Nordraum (Südpolder Spreewald) und
- die Schwarze Elster.

Untersuchungen zur Verockerung der Schwarzen Elster bzw. ihrer Zuflüsse aus dem Sanierungsbergbau wurden bereits früher angestellt, siehe LMBV (2013b) und LMBV (2015c).

4.3 Künftige Entwicklungen (nach 2019)

Die künftige Entwicklung des Wasserhaushaltes im Lausitzer Braunkohlenrevier ist einerseits durch den politisch beschlossenen Ausstieg aus der Kohleverstromung, Kohlekommission (2019) und BMWi (2020), und damit aus der Braunkohlenförderung sowie andererseits durch den weiteren Fortschritt des Sanierungsbergbaus geprägt.

Die **LE-B** hat ihr Revierkonzept zuletzt 2017 aktualisiert. Sie passte sich darin den aktuellen Entwicklungen an. Dazu gehört der Verzicht auf den **Tagebau Jänschwalde-Nord** im Norden des Reviers, der Verzicht auf die Zukunftstagebaue Spremberg-Ost und Bagenz-Ost im mittleren Revier sowie auf das Abbaugebiet 2 im **Tagebau Nochten**. LE-B entwickelt derzeit im Tagebau Nochten das Teilfeld Mühlrose. Zum **Tagebau Welzow-Süd** wird sich die LE-B im Jahr 2020 positionieren. Zum **Tagebau Reichwalde** gibt es gegenüber dem bestehenden Rahmenbetriebsplan bislang keine anderslautenden Planungen. Mit der Begrenzung der Laufzeiten der Braunkohlentagebaue werden von der LE-B die Abschlussbetriebsplanungen forciert.

Der **Tagebau Jänschwalde** soll 2023 seine Endstellung erreichen. Nach der erforderlichen geotechnischen Vorbereitung werden die drei geplanten Bergbaufolgeseen voraussichtlich ab den Jahren 2029/2030 in Flutungsbereitschaft versetzt. Die Flutung der Bergbaufolgeseen im Tagebau Jänschwalde erfolgt aus der Neiße. Eine Konkurrenz bezüglich der Wasserressourcen besteht ggf. zur Neißeüberleitung der LMBV.

Die Kohlenförderung im **Tagebau Cottbus-Nord** ist im Jahr 2015 planmäßig ausgelaufen. Für die Flutung des künftigen Cottbuser Ostsees werden seit 2019 die Wasserressourcen der Spree beansprucht. Bei der Wassermengenbewirtschaftung des Spreeeinzugsgebietes ist die Flutung von Bergbaufolgeseen allerdings ein nachgeordnetes Nutzungsziel. Es kann somit immer erst dann Flutungswasser für den Cottbuser Ostsee aus der Spree entnommen werden, wenn die höherrangigen Nutzungsansprüche der Oberlieger (Talsperren Bautzen und Quitzdorf, Speicher Bärwalde und Speichersystem Lohsa II) und der Unterlieger (Spreewald und Wasserwerke am Unterlauf der Spree) gesichert sind. Eine Konkurrenz zu den Bergbaufolgeseen der LMBV im Nordraum besteht nicht, da diese Bergbaufolgeseen überwiegend ihre Zielwasserspiegel bereits erreicht haben (z. B. Gräbendorfer See, Bischdorfer See, Schönfelder See, Lichtenauer See, Drehnaer See und Schlabendorfer See) oder nicht aus der Spree geflutet werden (z. B. Altdöberner See und RL 13).

Die Bergbaufolgeseen der **LMBV** haben ihre geplanten Zielwasserstände überwiegend erreicht. Relevante Defizite bestehen derzeit noch im Klinger See und im Altdöberner See. Die Flutung dieser beiden Bergbaufolgeseen ist durch Grundwasseraufgang vorgesehen und beansprucht deshalb keine Ressourcen aus den Fließgewässern. Aktuelle Untersuchungen zum Klinger See legen allerdings nahe, dass der Zielwasserstand allein durch den Grundwasseraufgang nicht erreicht werden kann. Derzeit wird geprüft, ob die zur Erreichung des Zielwasserstandes notwendige Stützungswassermenge durch eine Wasserüberleitung bereitgestellt werden kann. Alternativ wird die Absenkung des Zielwasserstandes geprüft. Eine Konkurrenzsituation zwischen dem künftigen Flutungswasserbedarf der LE-B und dem aktuellen Flutungswasserbedarf der LMBV besteht aber praktisch nicht, da sich beide Vorgänge nur gering zeitlich überlappen.

Mit dem Auslaufen der Tagebaue der LE-B wird sich jedoch das Aufkommen an Sümpfungswasser sukzessive verringern. Das hat nachhaltige Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Spree. Mit dem Ausfall der Sümpfungswassermengen aus den Braunkohlentagebauen wird sich das Dargebot der Spree deutlich verringern. Werden die Daten des Jahres 2018

zugrunde gelegt, verringert sich der Durchfluss der Spree am Pegel Lübben bei einer vollständigen Einstellung der Sümpfungswassereinleitungen der LE-B um etwa 66 % (Tabelle 23 und Tabelle 25). Gleichzeitig steigen die Ausleitmengen, d. h. die Wasserbilanzüberschüsse, aus den Bergbaufolgeseen der LMBV. Diese Bilanzüberschüsse können das entstehende Defizit jedoch nur zu einem kleinen Teil ausgleichen.

Tabelle 23: Mittlere Einleitmengen von behandeltem Sümpfungswasser aus den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LE-B in die Spree und theoretisch bevorteilte Profile (Daten 2018, Angaben LE-B).

Fließgewässer	Anlage:	GWBA Kringelsdorf	GWBA Tzschelln	GWBA Schwarze Pumpe	GWBA Jänschwalde	GWBA Am Weinberg	MQ oder Summe
	Tagebau:	Reichwalde	Nochten	Nochten, Welzow-Süd	Cottbus-Nord, Jänschwalde	Welzow-Süd	
	Pegel	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
Schwarzer Schöps	Boxberg					MQ =	4,3
	Boxberg	+2,9	---	---	---	---	+2,9
Spree	Spreewitz	+2,9	+0,6	---	---	---	+3,5
	Zerre	+2,9	+0,6	+1,7	---	---	+5,2
	Schmogrow	+2,9	+0,6	+1,7	+2,0	---	+7,2
	Lübben	+2,9	+0,6	+1,7	+2,0	+0,5 1)	+7,7 2)
	Lübben					MQ =	11,6

1) versickert überwiegend im Einzugsgebiet des Koselmühlenfließes
2) verringert um die Verdunstungsverluste und die Wasserentnahmen im Spreewald

In der Schwarzen Elster erhöht sich der Anteil des bergbaubürtigen Abflusses aus den Sanierungsgebieten geringfügig (Tabelle 24).

Tabelle 24: Mittlere Einleitungen von behandeltem Sümpfungswasser aus den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LMBV in die Schwarze Elster und theoretisch bevorteilte Flussprofile (Daten 2018, Angaben LMBV).

Fließgewässer	Anlage:	GWRA Rainitza	GWRA Pößnitz	RL28/29	Kleine Restlochkette	MQ oder Summe
	Sanierungsgebiet:	Sedlitz, Meuro	Meuro	Schwarzheide	Lauchhammer, Plessa	
	Pegel	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
Schwarze Elster	Neuwiese				MQ =	1,7
	Biehlen	+0,40	---	---	---	+0,4
	Lauchhammer	+0,40	+0,50	+0,10	---	+1,1
	Elsterwerda	+0,40	+0,50	+0,10	+0,5 1) +1,0 2)	+1,6 1) +2,1 2)
	Bad Liebenwerda				MQ =	8,1 3)

1) aktuell, 2) zukünftig, 3) beinhaltet die Zuflüsse der Pulsnitz und der Größen Röder

Die unterschiedlichen Entwicklungen des Wasserhaushaltes in den Einzugsgebieten der Spree und der Schwarzen Elster haben auch unterschiedliche Folgen für die **Wasserbeschaffenheit** der Fließgewässer.

Die rückläufigen Einleitungen sulfatreichen, aber neutralen und eisenarmen Wassers aus den GWBA der LE-B führen einerseits zu einer Minderung der Sulfatfracht und der Sulfat-

konzentration in der **Spree**. Spätestens mit der Einstellung der letzten GWBA werden die Orientierungswerte der OGewV (2016) für die Sulfatkonzentration in der Spree unterschritten (Tabelle 25). Ausgewählte Fließgewässer 2. Ordnung bleiben aufgrund der Ausleitung aus sulfatreichen Bergbaufolgeseen jedoch langfristig mit Sulfat belastet. Der diffuse Sulfateintrag in die Fließgewässer bleibt auf lange Sicht eine untergeordnete Belastungsquelle: IWB (2015).

Tabelle 25: Mittelwerte des Durchflusses, der Sulfatkonzentration und der Sulfatfracht der Spree in Lübben mit und ohne den Sümpfungswassereinleitungen der LE-B.

Bilanzgröße	Bemerkung	Durch fluss	Sulfat	Sulfat fracht	Anteil der LE-B am Durchfluss	Anteil der LE-B an Sulfatfracht
		[m³/s]	[mg/L]	[t/a]		
Sümpfungswasser der LE-B	Daten aus dem Jahr 2018	7,7	470 [1)]	113.400	100 %	100 %
Spree, Lübben	Daten aus dem Jahr 2018	11,6	370	135.400	66 %	84 %
	Ohne Sümpfungs-wasser der LE-B	**3,9**	**180** [2)]	**22.000**	**0 %**	**0 %**

1) gewichtete Konzentration für alle LE-B Sümpfungswassereinleitungen
2) mittlere Konzentration aus bereinigter Fracht und bereinigtem Durchfluss

Die rückläufigen Einleitungen sulfatreichen, aber neutralen und eisenarmen Wassers aus den GWBA der LE-B in die Spree erhöhen andererseits den Anteil der diffusen Grundwasserzuflüsse am Durchfluss. Im Falle einer hohen Eisenbelastung des Grundwassers werden die Wirkungen der Fließgewässerverockerung verstärkt. Das kann im Einzelfall zur Aufhebung der Wirkungen bereits ergriffener Maßnahmen zur Minderung der Eisenbelastung führen.

Für das Wasserdargebot und die Wasserbeschaffenheit der **Schwarzen Elster** haben die Beschlüsse der Kohlekommission (2019) keine Bedeutung. Mit dem Fortschreiten des Grundwasserwiederanstiegs erhöht sich der Durchflussanteil bergbaubürtiger Abflüsse aus den Sanierungsgebieten und damit deren Wirkungen auf die Wasserbeschaffenheit.

Die Aufgaben und Problemstellungen für den Sanierungsbergbau der LE-B sind gleichlautend wie für den Sanierungsbergbau der LMBV (Abschn. 4.2). Die LE-B kann dabei auf den Erfahrungsschatz der LMBV zurückgreifen. Neue Aspekte sind:

- die wasserwirtschaftliche Nutzung der Bergbaufolgeseen für die Niedrigwasserbereitstellung und für den Hochwasserschutz, wobei zwischen beiden Nutzungsansprüchen abzuwägen ist,
- die Sicherung der Wasserressourcen in Anbetracht des Wegfalls der Sümpfung bzw. die Anpassung von Nutzungsansprüchen sowie
- die Wirkung der diffusen Stoffeinträge (Eisen) bei einem deutlich verringerten Wasserdargebot.

Die Umsetzung der Beschlüsse der Kohlekommission (2019) bedeutet eine **zweite Zäsur** für den Wasser- und Stoffhaushalt des Lausitzer Braunkohlenreviers.

4.4 Abgrenzung des Bergbaueinflusses

Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung war zu klären, ob die Gewässerbelastungen mit Sulfat, Eisen und Versauerung auf den Braunkohlenbergbau oder auf andere Ursachen zurückgehen. Die Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern kann durch den Braunkohlenbergbau im Wesentlichen auf zwei Wegen beeinflusst werden: durch Stoffeinträge aus Punktquellen, wie z. B. durch Einleitungen aus Grubenwasserbehandlungsanlagen und Bergbaufolgeseen, sowie durch diffuse Stoffeinträge aus dem Grundwasser.

Die **Punktquellen** sind im Allgemeinen gut bekannt und können eindeutig einem Verursacher zugeordnet werden. Die emittierten Stoffströme sind zudem ausreichend durch Messdaten belegt. Das Gleiche gilt für die durch Punktquellen verursachten Gewässerbelastungen. Ein Beispiel hierfür ist die Sulfatbelastung der Spree, die maßgeblich durch die Einleitungen sulfatreicher Wässer aus den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LE-B und aus den Bergbaufolgeseen der LMBV verursacht wird, IWB (2015).

Im Unterschied zu den Punktquellen sind die **diffusen Stoffeinträge** aus dem Grundwasser meist weniger gut bekannt und müssen durch Erkundung und Messungen erst räumlich eingrenzt werden. Die Stoffströme sind zudem nur indirekt quantifizierbar. Weiterhin kann die Grundwasserbelastung nicht immer direkt einem Verursacher zugeordnet werden, da beispielsweise der Braunkohlenbergbau und die landwirtschaftliche Melioration vergleichbare stoffliche Belastungsmuster erzeugen. Die Ursachen für die Grundwasserbelastung müssen für jeden Einzelfall geklärt werden.

Die räumliche Abgrenzung und Quantifizierung sämtlicher bisher nicht dokumentierten diffusen Stoffeinträge im Untersuchungsraum, die Klärung der jeweiligen Ursachen und deren Zuordnung zu einem Verursacher bleiben aufgrund der Größe des Untersuchungsraums und der großen Anzahl an Fließgewässern notwendigerweise unvollständig.

Damit im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung belastbare Aussagen zu den Verursachern der Sulfat-, Eisen- und Versauerungsbelastung von Fließgewässern getroffen werden können, wurde hilfsweise ein **Konzept zur Beurteilung des Bergbaueinflusses** entwickelt (Bild 5). Dieses Konzept geht von den folgenden Grundannahmen aus:

1) Die Gebiete mit Bergbaueinfluss können anhand der durch den Braunkohlenbergbau im Vergleich zum vorbergbaulichen Referenzzustand verursachten historischen und aktuellen Grundwasserabsenkung räumlich eingegrenzt werden.

2) Innerhalb der nach Pkt 1 abgegrenzten Gebiete ist von einem direkten Bergbaueinfluss auszugehen. Die Eisen-, Sulfat- und Versauerungsbelastung der Fließgewässer in diesen Gebieten kann somit überwiegend auf den Bergbau zurückgeführt werden.

3) Außerhalb der nach Pkt 1 abgegrenzten Gebiete ist nicht zwingend von einem direkten Bergbaueinfluss auszugehen. Bei einer Eisen-, Sulfat- und Versauerungsbelastung der Fließgewässer ist allerdings in jedem Einzelfall zu prüfen, ob diese ggf. durch einen indirekten Bergbaueinfluss (Fernwirkung) oder andere Faktoren (Altbergbau ohne Rechtsnachfolger, Niedermoore, Meloration) verursacht wird.

Auf der Grundlage der vorgenannten Annahmen soll eine erste Abgrenzung des Bergbaueinflusses ermöglicht und die nachfolgende konkrete Prüfung der Gewässerbelastungen systematisiert und vereinfacht werden. Die für die Abgrenzung des Bergbaueinflusses verwendeten Datengrundlagen sind in der Tabelle 26 aufgeführt und erläutert sowie in Bild 4 dargestellt.

Tabelle 26: Zur Abgrenzung des Bergbaueinflusses verwendete Datensätze.

Datensatz	Datenquelle	Erläuterung
§ 3-Linie der LMBV	LMBV	Die sogenannte § 3-Linie grenzt den räumlichen Betrachtungsbereich für ggf. erforderliche Maßnahmen der LMBV ab. Die § 3-Linie ist die weiteste Begrenzungslinie, innerhalb der die LMBV gemäß dem Verwaltungsabkommen zur Braunkohlesanierung Maßnahmen zur Abwehr von Gefährdungen im Zusammenhang mit dem Wiederanstieg des Grundwassers oder für sonstige Maßnahmen im Zusammenhang mit der Braunkohlesanierung übernehmen darf, siehe LMBV (2017). Dies erfolgt unter Zurückstellung unterschiedlicher Rechtsstandpunkte und ohne Anerkennung einer Rechtspflicht. Das Nähere regelt der Steuerungs- und Budgetausschuss (StuBA). Die § 3-Linie wurde weder durch ein Monitoring noch durch Modelle ermittelt, sondern unter Einbeziehung fachlicher und rechtlicher Aspekte abgeleitet. Sie ist keine naturwissenschaftliche, sondern eine administrative Abgrenzung. **Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung wird die § 3-Linie hilfsweise als 0-Meter-Absenkungslinie und damit als äußerste Grenze der bergbaulichen Beeinflussung interpretiert.**
(Historische) 2-Meter-Absenkungslinie (sogenannter „Lausitzer Löwe“)	LMBV/LE-B	Die 2-Meter-Absenkungslinie umreißt das Gebiet, in dem die durch den Braunkohlenbergbau verursachte historische Grundwasserabsenkung im Vergleich zum vorbergbaulichen Zustand > 2 Meter betrug. Die 2-Meter-Absenkungslinie wurde modellgestützt abgeleitet und gibt die räumliche Ausdehnung der Absenkung ohne Zeitbezug wieder. **Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung wird davon ausgegangen, dass in den von der 2-Meter-Absenkungslinie umschlossenen Bereichen ein dominanter Bergbaueinfluss besteht.**
Zuständigkeitsgrenze LMBV/LE-B	LMBV/LE-B	Das Lausitzer Braunkohlenrevier wird durch eine Grenzlinie in die Zuständigkeitsbereiche des Sanierungsbergbaus der LMBV und des Gewinnungsbergbaus der LE-B getrennt. Für die in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen auftretenden Folgen des Braunkohlenbergbaus sind die jeweiligen Unternehmen zuständig.
UVU-Untersuchungsgebiete der LE-B-Tagebaue	LE-B	Für die erforderlichen Umweltverträglichkeitsuntersuchungen (UVU) zu genehmigungsrelevanten Vorhaben des Tagebaubetriebs ist durch den Bergbautreibenden das hydrologische Untersuchungsgebiet abzugrenzen. Die Grenzen des Untersuchungsgebietes werden hauptsächlich von der modellgestützt abgeleiteten 0,25 m Absenkungslinie im Vergleich zum vorbergbaulichen Referenzzustand sowie administrativen und hydraulischen Grenzen bestimmt. **Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung werden die Grenzen der UVU-Untersuchungsgebiete (0,25-Meter-Absenkungslinie) als die äußeren Grenzen der bergbaulichen Beeinflussung durch die Tagebaue interpretiert.**
(Aktuelle) 2-Meter-Absenkungslinie der LE-B-Tagebaue	LE-B	Die als „Lausitzer Löwe“ bekannte historische 2-Meter-Absenkungslinie muss in Bereichen, die der Tagebau überschritten hat, aktualisiert werden. Das betrifft die Ausweitung des Tagebaus Jänschwalde nach Norden. Die aktuelle 2-Meter-Absenkungslinie liegt aktualisiert für den Förderbereich Cottbus/Jänschwalde vor. Sie wurde zeitgemäß modellgestützt ermittelt.

Die Grundwasserabsenkung beschränkt sich nicht auf die Kontur der Braunkohlentagebaue, sondern reicht entsprechend der lagerstättenspezifischen hydrogeologischen Gegebenheiten teilweise weit darüber hinaus. Zur Abgrenzung des Einflusses des Braunkohlenbergbaus auf das Grundwasser werden unterschiedliche Konzepte gebraucht:

- die sogenannten 2-Meter-Absenkungslinien (historische und aktuelle),
- die 0,25-Meter-Absenkungslinie und
- die sogenannte §3-Linie.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Einfluss des Braunkohlenbergbaus auf das Grundwasser historisch angelegt ist und bereits mindestens 150 Jahre währt, wobei sich der Einfluss im Zuge des Aufschlusses neuer und tieferer Lagerstätten stetig ausgeweitet hatte.

Die sogenannte **2-Meter-Absenkungslinie** ist eine fiktive, nicht zeitsynchrone Linie, die den (maximalen) Bereich begrenzt, in dem eine Absenkung des Grundwasserstandes im oberen Grundwasserleiter infolge der Sümpfung von Braunkohlentagebauen von mehr als 2 Meter im Vergleich zum vorbergbaulichen Zustand bereits stattgefunden hat bzw. durch ein geplantes Vorhaben zu erwarten ist. Die 2-Meter-Absenkungslinie wurde erstmalig 1994 im Lausitzer Braunkohlenrevier festgelegt und ist aufgrund ihrer Kontur als „Lausitzer Löwe“ in den hiesigen Sprachgebrauch eingegangen. Ihr lagen vordergründig geotechnische Erwägungen (Sackungen und Setzungen) zugrunde. Sie folgte der Intention, dass Schwankungen des Grundwasserspiegels bis 2 Meter auch naturbedingt auftreten können. Mögliche stoffliche Einflüsse spielten bei dieser Betrachtung in der Vergangenheit keine Rolle. Die 2-Meter-Absenkungslinie wird zeitgemäß mit numerischen geohydraulischen Modellen ermittelt.

Die Erkenntnis, dass bereits geringere Absenkungsbeträge als 2 Meter zu stofflichen Veränderungen im Grundwasser führen können, ist im Braunkohlenbergbau erst mit dem flächenhaften Grundwasserwiederanstieg gewachsen. Zur Abgrenzung des Untersuchungsraumes für aktuelle vorhabenbezogene Umweltverträglichkeitsuntersuchungen im Braunkohlenbergbau wird deshalb nunmehr die **0,25-Meter-Absenkungslinie** verwendet. Eine Absenkung des Grundwasserspiegels von 0,25 Meter liegt deutlich innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite des Grundwasserspiegels. Dabei ist die 0,25-Meter-Absenkungslinie kein zeitkonkreter Zustand, sondern die Umhüllende des räumlich veränderlichen Einflusses der Sümpfung eines Braunkohlentagebaus auf die umgebenden Grundwasserleiter. Unter Berücksichtigung der Erfahrungen des letzten Jahrzehnts des Sanierungsbergbaus wird die 0,25-Meter-Absenkungslinie einer Abgrenzung des möglichen stofflichen Einflusses des Braunkohlenbergbaus auf die Grundwasserbeschaffenheit eher gerecht. Die 0,25-Meter-Absenkungslinie kann nur durch numerische geohydraulische Modellierung valide ermittelt werden.

Die **sogenannte § 3-Linie** wurde im Rahmen der Verhandlungen zum Verwaltungsabkommen zur Braunkohlensanierung zwischen Bund und Länder festgelegt. Sie schließt außerhalb der 2-Meter-Absenkungslinie großzügig weitere Flächen ein, in denen ein Grundwassereinfluss zu vermuten ist. Die § 3-Linie ist die weiteste Betrachtungslinie, innerhalb der die LMBV gemäß dem Verwaltungsabkommen Maßnahmen zur Abwehr von Gefährdungen im Zusammenhang mit dem Wiederanstieg des Grundwassers oder für sonstige Maßnahmen im Zusammenhang mit der Braunkohlesanierung übernehmen darf; siehe LMBV (2017). Dies erfolgt unter Zurückstellung unterschiedlicher Rechtsstandpunkte und ohne Anerkennung einer Rechtspflicht. Das Nähere regelt der Steuerungs- und Budgetausschuss (StuBA). Die § 3-Linie wurde weder durch systematische Messungen der Grundwasserstände noch durch numerische geohydraulische Modellierungen ermittelt, sondern unter Einbeziehung fachlicher und rechtlicher Aspekte abgeleitet. Sie ist keine naturwissenschaftliche, sondern eine administrative Abgrenzung. Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung wird die § 3-Linie formal als 0-Meter-Absenkungslinie und als äußere Grenze der bergbaulichen Beeinflussung interpretiert.

Zur räumlichen Abgrenzung des Bergbaueinflusses wurden die Daten in der Tabelle 26 in einem GIS-Projekt zusammengeführt. Die Daten wurden mit den Teilgebietsflächen und dem Untersuchungsraum verschnitten (vgl. Bild 4). Jede aus dem Verschnitt entstandene Teilfläche wurden in eine Zustandsklasse der Grundwasserabsenkung nach der Tabelle 27 eingeordnet. Bei der Überlagerung von Flächen wurde immer die Klasse mit der größeren

Grundwasserabsenkung gewählt (worst case). Den Teilflächen mit Bergbaueinfluss wurde ein Verursacher bzw. ein Zuständiger (LMBV, LE-B bzw. beide) zugeordnet.

Tabelle 27: Klassifizierung der Grundwasserabsenkung im Vergleich zum vorbergbaulichen Zustand zur Abgrenzung des Bergbaueinflusses von Gewässerbelastungen nach dem in Bild 5 dargestellten Konzept.

Zustandsklasse der Grundwasserabsenkung im Vergleich zum vorbergbaulichen Zustand	Einordnung des Bergbaueinflusses	Definition
Außerhalb 0,0 m (LMBV) bzw. < 0,25 m (LE-B)	Kein Bergbaueinfluss	Die Sulfat-, Eisen- oder Versauerungsbelastung von Gewässern kann nicht auf einen direkten Bergbaueinfluss zurückgeführt werden. Bei bestehenden Belastungen ist allerdings zu prüfen, ob ggf. ein indirekter Bergbaueinfluss (Fernwirkung) besteht.
0,0 m … 2,0 m (LMBV) bzw. 0,25 m … 2,0 m (LE-B)	Zu prüfender Bergbaueinfluss (Prüffall)	Ein direkter Bergbaueinfluss kommt als Ursache für die Sulfat-, Eisen- oder Versauerungsbelastung von Gewässern in Frage. Allerdings ist zu prüfen, ob die Belastung ggf. vollständig oder anteilig auf andere Einflussfaktoren (Altbergbau, Meloration, Grundwasserentnahme, Niedermoore) zurückgeht.
> 2,0 m	Dominanter Bergbaueinfluss	Die Sulfat- und/oder Eisenbelastung sowie ggf. die Versauerung von Gewässern sind mit hoher Wahrscheinlichkeit durch einen direkten Bergbaueinfluss verursacht.

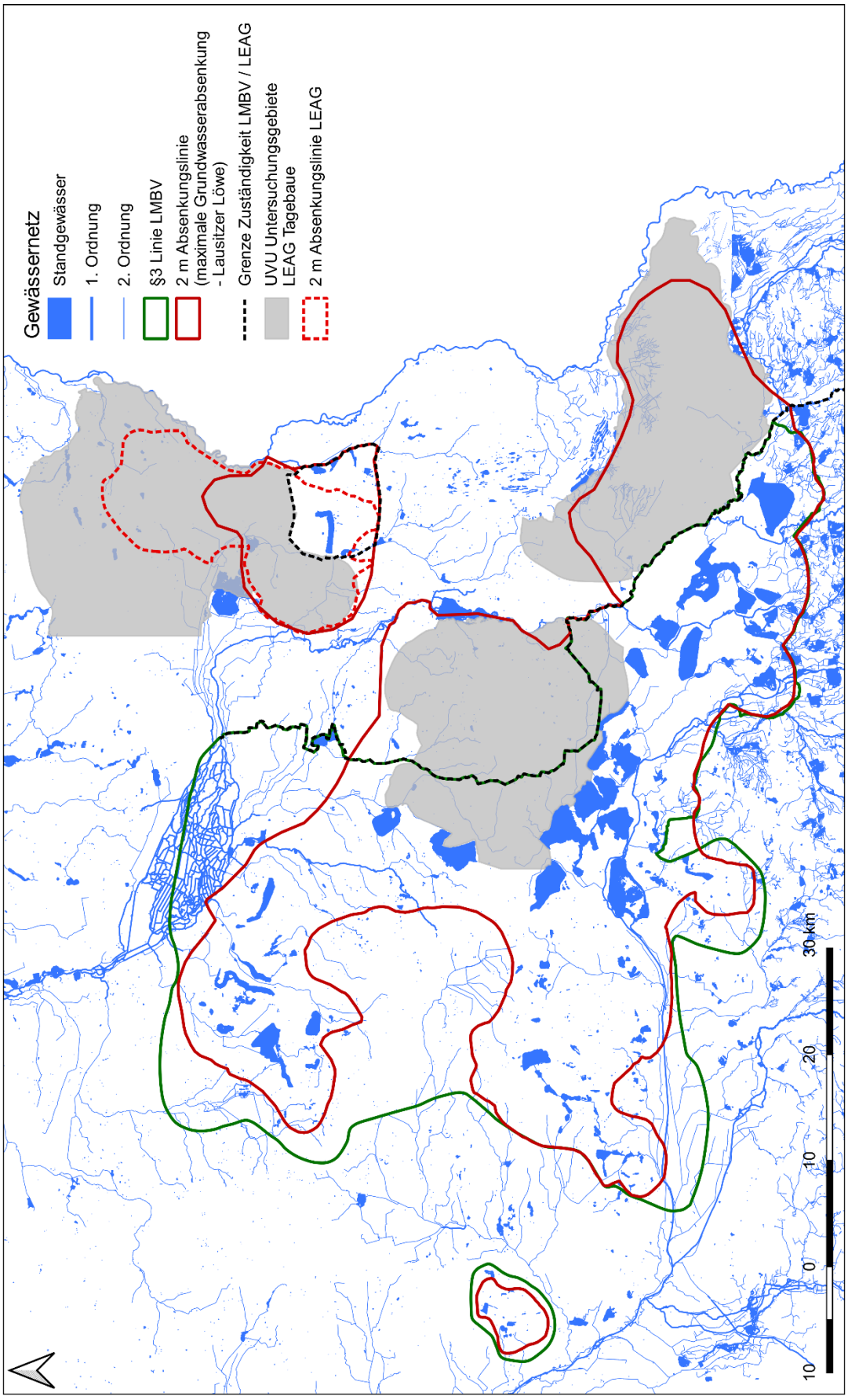


Bild 4: Übersichtskarte zur flächenhaften Abgrenzung des Bergbaueinflusses im Lausitzer Braunkohlenrevier.

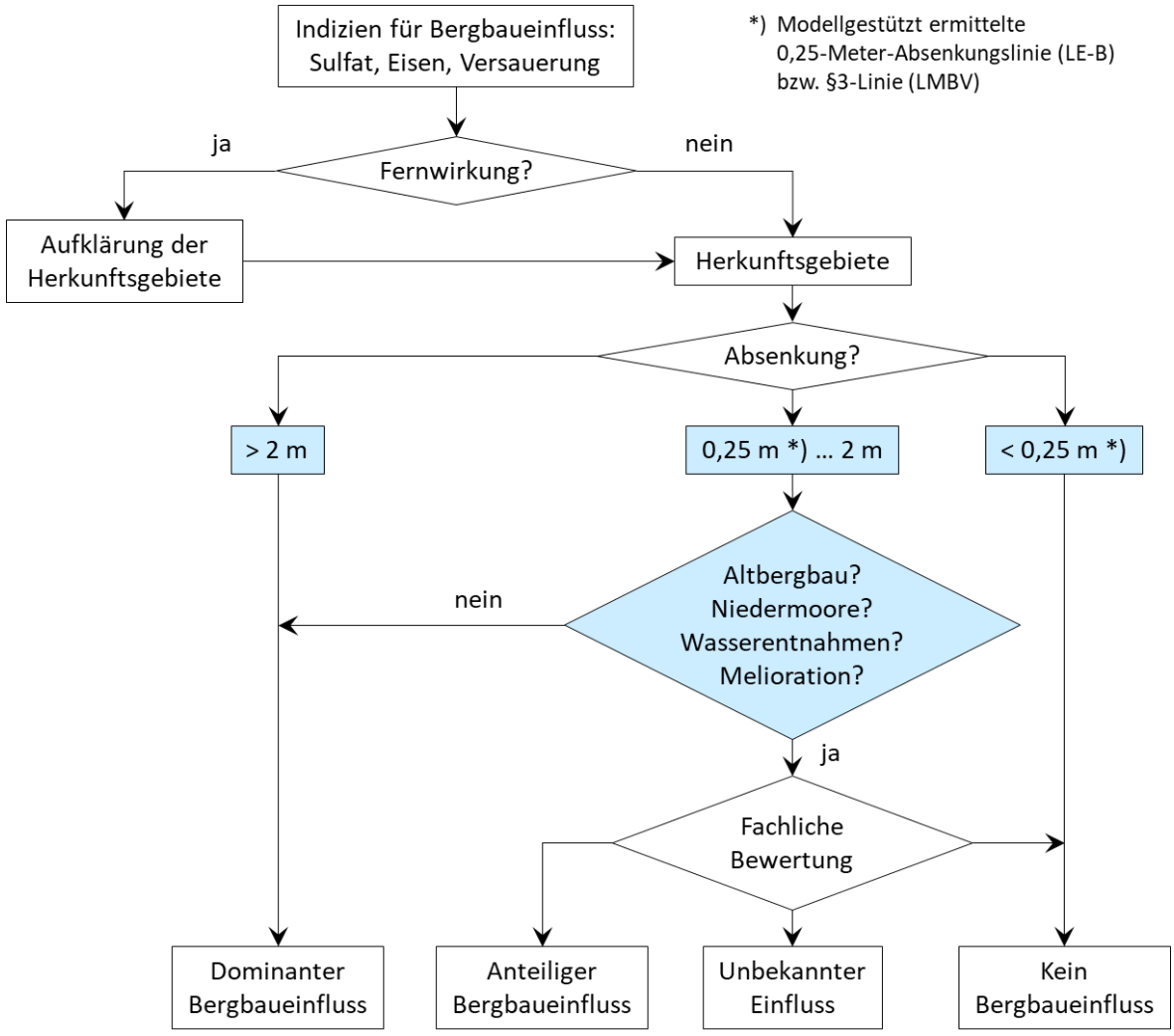


Bild 5: **Konzept zur Beurteilung des räumlichen Bergbaueinflusses von Gewässerbelastungen mit Sulfat, Eisen oder Versauerung.**

In der Tabelle 28 sind die bergbaubaulich beeinflussten Flächen im sächsischen und brandenburgischen Teil des Untersuchungsraums zusammengestellt. Rund 20 % bzw. rund 770 km² des sächsischen Teils des Untersuchungsraumes sind bergbaulich beeinflusst. Dabei kann für 757 km² bzw. 98 % der bergbaubeeinflussten Fläche von einem dominanten Bergbaueinfluss ausgegangen werden. Rund 65 % bzw. 500 km² der bergbaubeeinflussten Fläche werden der LMBV, ca. 32 % bzw. 250 km² werden der LE-B und ca. 3 % bzw. 20 km² werden beiden Unternehmen zugeordnet.

Im brandenburgischen Teil des Untersuchungsraumes ist eine Fläche von rund 2.430 km² bergbaulich beeinflusst, was einem Flächenanteil von rund 25 % des Untersuchungsraums entspricht (Tabelle 28). Für ca. 1.610 km² bzw. 66 % der bergbaubeeinflussten Fläche kann von einem dominanten Bergbaueinfluss ausgegangen werden. Bei 34 % bzw. 820 km² der Fläche ist der Bergbaueinfluss im Einzelfall zu prüfen. Rund 70 % bzw. 1.710 km² der bergbaulich beeinflussten Flächen werden der LMBV, ca. 25 % bzw. 600 km² werden der LE-B und 5 % bzw. 120 km² werden beiden Unternehmen zugeordnet.

Insgesamt wurde für 28 von 36 Teilgebieten ein Bergbaueinfluss ausgewiesen (Tabelle 29). In 17 Teilgebieten sind mehr als 50 % der Gebietsfläche bergbaulich beeinflusst, wobei in sieben Teilgebieten die gesamte Einzugsgebietsfläche einem Bergbaueinfluss unterliegt. In fünf Teilgebieten liegt der Flächenanteil des Bergbaueinflusses unter 5 % (Tabelle 29).

Tabelle 28: Bergbaubeeinflusste Flächen in den sächsischen und brandenburgischen Teilen des Untersuchungsraumes.

Bundesland	Fläche des Untersuchungsraumes	Flächen mit räumlichem Bergbaueinfluss		
	[km²]	[km²]		
	Gesamt	Gesamt	Dominant	Prüffall
Sachsen	3.883	770	757	13
Brandenburg	9.981	2.426	1.612	814
Summe	13.863	3.196	2.369	827

Tabelle 29: Teilgebiete mit räumlichem Bergbaueinfluss (Teilgebiete mit vollständig bergbaulich beeinflusster Fläche sind rot hervorgehoben).

Teilgebiet	Fläche	Fläche Bergbaueinfluss [km²]			Flächenanteil Bergbaueinfluss		
	[km²]	Gesamt	Dominant	Prüffall	Gesamt	Dominant	Prüffall
Berste	322	97	25	72	30%	8%	22%
Dobra	153	153	85	68	100%	56%	44%
Göritzer Mühlenfließ	48	48	30	17	100%	64%	36%
Greifenhainer Fließ	394	326	255	70	83%	65%	18%
Hammergraben	234	208	179	29	89%	77%	12%
Hoyerswerdaer Schwarzwasser	269	23	23	0	8%	8%	0%
Kamske	11	11	4	7	99%	39%	60%
Kleine Elster	716	241	70	171	34%	10%	24%
Kleine Spree	261	147	147	0	56%	56%	0%
Malxe / Großes Fließ	371	267	179	88	72%	48%	24%
Pößnitz	90	90	90	0	100%	100%	0%
Rainitza	294	294	291	2	100%	99%	1%
Ruhlander Schwarzwasser	265	80	39	41	30%	15%	15%
Schwarze Elster 1.4	260	15	15	0	6%	6%	0%
Schwarze Elster 2.4	124	93	87	6	75%	70%	5%
Schwarze Elster 3.4	53	40	39	1	76%	74%	2%
Schwarze Elster 4.4	1.732	91	26	65	5%	1%	4%
Schwarzer Schöps 1.2	85	1	1	0	1%	1%	0%
Schwarzer Schöps 2.2	210	118	118	0	56%	56%	0%
Spree 2.8	389	317	317	0	81%	81%	0%
Spree 3.8	295	95	95	0	32%	32%	0%
Spree 4.8	331	82	0	82	25%	0%	25%
Spree 7.8	965	36	0	36	4%	0%	4%
Talsperre Spremberg	54	46	46	0	85%	85%	0%
Vetschauer Mühlenfließ	127	127	83	44	100%	65%	35%
Weißer Schöps	333	5	5	0	1%	1%	0%
Wudritz	132	110	86	24	84%	65%	18%
Zerkwitzer Kahnfahrt	37	37	33	3	100%	90%	9%

5 Belastungs- und Kausalanalyse

5.1 Stoffliche Belastungen

5.1.1 Herkunft der stofflichen Belastungen

Pyritverwitterung

Das tertiäre Deckgebirge der Braunkohlenlagerstätten enthält die Eisendisulfidminerale Pyrit (FeS_2, überwiegend kubisches Kristallgitter) und Markasit (FeS_2, orthorhombisches Kristallgitter). Da Pyrit in den tertiären Sedimenten mengenanteilig dominiert, wird im Folgenden ausschließlich von Pyrit gesprochen. Bei der Entwässerung, der Abraumbaggerung und der Abraumverkippung im Tagebau werden die Deckgebirgssedimente, die viele Millionen Jahre unter Luftabschluss geochemisch stabil lagerten, der Atmosphäre ausgesetzt. Unter dem Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffs und in Gegenwart der dem Boden natürlicherweise anhaftenden Feuchte oxidiert Pyrit. Dieser Prozess wird allgemein als **Pyritverwitterung** bezeichnet. In einem aeroben Milieu mit Sauerstoffüberschuss entstehen bei der Pyritverwitterung dreiwertiges Eisen und Schwefelsäure. Das dreiwertige Eisen liegt entsprechend dem pH-Milieu in gelöster Form vor oder wird ausgefällt (Gleichung 1).

Gleichung 1: Pyritverwitterung mit oxischem Finale (bei Sauerstoffüberschuss).

$pH < 3{,}5$:	$FeS_2 + \frac{15}{4}O_2 + \frac{1}{2}H_2O \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + H^+$
$pH > 3{,}5$:	$FeS_2 + \frac{15}{4}O_2 + \frac{7}{2}H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 2SO_4^{2-} + 4H^+$

Im chemischen Mikromilieu auf dem Skalenniveau des Porenraumes wirkt nicht der Sauerstoff als Oxidationsmittel für die Pyritverwitterung, wie die chemischen Bruttogleichungen in Gleichung 1 suggerieren, sondern das dreiwertige Eisen (Gleichung 2).

Gleichung 2: Pyritverwitterung durch dreiwertiges Eisen als Oxidationsmittel.

$$FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O \rightarrow 15Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+$$

Solange Sauerstoff im Reaktionsraum zur Verfügung steht, wird das dreiwertige Eisen durch die Oxidation des zweiwertigen Eisens mit Sauerstoff für die Pyritverwitterung permanent erneuert (Gleichung 3, Bild 6). Diese Reaktion stellt die Verbindung zwischen der Sauerstoffzufuhr und der Pyritverwitterung her.

Gleichung 3: Regeneration des Oxidationsmittels Eisen(III) für die Pyritverwitterung durch Oxidation des zweiwertigen Eisens mit Sauerstoff.

$$Fe^{2+} + \frac{1}{4}O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + \frac{1}{2}H_2O$$

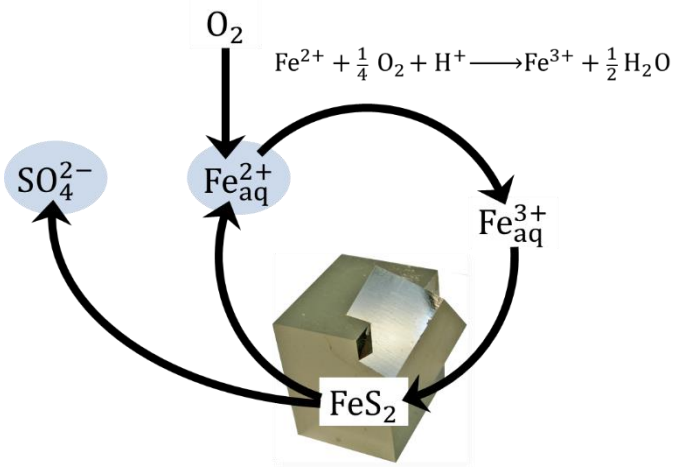


Bild 6: Zyklischer Prozess des Eisens bei der Pyritverwitterung.

Bei Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr, wie im Falle der Überdeckung von Kippensedimenten mit weiteren Kippensedimenten oder durch Luftabschluss der belüfteten Sedimente beim Grundwasseranstieg, wird zunächst die weitere Oxidation von Eisen(II) nach der Gleichung 3 verhindert. Mit dem vollständigen Verbrauch von Eisen(III) kommt schließlich die Pyritverwitterung zum Erliegen. Deshalb bildet sich im Kippenwasser ein anoxisches Milieu ausschließlich mit zweiwertigem Eisen. Das Grundwasser in den Kippen der Braunkohlentagebaue und in den Absenkungstrichtern wird überwiegend in diesem Zustand angetroffen. Die Pyritverwitterung unter den Bedingungen der Sauerstofflimitation kann entsprechend der Gleichung 4 dargestellt werden.

Gleichung 4: Pyritverwitterung mit anoxischem Finale (bei Sauerstofflimitierung).

$$FeS_2 + \frac{7}{2}O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+$$

Die Pyritverwitterung geht mit einer Versauerung einher (Gleichung 1, Gleichung 2 und Gleichung 4). Natürliche Pufferprozesse bewirken eine Neutralisation oder Teilneutralisation der Versauerung. Dazu gehören:

- die Karbonatverwitterung,
- die Silikatverwitterung und
- der Kationenaustausch.

Infolge der Pyritverwitterung und der begleitenden Pufferreaktionen reichern sich im betroffenen Grundwasser gewöhnlich Sulfat, Eisen(II), Kohlensäure, Calcium, Magnesium, Aluminium, Silizium, Mangan und Ammonium an. Die Kohlensäure stammt aus der Karbonatverwitterung und vom Abbau der organischen Substanz. Sie spielt eine Rolle für die Pufferung des Grundwassers. Im anoxischen Milieu des Grundwassers mit der Dominanz zweiwertigen Eisens liegt der pH-Wert überwiegend im schwach sauren Bereich bei pH ≈ 5,0…6,5. Bei der Pyritverwitterung werden auch Metalle, wie Kobalt (Co), Zink (Zn) und Nickel (Ni), sowie Halbmetalle, wie Arsen (As), freigesetzt. Diese Metalle und Halbmetalle sind natürliche geochemische Begleiter des Pyrits. Die Löslichkeit der Metalle im Grundwasser hängt maßgeblich vom pH-Wert ab.

Eisenoxidation, -hydrolyse und -ausfällung

Beim Austritt des anaeroben und eisenreichen Grundwassers an die Oberfläche wird das gut lösliche zweiwertige Eisen oxidiert (Gleichung 3). Das entstehende dreiwertige Eisen reagiert mit Wasser (= Hydrolyse) und setzt dabei Säure frei (Gleichung 5).

Gleichung 5: Hydrolysereaktionen des Eisens(III).

$$Fe^{3+} + H_2O \rightleftharpoons FeOH^{2+} + H^+$$

$$FeOH^{2+} + H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_2^+ + H^+$$

$$Fe(OH)_2^+ + H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3^0 + H^+$$

Aufgrund seiner geringen Löslichkeit fällt das dreiwertige Eisen anteilig aus. Je nach hydrochemischem Milieu und pH-Wert bilden sich unterschiedliche Festphasen (Minerale) des dreiwertigen Eisens. Typische Eisen(III)minerale unterschiedlich versauerter Gewässer des Braunkohlenbergbaus sind Eisenhydroxid, Schwertmannit und Jarosit (Bild 7).

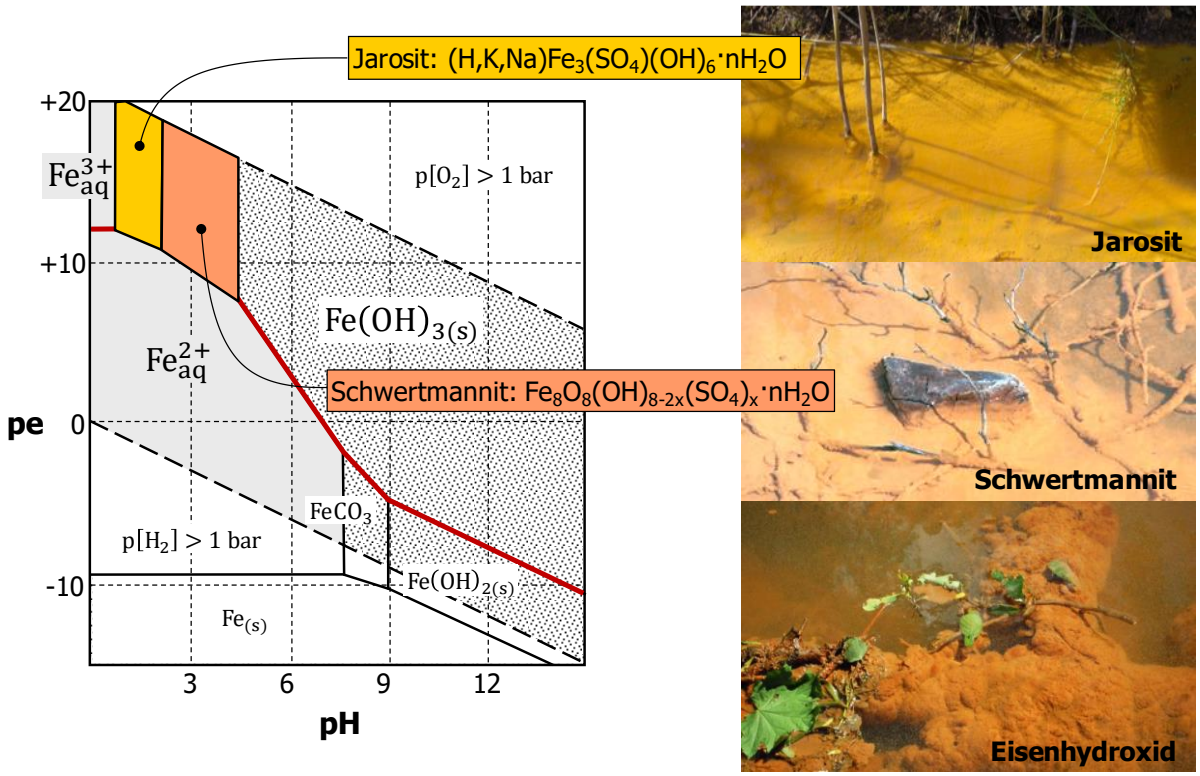


Bild 7: Typische Eisenminerale in unterschiedlich versauerten Gewässern des Braunkohlenbergbaus (Fotos: Uhlmann).

Die gesamte Reaktion der Oxidation des zweiwertigen Eisens sowie der Hydrolyse und der Ausfällung des dreiwertigen Eisens erzeugt im Falle von Ferrihydrit $Fe(OH)_3$ eine dem Eisen(II) äquivalente Acidität (Gleichung 6).

Gleichung 6: Gesamtreaktion der Eisen(II)oxidation, der Eisen(III)hydrolyse und der Fällung des Eisens als Eisen(III)hydroxid.

$$Fe^{2+} + \frac{1}{4}O_2 + \frac{5}{2}H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 2H^+$$

Versauerung

Ein anaerobes und in diesem Zustand meist nur schwach saures Grundwasser mit einer hohen Eisen(II)-Konzentration (siehe oben), das nach der Belüftung stark versauert, wird als **versauerungsdisponiert** bezeichnet. Damit wird die Versauerungsneigung des Grundwassers beschrieben. Die quantitative Größe der entstehenden Acidität nach vollständiger Oxidation des zweiwertigen Eisens und ggf. weitere hydrolytisch reagierende Metalle, wie z. B. Aluminium, ist das **Versauerungspotential**. Dessen Kenntnis ist zur Bemessung der Wasserbehandlung erforderlich. Zur Kennzeichnung der Versauerungsdisposition und des Versauerungspotentials werden folgende Kennwerte verwendet:

pH_{ox} ..... der pH-Wert eines Grundwassers nach vollständiger Oxidation des zweiwertigen Eisens, nachfolgender Hydrolyse des dreiwertigen Eisens und anteiliger Ausfällung desselben,

$K_{B4,3}^{ox}$ ..... die Basenkapazität zum pH = 4,3 des oxidierten Wassers mit pH_{ox} und

$K_{B8,2}^{ox}$ ..... die Basenkapazität zum pH = 8,2 des oxidierten Wassers mit pH_{ox}.

Die Versauerungsdisposition und das Versauerungspotential können näherungsweise durch vereinfachte chemische Bilanzen abgeschätzt werden (Gleichung 7).

Gleichung 7: Bilanzierung des Versauerungspotentials.

$$K_{B4,3}^{ox} \approx 2 \cdot [Fe^{2+}] - K_{S4,3}$$
$$K_{B8,2}^{ox} \approx 2 \cdot [Fe^{2+}] + 3 \cdot [Al^{3+}] - K_{S4,3}$$

Zur Versauerungsdisposition des belüfteten Grundwassers können nach der Gleichung 7 lediglich folgende Aussagen getroffen werden (Tabelle 30).

Tabelle 30: Bewertung der Säure-Base-Reaktion auf Grundlage des Versauerungspotentials.

Acidität nach Gleichung 7	Erwartungsbereich des pH-Wertes	Einschätzung
$K_{B4,3}^{ox} > 0$	$pH_{ox} < 4{,}3$	Versauerungsdisponiert
$K_{B4,3}^{ox} < 0$	$pH_{ox} > 4{,}3$	Nicht versauerungsdisponiert

5.1.2 Mobilisierung

Die betriebsbedingte Ursache der Eisenmobilisierung ist die Pyritverwitterung infolge der Grundwasserabsenkung und der Belüftung der geologischen Schichten während des Tagebaubetriebs. Ursprünglich bestand die Vorstellung, dass künftige Stoffausträge vorrangig aus den Innenkippen und aus den Außenhalden der Braunkohlentagebaue über den Grundwasserpfad zu den Fließgewässern und zu den Schutzgütern erfolgen werden, wie das zunächst in Bergbaufolgeseen beobachtet wurde. Aufgrund der Fließgewässerferne der meisten Halden und Kippen hätte ausreichend Vorwarnzeit und Handlungsspielraum bestanden. Zu den wesentlichen Ergebnissen der Eisenstudien und zu den überraschenden Erkenntnissen der Fließgewässerverockerung zählte jedoch, dass in den Bereichen der ehemaligen Grundwasserabsenkungstrichter maßgebliche Eisenfrachten aus pleistozänen Grundwasserleitern und aus Niedermooren mobilisiert werden, die unmittelbar im Kontakt mit den Fließgewässern stehen (siehe Abschn. 5.1.3). Der Eiseneintrag setzte mit der nachbergbaulichen Wiederherstellung des Grundwasseranschlusses an die Fließgewässer quasi auf dem letzten Anstiegsmeter nahezu spontan ein.

Das Eisen wird fast ausschließlich als reduziertes echt gelöstes zweiwertiges Eisen aus dem Grundwasser in die Fließgewässer eingetragen. Zweiwertiges Eisen ist auch bei sehr hohen Konzentrationen im Wasser nicht sichtbar und wird deshalb auch als Klarwassereisen bezeichnet. Die Eisentransformation und der Eisentransport im Fließgewässer werden durch drei maßgebliche Prozesse bestimmt:

- die Oxidation von Eisen(II) zu Eisen(III),
- die Hydrolyse des Eisens(III) zu Eisen(III)hydroxid und
- die Sedimentation von Eisen(III)hydroxid.

Das zweiwertige Eisen wird in den Oberflächengewässern überwiegend abiotisch zu dreiwertigem Eisen oxidiert (Gleichung 8). Die mikrobiologische Oxidation des zweiwertigen Eisens spielt für die Prozesse in den bergbaubeeinflussten Fließgewässern unter Berücksichtigung der Zeitskala keine Rolle.

Gleichung 8: Homogene abiotische Eisen(II)oxidation.

$$Fe^{2+} + \frac{1}{4}O_2 + H^+ \xrightarrow{k_{Ox,Fe(II)}} Fe^{3+} + \frac{1}{2}H_2O$$

$k_{Ox,Fe(II)}$ .... kinetische Konstante der Eisenoxidation.

Maßgeblich für das Verständnis der Prozesse des Eisentransports in den Fließgewässern ist, dass sich die **Eisen(II)oxidation** einem Zeitgesetz, d. h. einer Kinetik, unterordnet (Gleichung 9). Sie ist insbesondere abhängig:

- von der Eisen(II)konzentration,
- von der Sauerstoffkonzentration,
- vom pH-Wert und
- von der Wassertemperatur.

Gleichung 9: Kinetik (Zeitgesetz) der abiotischen Eisen(II)oxidation, in der Notation nach Cole & Wells (2016), erweitert durch den Temperaturterm.

$$\frac{d[Fe^{2+}]}{dt} = k_{Ox,Fe(II)} \cdot f_{Ox}(T) \cdot [O_2] \cdot 10^{2(pH-7)} \cdot [Fe^{2+}]$$

$\frac{d[Fe^{2+}]}{dt}$ ..... Zeitliche Veränderung der Eisen(II)-gelöst-Konzentration ..... [g/(m³·s]
$k_{Ox,Fe(II)}$ ..... Oxidationskonstante für Eisen(II) ..... [1/(g/m³·s)]
$f_{Ox}(T)$ ..... Temperaturabhängigkeit der Eisen(II)oxidation ..... [-]
$[O_2]$ ..... Sauerstoffkonzentration ..... [g/m³]
pH ..... pH-Wert ..... [-]
$[Fe^{2+}]$ ..... Eisen(II)-gelöst-Konzentration ..... [g/m³]

Die Halbwertszeit der Eisenoxidation liegt im Naturraum in einer Spanne zwischen wenigen Stunden und Tagen. Deshalb kann das Klarwassereisen mit der Strömung in Fließgewässern über viele Kilometer transportiert werden. Für Standgewässer mit Verweilzeiten in der Zeitskala von Wochen bis Jahren ist die Kinetik der Eisenoxidation dagegen nicht relevant.

Die **Eisen(III)hydrolyse**, d. h. die stufenweise (sequentielle) Reaktion des dreiwertigen Eisens mit Wasser, ist eine sehr schnelle Reaktion (Gleichung 10 und Gleichung 11). Sie ist nicht limitierend für die Eisentransformation.

Gleichung 10: Sequentielle Hydrolysereaktionen des Eisens(III).

$$Fe^{3+} + H_2O \rightleftharpoons FeOH^{2+} + H^+$$
$$FeOH^{2+} + H_2O \rightleftharpoons FeOH_2^+ + H^+$$
$$FeOH_2^+ + H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3^0 + H^+$$

Gleichung 11: Summarische Hydrolysereaktion des Eisens(III).

$$Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3^0 + 3H^+$$

Die summarische Reaktion der Eisen(II)oxidation und Eisen(III)hydrolyse beeinflusst den Säure-Basen-Status eines Gewässers (Gleichung 12). Bei der Oxidation und Hydrolyse von einem Mol Eisen entstehen zwei Mol Acidität. Folglich verbrauchen 6 mg/L Eisen etwa 0,2 mmol/L Alkalinität, 12 mg/L Eisen etwa 0,4 mmol/L Alkalinität, 30 mg/L Eisen etwa 1,0 mmol/L Alkalinität und so fort. Für die Spree mit einer Alkalinität von etwa 2 mmol/L ist die Säure-Basen-Tönung dieses Prozesses vernachlässigbar. In der Kleinen Spree führt die Eisenbelastung mit zeitweilig bis zu 60 mg/L dagegen episodisch zu einer Versauerung.

Gleichung 12: Summarische Oxidations-, Hydrolyse- und Fällungsreaktion des Eisens in Oberflächengewässern.

$$Fe^{2+} + \frac{1}{4}O_2 + \frac{5}{2}H_2O \rightarrow Fe(OH)_{3(a)} \downarrow + 2H^+$$

Eisen(III)hydroxid bildet im Wasser zunächst Mikroflocken, die lange Zeit in der Schwebe bleiben und deshalb das Wasser trüben. Die Eisenflocken agglomerieren und fallen schließlich aus. Dieser Prozess lässt sich für Eisen(III)hydroxid in neutralen Gewässern durch eine Pseudokinetik 1. Ordnung abbilden (Gleichung 13). Die Halbwertszeit dieses Prozesses bemisst sich ebenfalls in Stunden bis Tagen.

Gleichung 13: Empirische Sedimentationskinetik.

$$\frac{d[Fe(OH)_3^0]}{dt} = \frac{k_{Fe(OH)3}}{z} \cdot f_{Sed}(T) \cdot [Fe(OH)_3^0]$$

$\frac{d[Fe(OH)_3^0]}{dt}$ ..... Zeitliche Veränderung der Eisen(III)hydroxid-Konzentration ..... [g/m³]
$k_{Fe(OH)3}$ ..... Sedimentationsrate für Eisen(III)hydroxid ..... [m/d]
z ..... Mittlere Tiefe des Gewässers ..... [m]
$f_{Sed}(T)$ ..... Temperaturabhängigkeit der Sedimentation von Eisen(III)hydroxid ..... [-]
$[Fe(OH)_3^0]$ ..... Eisen(III)hydroxid-Konzentration ..... [-]

Die Eingangskonzentration der Eisenbelastung, die Fließgeschwindigkeit sowie die Reaktionsgeschwindigkeiten der Eisenoxidation (Gleichung 9) und der Eisenausfällung (Gleichung 13) bestimmen die Reichweite des Eisentransports in Fließgewässern. Da die beiden letzteren zudem maßgeblich von der Wassertemperatur abhängig sind, unterscheiden sich das sommerliche und das winterliche Belastungsmuster der Fließgewässer signifikant voneinander.

5.1.3 Auswirkungen

Während des Tagebaubetriebs und der fortschreitenden Grundwasserabsenkung im Gewinnungsbergbau sind zunächst die Bergbauunternehmen mit der stofflichen Belastung des Sümpfungswassers konfrontiert. Beim Grundwasserwiederanstieg im Zuge des Sanierungsbergbaus breitet sich die stoffliche Belastung aus und kann in bislang unbeeinflusste Grundwasserleiter oder in Oberflächengewässer eindringen. Markante stoffliche Folgeerscheinungen der tagebaubegleitenden Pyritverwitterung sind die Versauerung von Bergbaufolgeseen, siehe LUA (1995) und LUA (2001), und die Verockerung von Fließgewässern, siehe LMBV (2010a), LMBV (2010b), LMBV (2012) und LMBV (2013a), in den Gebieten des Sanierungsbergbaus.

Die **Versauerung von Bergbaufolgeseen** ist ein weltweites Phänomen, siehe zum Beispiel Geller et al. (2013). Zur Versauerung von Bergbaufolgeseen (AMD – acid mine drainage) gibt es ein nahezu unübersehbares internationales Schrifttum. Eine wichtige Instanz ist die International Mine Water Association (IMWA), die sich speziell dieser Thematik verpflichtet fühlt. Auch national liegt zu dieser Thematik ein umfangreiches Schrifttum vor. Mit LUA (1995) und LUA (2001) wurden im Lausitzer Braunkohlenrevier bereits zu einem frühen Zeitpunkt des Sanierungsbergbaus in den ostdeutschen Braunkohlenrevieren thematische Arbeiten aufgelegt. Später folgten umfangreiche Forschungsarbeiten am UFZ und an zahlreichen deutschen Universitäten.

Die Besonderheiten der Versauerung von Bergbaufolgeseen des Braunkohlenbergbaus in Deutschland im Allgemeinen und in der Lausitz im Besonderen sind:

- der tiefe Einschnitt in die Grundwasserleiter,
- die Entstehung großvolumiger Seen,
- eine juvenile Genese der Wasserbeschaffenheit durch Grundwasseraufgang,
- Stoffeinträge durch Grundwasser aus den Innenkippen und aus dem Absenkungstrichter der Tagebaue sowie durch Erosion der verwitterten Böschungen,
- die Dominanz stark sauer Seen bei der juvenilen Genese
- eine große Bandbreite der Eisenkonzentrationen sowie
- die Dominanz von dreiwertigem Eisen im sauren Seewasser infolge der ausreichend langen Zeit für die Eisenoxidation.

In den sauren Bergbaufolgeseen entspricht der gemessene pH-Wert etwa der Versauerungsdisposition ($\mathrm{pH} \approx \mathrm{pH_{ox}}$) und die gemessenen Basenkapazitäten $\mathrm{K_{B4.3}}$ bzw. $\mathrm{K_{B8.2}}$ entsprechen etwa dem Versauerungspotential $\mathrm{K^{ox}_{B4,3}}$ bzw. $\mathrm{K^{ox}_{B8.2}}$ (Gleichung 14):

Gleichung 14: Acidität saurer Bergbaufolgeseen.

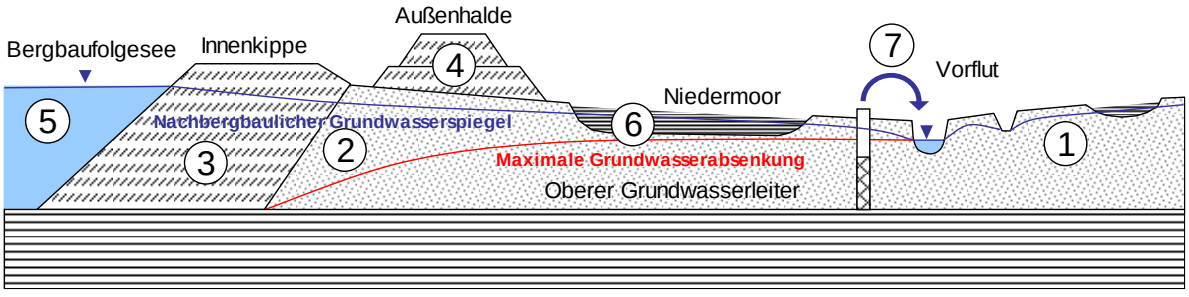
$$\mathrm{pH} \approx \mathrm{pH_{ox}}$$

$$\mathrm{K_{B4.3}} \approx \mathrm{K^{ox}_{B4,3}} \approx [\mathrm{H^+}] + [\mathrm{HSO_4^-}] + (2 \ldots 3) \cdot [\mathrm{Fe^{3+}}]$$

$$\mathrm{K_{B8.2}} \approx \mathrm{K^{ox}_{B8.2}} \approx [\mathrm{H^+}] + [\mathrm{HSO_4^-}] + (2 \ldots 3) \cdot [\mathrm{Fe^{3+}}] + 3 \cdot [\mathrm{Al^{3+}}]$$

Die **Versauerung und Verockerung von Fließgewässern** infolge von Bergbau ist ebenfalls ein weltweites Phänomen, siehe LfULG (2013). Neben der Lausitz werden solche Erscheinungen in begrenztem Umfang auch im Mitteldeutschen Braunkohlenrevier, z. B. DGL (2010), und im Rheinischen Braunkohlenrevier, z. B. Lenk u. a. (2013), beobachtet. In den zwei zuletzt genannten Fällen handelt es sich jeweils um den Stoffaustrag aus den Kippen von Braunkohlentagebauen.

Die Besonderheiten der Versauerung und Verockerung von Fließgewässern in der Lausitz besteht neben den enormen räumlichen Ausmaßen vor allem darin, dass die wesentlichen Quellen weder die Innenkippen, noch die Außenhalden von Braunkohlentagebauen und auch nicht die Bergbaufolgeseen sind, sondern holozäne Niedermoore und pleistozäne Grundwasserleiter, die von der bergbaulichen Grundwasserabsenkung erfasst waren. Insgesamt wurden in LMBV (2010b) und LMBV (2013a) sieben mögliche Quellen für die Versauerung und Verockerung von Fließgewässern in der Lausitz erkannt (Bild 8).



1. Gebietsspezifische Vorbelastungen (u. a. Torfstiche, Bergbau auf Raseneisenerze, landwirtschaftliche Melioration)
2. Belüftete Lamelle der gewachsenen Grundwasserleiter im Absenkungstrichter
3. Innenkippen der Braunkohlentagebaue
4. Außenhalden des Braunkohlenbergbaus
5. Grundwasserabstrom aus sauren und eisenreichen Bergbaufolgeseen
6. Grundwasserabfluss aus wiedervernässten Niedermooren
7. Inselbetriebe zur Stützung des lokalen Wasserhaushaltes

Bild 8: **Quellen der Eisenbelastung von Fließgewässern im Lausitzer Braunkohlenrevier, aus LMBV (2013a).**

Die **gebietsspezifische Vorbelastung** der lokalen Fließe mit Eisen (**1**) durch jahrzehnte- und teilweise sogar jahrhundertalte bzw. -lange Nutzungen hat in der Lausitz die Wahrnehmung zur Beschaffenheit von Gewässern maßgeblich geprägt. Verockerte Fließe in landwirtschaftlich und fischereiwirtschaftlich genutzten Gebieten sind keine Seltenheit. Als Ursache steht die Entwässerung und Belüftung der vormals dominant hydromorphen, organogenen und anaeroben Böden. Die Verockerung von Fließgewässern und landwirtschaftlichen Dränagegräben ist als lausitztypische Erscheinung auch außerhalb des Braunkohlenbergbaus bekannt, was sich auch in entsprechenden Gewässerbezeichnungen zeigt (z. B. Rothwassergraben, Braunsteich). Deshalb wurden diese Erscheinungen in der Anfangsphase des Grundwasseranstiegs nicht unbedingt mit dem Braunkohlenbergbau assoziiert.

In der Lausitz entstehen im Zuge der juvenilen Genese überwiegend **saure und eisenreiche Bergbaufolgeseen** (**5**), die bei Anbindung an die Vorflut als Austragsquellen in Betracht kommmen. Durch den Grundwasseranstieg und die Flutung bestand jedoch die Chance, diese Gefahr abzuwehren. Mittels Inlake-Wasserbehandlung wurden die Seen neutralisiert und das Eisen ausgefällt. Der Abfluss aus den Bergbaufolgeseen stellt im Zuständigkeitsbereich der LMBV heute keine relevante Eisenquelle mehr dar. Die LE-B wird den gleichen Weg beschreiten. In Bereichen des Bergbaus ohne Rechtsnachfolge existieren jedoch saure und eisenreiche Bergbaufolgeseen, deren Abflüsse die Vorflut stofflich belasten. Zahlreiche Beispiele sind im Muskauer Faltenbogen zu finden, wie der Felixsee und andere.

Die ursprünglich bergrechtlich geforderten **Inselbetriebe** zur Stützung des lokalen Wasserhaushaltes (**7**) sind im Zuge des Grundwasserwiederanstiegs im Bereich des Sanierungsbergbaus im letzten Jahrzehnt überwiegend entbehrlich geworden und wurden von der LMBV abgeworfen. Sie sind bis auf wenige Ausnahmen als Quelle der Versauerung und der

Verockerung heute nicht mehr relevant. Die LE-B betreibt zur Stützung des Wasserhaushaltes der lokalen Vorflut in der Umgebung ihrer Tagebaue diverse Inselbetriebe (Tabelle 31). Früher wurde das Wasser aus den Inselbetrieben überwiegend unbehandelt in die Vorflut eingeleitet. In einigen Fällen wurden Absetzbecken oder sogenannte Absetzstrecken zur Belüftung und zur Eisensedimentation zwischengeschaltet. Sie hatten ihre Funktion mehr oder weniger zufriedenstellend erfüllt. Unbefriedigend war die Funktionalität von Absetzbecken und Absetzstrecken vor allem im Falle versauerungsdisponierter Wässer.

Im zurückliegenden Jahrzehnt wurden zahlreiche Inselbetriebe der LE-B durch die Einleitung zentral oder örtlich behandelter Sümpfungswasser ersetzt, z. B. an der Nordmarkscheide des Tagebaus Welzow-Süd bzw. in der GWVBA Trebendorf, versehen.

Tabelle 31: Aktuelle Inselbetriebe als Eisenemittenten für Vorfluter.

Betreiber	Tagebau	Inselbetrieb	Herkunft	Mittlerer Volumenstrom	Eisen	Bemerkungen
				m³/min	mg/L	
LMBV	Schlabendorf-Süd	Görlsdorfer Fließ → Großteich Görlsdorf → Borcheltsfließ → Berste	Einzelbrunnen	≈ 2,2	< 10	Stützung während der Sommermonate
		Bergen-Weißacker Moor → Berste	Einzelbrunnen (ehem. RR-Brunnen)	≈ 0,5	25 … 30	Stützung während der Sommermonate
LE-B	Nochten	Trebendorfer Tiergarten und Struga-Süd → Struga	Randriegel Trebendorf	≈ 5,0	< 5	---
		Altes Schleifer Teichgelände → Struga	Randriegel Trebendorf	≈ 3,0	~ 3	vorbehandelt in GWVBA Trebendorf
	Jänschwalde	Lasszinswiesen	Randriegel	< 30	< 2	---

Als ewige Zeitzeugen des Braunkohlenbergbaus (s. o.) bleiben neben den Bergbaufolgeseen auch die großflächigen **Innenkippen** (**3**) und die **Außenhalden** (**4**) der Tagebaue bestehen. Die Bergbaufolgeseen können nach dem Stand der Technik chemisch behandelt, z. B. durch Inlake-Verfahren, und als Belastungsquellen für die Fließgewässer beherrscht werden. Vor der einschneidenden Zäsur Ende der 2000er Jahre hinsichtlich der Versauerung und Verockerung von Fließgewässern dominierte die akademische Sichtweise, dass die Innenkippen und die Außenhalden der Braunkohlentage nachbergbaulich als maßgebliche Stoffquellen für das Grundwasser und Oberflächengewässer in Betracht zu ziehen sind. Zumal in den Innenkippen und teilweise auch in den Außenhalden pyritreiche tertiäre Sedimente verstürzt wurden. Die räumliche Ferne der Innenkippen und Außenhalden von den regionalen Fließgewässern versprach ausreichend Vorwarnzeit und Handlungsspielraum.

Als mögliche Stoffquellen für die Oberflächengewässer blieben im Lausitzer Braunkohlenrevier die weitreichenden **Grundwasserabsenkungstrichter** (**2**) und hier insbesondere die von der Grundwasserabsenkung erfassten **Niedermoore** (**6**) (siehe Bild 9) lange Zeit unbeachtet. Die geologische Besonderheit des Niederlausitzer Braunkohlenreviers, die Flächenlagerstätten, beförderten eine große räumliche Ausdehnung der Grundwasserabsenkungstrichter. Die Grundwasserabsenkungstrichter erfassten holozäne und jungpleistozäne, karbonatfreie und zugleich organikreiche fluviatile Bildungen in den Urstromtälern, in denen ursprünglich zahlreiche Versumpfungsmoore lagen. Der Spreewald ist das ehemals flächen-

größte Versumpfungsmoor in der Niederlausitz. Im Torferhaltungshorizont der Versumpfungsmoore wurden Pyritgehalte gefunden, die stellenweise die Pyritgehalte der tertiären Sedimente deutlich übertreffen. Die Entwässerung und Belüftung solcher Sedimente mitunter über mehrere Jahrzehnte lies die Pyrite hochgradig verwittern.

Die gelegentlich geäußerte Hypothese, dass die Eisenbelastung der Fließgewässer aus den zahlreich vorkommenden Rasenerzbildungen in den anmoorigen Niederungen stammt, ist falsch. Das sogenannte Raseneisenerz ist genetisch mit den Sulfiden der Niedermoore assoziiert. Sie sind ein typischer Begleiter des Torfbildungshorizontes und der Grundwasserwechselzone. Die Minerale der sogenannten Raseneisenerze, vorwiegend Limonit und Goethit, sind weitgehend verwitterungsstabil, auch bei Säureangriff.

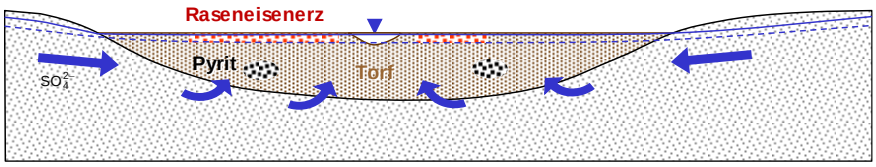
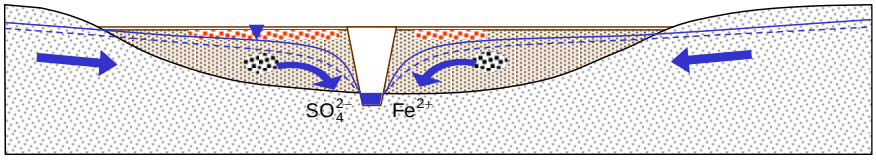
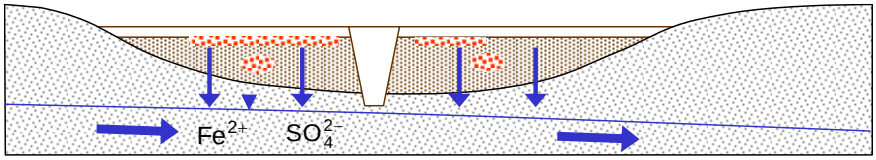
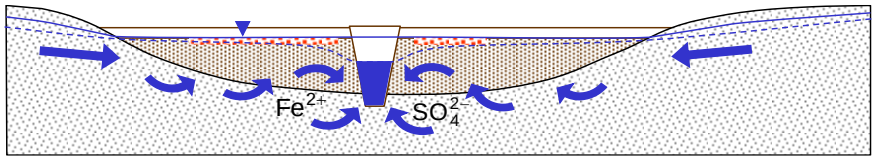
(1) Natürlicher Zustand	
Stoffeintrag aus dem Grundwasser: ▪ **Raseneisenerz** im Torfbildungshorizont ▪ **Pyrit** im Torferhaltungshorizont	
(2) Kulturhistorischer Zustand	
Lokale Grundwasserabsenkung: ▪ Torfgewinnung, Raseneisenerz ▪ Landwirtschaftliche Hydromelioration	
(3) Braunkohlenbergbau	
Regionale Grundwasserabsenkung: ▪ **Pyritverwitterung** im Erhaltungshorizont ▪ Stoffeintrag ins Grundwasser	
(4) Grundwasserwiederanstieg	
Regionaler Grundwasserwiederanstieg: ▪ Geländevernässung (durch Höhenverlust) ▪ Diffuser **Stoffeintrag** in die Fließgewässer	

Bild 9: **Die Niedermoore im Niederlausitzer Braunkohlenrevier für die Verockerung und Versauerung von Fließgewässern, aus LMBV (2013a).**

Vorboten der Verockerung und Versauerung von Fließgewässern infolge des Grundwasserwiederanstiegs wurden im Niederlausitzer Braunkohlenrevier Anfang der 2000er Jahre an der Schrake am Nordhang des Lausitzer Grenzwalls im Einflussbereich des Tagebaus Schlabendorf-Süd beobachtet. Die lokalen Entwicklungen im Einzugsgebiet der Schrake wurden sachlich richtig gedeutet. Eine Problemreflexion auf das gesamte Niederlausitzer Braunkohlenrevier wurde jedoch versäumt.

Der Habitus der Versauerung und Verockerung stellt sich in den Oberflächengewässern des Lausitzer Braunkohlenreviers unterschiedlich dar. In der Tabelle 32 sind ein betroffenes wiedervernässtes Niedermoor - die Torfwiesen bei Jehschen, ein betroffenes Fließgewässer 2. Ordnung – das Eichower Fließ, ein betroffenes Fließgewässer 1. Ordnung – die Spree und schließlich die Talsperre Spremberg dargestellt. Sofern verfügbar, sind zum Datum der Aufnahme die relevanten hydrologischen und hydrochemischen Daten angegeben.

Tabelle 32: Erscheinungsformen der Verockerung und Versauerung von Gewässern und grundwasserabhängigen Landökosystemen infolge des Braunkohlenbergbaus.

Niedermoore
Torfwiesen bei Jehschen
April 2014

Kennwert	Maß-einheit	Wert
Durchfluss	m³/s	0,01
pH-Wert	---	6,7
Eisen-gesamt	mg/L	150
Eisen-gelöst	mg/L	130

Foto: H. Rauhut

Fließgewässer 2. Ordnung
Eichower Fließ an der B115
April 2010

Kennwert	Maß-einheit	Wert
Durchfluss	m³/s	0,04
pH-Wert	---	6,6
Eisen-gesamt	mg/L	100
Eisen-gelöst	mg/L	85

Foto: W. Uhlmann

Fließgewässer 1. Ordnung
Spree in Spremberg-Wilhelmsthal
August 2013

Kennwert	Maß-einheit	Wert
Durchfluss	m³/s	14,7
pH-Wert	---	6,9
Eisen-gesamt	mg/L	5,5
Eisen-gelöst	mg/L	0,4

Foto: W. Uhlmann

Standgewässer
Hauptsperre der Talsperre Spremberg
06.09.2013

Kennwert	Maß-einheit	Wert im Zufluss	Wert im Abfluss
Durchfluss	m³/s	12,1	11,9
pH-Wert	---	6,8	7,0
Eisen-gesamt	mg/L	3,7	0,6
Eisen-gelöst	mg/L	0,11	0,03

Foto: H. Rauhut

Für das bergbaubeeinflusste Grundwasser in der Lausitz muss davon ausgegangen werden, dass der vorbergbauliche chemische Zustand, d. h. die anzunehmenden natürlichen Hintergrundwerte für Sulfat, Eisen und andere hydrochemische Kennwerte, nach menschlichem Ermessen erst nach sehr langer Zeit erreicht wird, siehe dazu Abschnitt 5.1.4.1. Für die physikalischen Prozesse der Auswaschung und Verdünnung durch Grundwasserneubildung sowie für die natürlichen chemischen und mikrobiologischen Prozesse der Selbstreinigung des Grundwassers, ist nach aktuellem Kenntnisstand mit einer Dauer von vielen Jahrzehnten und eher noch von mehreren Jahrhunderten zu rechnen.

5.1.4 Quellstärkenminderung

5.1.4.1 Allgemeine Überlegungen

Die Verursacher, die fachlich Beteiligten und die Betroffenen der Fließgewässerbelastungen infolge des Braunkohlenbergbaus bewegt besonders die Frage, wie lange die Stoffeinträge in die Fließgewässer anhalten und ob es natürliche Prozesse oder technische Verfahren gibt, die zu einem Versiegen der Stoffquellen führen. Die Antworten auf diese Fragen hängen im Wesentlichen davon ab, ob die Stoffeinträge lokal oder diffus stattfinden und im ersten Fall weiterhin davon, ob sie aus technischen Anlagen oder aus Fließen, Seen und Speichern erfolgen.

Anhand einer universellen Stoffbilanz für eine bergbaulich relevante chemische Komponente (Sulfat, Eisen, Versauerung) soll gezeigt werden, welche grundlegenden Möglichkeiten der Quellstärkenminderung bestehen (Gleichung 15).

Gleichung 15: Konzentration einer chemischen Belastungskomponente an einem definierten Flussprofil.

Als Knotenpunktbilanz:

$$C(i) = \frac{\sum_j \left(Q(j) \cdot C(i,j)\right)}{\sum_j Q(j)}$$

Unter Berücksichtigung von Rückhalt in den Herkunftsräumen j:

$$C(i) = \frac{\sum_j \left(Q(j) \cdot C(i,j) - R(i,j)\right)}{\sum_j Q(j)}$$

Unter zusätzlicher Berücksichtigung von Rückhalt im oder vor dem Fließgewässer:

$$C(i) = \frac{\sum_j \left(Q(j) \cdot C(i,j) - R(i,j)\right) - R(i)}{\sum_j Q(j)}$$

$C(i)$ ..... Stoffkonzentration einer chemischen Komponente i ..... $\left[\frac{kg}{d}\right]$
$C(i,j)$ ..... Stoffkonzentration der chemischen Komponente i im Teilstrom aus Herkunftsraum j ..... $\left[\frac{g}{m^3}\right]$
$R(i)$ ..... Rückhalt und/oder Abbau der chemischen Komponente i (Abbaurate) im Fließgewässer ..... $\left[\frac{kg}{d}\right]$
$R(i,j)$ ..... Rückhalt und/oder Abbau der chemischen Komponente i (Abbaurate) im Herkunftsraum j ..... $\left[\frac{kg}{d}\right]$
$Q(j)$ ..... Volumenstrom des Teilstroms aus dem Herkunftsraum j ..... $\left[\frac{m^3}{d}\right]$
i ..... Chemische Komponente i
j ..... Herkunftsraum j

Die **ökologische Zielfunktion** für ein bergbaulich belastetes Fließgewässer besteht vordergründig in der Minimierung der Stoffkonzentration einer spezifischen chemischen Belastungskomponente, wie Sulfat, Eisen oder die Versauerung: $C(i) \rightarrow \min$.

Für die **Punkteinträge** kommen als wesentliche Mechanismen der Quellstärkenminderung die Eintragsminderung in die Fließgewässer in Betracht durch:

- die Minimierung/Einstellung der Einleitung: $Q(j) \rightarrow \min$. bzw. $Q(j) \rightarrow 0$,
- einen Ausgleich (Verdünnung) der Konzentrationsspitzen: $\sum_j \left(Q(j) \cdot C(i,j)\right) \rightarrow \min$. oder
- eine komponentenspezifische Wasserbehandlung: $R(i) \rightarrow \max$.

Für die **diffusen Stoffeinträge** kommen als wesentliche Mechanismen der Quellstärkenminderung in Betracht:

auf hydraulischem Weg:

- das Auswaschen der Herkunftsräume: $C(i,j) \rightarrow \min$. und/oder
- das Einkapseln der Belastungsherde: $Q(j) \rightarrow \min$.

sowie auf chemisch-mikrobiologischem Weg:

- durch Abbauprozesse oder Rückhaltemechanismen in den Herkunftsräumen: $R(i,j) \rightarrow \max$. und/oder
- durch eine gezielte Wasserbehandlung im Fließgewässer: $R(i) \rightarrow \max$.

Die Prozesse können auf natürlichem Wege oder mit technischer Unterstützung verlaufen. Im ersten Fall spricht man von natürlichen Selbstreinigungsprozessen.

Tabelle 33: Beispiele der Quellstärkenminderung.

Quellen	Methode	Zielfunktion gemäß der Gleichung 15	Umsetzungsbeispiele
Punkt-quellen	Minimierung/Einstellung der Einleitung	$Q(j) \rightarrow \min.$ $Q(j) \rightarrow 0$	Außerbetriebnahme von Inselbetrieben
	Ausgleich (Verdünnung) von Konzentrationsspitzen	$\sum_j \left(Q(j) \cdot C(i,j)\right) \rightarrow \min.$	Sulfatsteuerung in der Spree
	Wasserbehandlung	$R(i,j) \rightarrow \max.$	Neutralisation und Eisen-elimination in GWRA/GWBA Inlake-Wasserbehandlung in Bergbaufolgeseen
Diffuse Einträge	Auswaschen der Herkunftsräume	$C(i,j) \rightarrow \min.$	Natürlicher Prozess
	Einkapseln der Belastungsherde	$Q(j) \rightarrow \min.$	Sicherungsmethode in der Altlastenbehandlung
	Abbauprozesse oder Rückhaltemechanismen in den Herkunftsräumen	$R(i,j) \rightarrow \max.$	Heterotrophe Sulfatreduktion als natürlicher Prozess und initiierte Wasserbehandlung
	Wasserbehandlung im Fließgewässer	$R(i) \rightarrow \max.$	Wasserbehandlung an der Vorsperre Bühlow

5.1.4.2 Auswaschen

Das Auswaschen von Stoffen aus dem Grundwasser erfolgt günstigerweise auf natürlichem Weg durch die Grundwasserneubildung, d. h. als Selbstreinigungsprozess. Für einen idealen Mischreaktor steht die Halbwertszeit der Stoffbelastung in folgender Relation zur mittleren Verweilzeit des Wassers (Gleichung 16):

Gleichung 16: Zusammenhang zwischen der mittleren theoretischen Verweilzeit und der Halbwertszeit der Auslaugung aus einem idealen Mischreaktor.

$$t_{1/2} = 0{,}693 \cdot \tau$$

$t_{1/2}$ ..... Halbwertszeit (hier das Auswaschen) ..... [a]
τ ..... Mittlere hydraulische Verweilzeit ..... [a]

Die mittlere hydraulische Verweilzeit ist das Verhältnis zwischen Wasservolumen und Volumenstrom. Verweilzeiten in Grundwassersystemen können durch geohydraulische Modellierung ermittelt werden. Bei typischen Verweilzeiten des Grundwassers in geschlossenen Grundwassereinzugsgebieten von 70 bzw. 140 Jahren würden sich die Konzentrationen durch einfaches Auswaschen erst nach etwa 50 bzw. etwa 100 Jahren halbieren. Damit ist in den meisten Fällen der ökologische Zielwert noch nicht erreicht. In vielen Fällen ist eine stärkere Minderung erforderlich. Die Dauer der Auswaschung für eine beliebige Zielgröße der Verringerung der Stoffkonzentration in den Herkunftsräumen kann nach der Gleichung 17 eingeschätzt werden.

Gleichung 17: Zusammenhang zwischen der mittleren theoretischen Verweilzeit und der Halbwertszeit der Auslaugung aus einem idealen Mischreaktor.

$$t_{C(t)/C_0} = \ln\left(\frac{C_0}{C(t)}\right) \cdot \tau$$

$t_{C(t)/C_0}$ ..... Zeitdauer für die Verringerung der Konzentration durch Auswaschung ..... [a]
C_0 ..... Ausgangswert der Stoffkonzentration im Herkunftraum ..... $\left[\frac{mg}{L}\right]$ oder $\left[\frac{mmol}{L}\right]$
$C(t)$ ..... Zielwert der Stoffkonzentration im Herkunftraum ..... $\left[\frac{mg}{L}\right]$ oder $\left[\frac{mmol}{L}\right]$

Bei einer notwendigen Viertelung der Stoffkonzentrationen verdoppelt sich die erforderliche Zeit für das Auswaschen auf 100 bzw. 200 Jahre. In Bild 10 ist der Zusammenhang zwischen der notwendigen Konzentrationsminderung einer Belastungskomponente und der Dauer der Auswaschung im Verhältnis zur Verweilzeit für einen idealen Mischreaktor dargestellt.

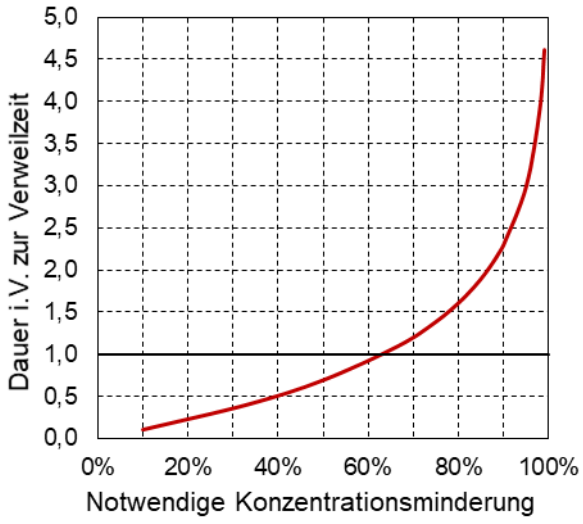


Bild 10: Verhältnis der Dauer des Auswaschens zur mittleren Verweilzeit in Abhängigkeit von der notwendigen Konzentrationsminderung einer Belastungskomponente.

Der Einwand, dass sich ein Grundwasserleiter, besser - ein Grundwassereinzugsgebiet, nicht durch einen Mischreaktor abbilden lässt, kann durch modellgestützt ermittelte Verweilzeitspektren des Grundwassers leicht entkräftet werden. Aufgrund der flächenhaft vorliegenden Belastungen, der heterogenen Grundwasserleiterstrukturen, des räumlichen Strömungsbildes mit unterschiedlich langen Fließwegen sowie der geometrisch und hydraulisch bedingten Dispersion gleicht das Stoffaustragsverhalten aus einem Grundwassereinzugsgebiet eher dem eines Mischreaktors als dem einer idealisierten Stromröhre.

Die Beziehungen nach der Gleichung 16 und der Gleichung 17 gelten nur für einen geschlossenen Mischreaktor und für konservative Komponenten.

Das erste trifft für hydrogeologische Systeme (Grundwasserleiter und Grundwasserleiterkomplexe) selten zu. Beim Zustrom eines gering belasteten Grundwassers aus benachbarten Einzugsgebieten und/oder beim Abstrom des belasteten Grundwassers in benachbarte Einzugsgebiete kann sich die Auswaschungszeit deutlich verkürzen. Beim Zustrom eines stark belasteten Grundwassers aus benachbarten Einzugsgebieten kann sich hingegen die Auswaschungszeit deutlich verlängern. Diese Abschätzungen können durch hydrogeologische Modelle getroffen werden.

Eine wesentlich unschärfere Eingangsgröße ist die stoffliche Retardation. Das einfache Modell der Auswaschung nach der Gleichung 16 und der Gleichung 17 gilt nur für Komponenten, die ausschließlich in gelöster Form im Porenwasser vorliegen. Diese Annahme gilt ggf. für Sulfat. Diese Annahme gilt jedoch nicht für Eisen und damit auch nicht für die Acidität. Das Eisen liegt zumindest zu einem bestimmten Anteil am Kationenaustauscher und ggf. als leichtlösliches Mineral im Grundwasserleiter vor. In dem Zuge, wie das Eisen durch die Grundwasserneubildung und/oder durch ein eisenarmes Grundwasser ausgewaschen wird, wird es vom Kationenaustauscher in definierten molaren Relationen desorbiert oder als leichtlösliches Mineral entsprechend der Löslichkeitskonstante gelöst und jeweils in das Porenwasser nachgeliefert.

Das einfachste Modell für die Stoffspeicherung im Untergrund ist das unspezifische Retardationskonzept. Es geht von einem Verteilungskoeffizienten $K_d(i)$ aus, der das Massen- oder Molverhältnis einer Komponente zwischen der Grundwasserleitermatrix $m_{(s)}(i)$, d. h. in gebundener Form, und dem Grundwasser $C(i)$, d. h. in gelöster Form, beschreibt. Der Verteilungskoeffizient entspricht dem Modell einer linearen Adsorptionsisotherme nach HENRY. Der Verteilungskoeffizient einer Komponente i im Grundwasser wird als maßeinheitenlose Größe nach der Gleichung 18 bestimmt.

Gleichung 18: Maßeinheitenloser Verteilungskoeffizient.

$$K_d(i) = \frac{m_{(s)}(i)}{C(i)} \cdot WBV$$

$K_d(i)$ ..... Verteilungskoeffizient ..... $[-]$
i ..... Chemische Komponente i
$m_{(s)}(i)$ ..... Adsorbierter Anteil der Komponente i ..... $\left[\frac{mg}{kg}\right]$
$C(i)$ ..... Gelöster Anteil der Komponente i ..... $\left[\frac{mg}{L}\right]$
WBV ..... Wasser-Boden-Verhältnis des Grundwasserleiters ..... $\left[\frac{L}{kg}\right]$

Die Wirkung eines anteilig an der Grundwasserleitermatrix adsorbierten Stoffes i auf den Stofftransport im Grundwasser wird durch den sogenannten Retardationsfaktor $R(i)$ beschrieben (Gleichung 19).

Gleichung 19: Retardationsfaktor.

$$R(i) = 1 + K_d(i)$$

$R(i)$ ..... Retardationsfaktor der Komponente i ..... $[-]$

Der Retardationsfaktor kann als Verzögerungsfaktor interpretiert werden. Im einfachsten Fall, dass heißt, wenn kein Stoff an der Grundwasserleitermatrix adsorbiert ist, sind der Verteilungskoeffizient $K_d(i) = 0$, weil $m_{(s)}(i) = 0$ und damit der Retardationsfaktor $R(i) = 1$. Bei gleichen Anteilen der adsorbierten und gelösten Stoffe, d. h. bei $C(i) = m_{(s)}(i) \cdot WBV$ sind der Verteilungskoeffizient $K_d(i) = 1$ und damit der Retardationsfaktor $R(i) = 2$. Das heisst, dass die entsprechende Komponente i in der doppelten Menge im Vergleich zur gelösten Stoffmenge im Grundwasserleiter vorrätig ist. Deshalb verzögert sich im einfachsten Fall der Stoffaustrag um den Faktor 2:

Gleichung 20: Zusammenhang zwischen der mittleren theoretischen Verweilzeit und der Halbwertszeit der Auslaugung aus einem idealen Mischreaktor und Berücksichtigung der stofflichen Retardation.

$$t_{C(t)/C_0} = \ln\left(\frac{C_0}{C(t)}\right) \cdot \tau \cdot R$$

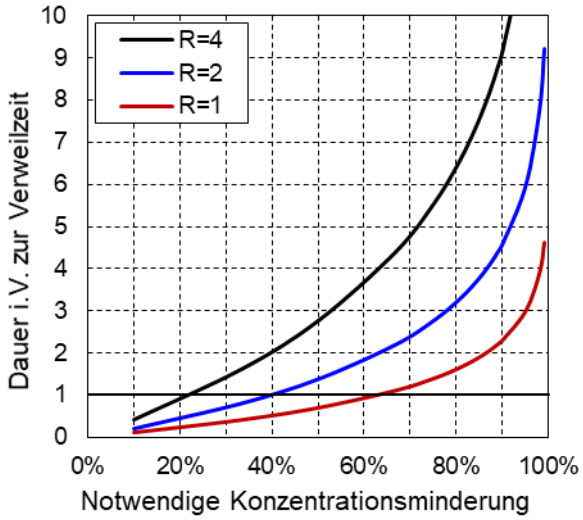


Bild 11: Verhältnis der Dauer des Auswaschens zur mittleren Verweilzeit in Abhängigkeit von der notwendigen Konzentrationsminderung einer Belastungskomponente unter Berücksichtigung der stofflichen Retention.

Die vergleichsweise einfachen Beziehungen zur Abschätzung der Dauer der Stoffausträge aus den belasteten Grundwasserleitern in die Fließgewässer nach der Gleichung 20 haben allerdings zwei Beschränkungen:

(1) Der Verteilungskoeffizient bzw. der Retardationsfaktor für den maßgeblichen Aciditätsträger in den Grundwasserleitern des Lausitzer Braunkohlenrevieres sind nicht ausreichend gut bekannt. Die wenigen vorliegenden Erkenntnisse deuten auf eine Spanne des Retadationsfaktors für Eisen in den pleistozänen fluviatilen Grundwasserleitern zwischen wenig > 1 und 20 hin.

(2) Zwischen den chemischen Komponenten des Grundwassers und den mineralischen Phasen der Grundwasserleiter bestehen verflochtene Zusammenhänge, die mit dem linearen Einkomponentenansatz des Retardationskonzeptes nicht abgebildet werden.

Die genannten Beschränkungen können durch geeignete geochemische Untersuchungen und durch die Anwendung der hydrogeochemischen Modellierung überwunden werden. Das ist aktuell Untersuchungsgegenstand.

5.1.4.3 Einkapseln

Das Einkapseln stofflicher Belastungen ist eine bewährte Methode bei der Sicherung von Altlasten. Dort handelt es sich überwiegend um lokale Schadstoffherde (Hotspots) mit begrenzter Tiefenausbreitung.

Die Sulfat- und Eisenbelastung sowie die Versauerungsdisposition im Grundwasser der pleistozänen Grundwasserleiter außerhalb der Tagebaue sind großräumig verbreitet. Das Einkapseln ist deshalb nicht das Mittel der Wahl zur Quellstärkenminderung. Nachteile der Einkapselung großer Bereich der pleistozänen Grundwasserleiter wären außerdem die nachhaltige Störung des Wasserhaushaltes und die sehr langen Umsetzungszeiten für den Bau der erforderlichen Dichtwände. Im Einzelfall vermögen Dichtwände, die im Zuge des Tagebaubetriebs errichtet wurden, im nachbergbaulichen Zustand die Einkapselungsfunktion übernehmen, z. B. die Dichtwand an der Ostmarkscheide des Tagebaus Jänschwalde zur Neißeaue hin.

Wenn sich die Prognose der GEOS (2008) bewahrheitet hätte, dass die Außenhalde Burghammer die maßgebliche Quelle für die Eisenbelastung in der Kleinen Spree bildet, könnte eine Quellstärkenminderung - unabhängig von einer wirtschaftlichen Bewertung - durch Umschließen der Außenhalde mit einer Dichtwand von mindestens 6 Kilometer Länge und bis etwa 100 Meter Tiefe gelingen. Zur Bewirtschaftung des aufgestauten Grundwassers wären zusätzlich eine lokale Wasserfassung und eine lokale Wasserbehandlung oder eine Wasserableitung in eine vorhandene Wasserbehandlungsanlage (hier vorzugsweise zur GWBA Schwarze Pumpe) erforderlich.

Die entgegengesetzte Vorgehensweise, die Fließgewässer vor diffusen Stoffeinträgen durch Abdichtung derselben schützen zu wollen, muss sowohl aus gebietshydrologischer als auch aus hydrostatischer Sicht verworfen werden. Die diffusen Stoffeinträge sind an ein Gebietsdargebot, den sogenannten Basisabfluss, gebunden. Wenn die natürliche Entlastung des Grundwassers in die Vorflut örtlich unterbunden wird, findet sie einen anderen Weg. Ggf. werden dadurch lediglich die Abschnitte der diffusen Stoffeinträge räumlich verlagert. Außerdem hat der Aufstau von Grundwasser unter gedichteten Flussbetten einen hydrostatischen Auftrieb zur Folge, der letztendlich zu einer Zerstörung der Sohldichtung führt und die Standsicherheit von Hochwasserschutzanlagen gefährdet. Die Gewässerabdichtung als Lösungsansatz zur Verhinderung diffuser Stoffeinträge wird deshalb grundsätzlich ausgeschlossen.

5.1.4.4 Rückhalt oder Abbau

Die heterotrophe Sulfatreduktion mindert auf dem Wege der mikrobiologischen Reduktion des Sulfats zu Mono- und/oder Disulfid nicht nur die Sulfatkonzentration, sondern erzeugt im Zuge dieses Prozesses Alkalinität (vgl. Gleichung 21). Da hierbei auch Eisen sulfidisch festgelegt wird, verspricht die Sulfatreduktion eine ideale Lösung für das Problemdreieck Sulfat, Eisen und Versauerung.

Gleichung 21: Heterotrophe Sulfatreduktion, Eisenreduktion und Fällung von Eisenmonosulfid.

$SO_4^{2-} + 2C_{org} + 2H_2O \xrightarrow{MO} HS^- + 2HCO_3^- + H^+$
$4FeOOH_{(s)} + C_{org} + 7H^+ \xrightarrow{MO} 4Fe^{2+} + HCO_3^- + 5H_2O$
$Fe^{2+} + HS^- \rightarrow FeS_{(s)} \downarrow + H^+$

Die Sulfatreduktion ist ein natürlicher Prozess. Er hat geologische Bedeutung. Alle syn- und postsedimentären Pyrite wurden auf diesem Wege gebildet. Pyrit kann hydrogeochemisch als Feststoffspeicher starker Säuren (Schwefelsäure) bewertet werden. Im Zuge der Pyritbildung entsteht ein stark gepuffertes, nahezu sulfatfreies Grundwasser, das in allen tiefen tertiären und auch pleistozänen Grundwasserleitern der Lausitz im natürlichen Zustand beobachtet werden kann.

Die Sulfatreduktion setzt abbaubare organische Substanz als Substratgrundlage voraus. In geologischen Maßstäben erfüllen auch Torfe und Kohlen diese Voraussetzungen, weshalb Pyrit meist mit diesen Bildungen geochemisch assoziiert ist.

Die Sulfatreduktion ist unter natürlichen Bedingungen ein sehr langsamer Prozess. Sulfatreduzierende Bakterien (SRB) sind „Hungerleider“, die mit dem schwer zugänglichen Oxidationsmittel Sulfat zurechtkommen. Sobald andere Oxidationsmittel wie Nitrat oder dreiwertiges Eisen verfügbar sind, kommt die Sulfatreduktion zum Erliegen.

Zur Kinetik der Sulfatreduktion gibt es wenige belastbare Literaturangaben. Die Abbauraten des Sulfats im Zuge der Sulfatreduktion liegen im Naturraum (Grundwasserleiter) unter vergleichbaren thermodynamischen Bedingungen im Bereich von Promille bis wenige Prozent im Jahr. Als natürlicher Selbstreinigungsprozess ist die Sulfatreduktion folglich sehr langsam. In den meisten Fällen dürfte die Sulfatreduktion der Auswaschung (Abschnitt 5.1.4.2) sogar unterlegen sein.

Durch die Zugabe leicht abbaubarer organische Stoffe als Substratgrundlage, wie Glukose, Stärke, Alkohole, Glycerin und vergleichbare, kann die Sulfatreduktion künstlich beschleunigt werden. Die Prozessführung erfolgt im geologischen Untergrund. Dazu ist ein streng anaerobes Milieu erforderlich. Bis auf zahlreiche großtechnische Versuche ist jedoch weltweit keine großflächige Anwendung der heterotrophen Sulfatreduktion als Sanierungsverfahren bergbaulich belasteter Wässer in Halden, Kippen oder Grundwasserleitern bekannt.

5.1.4.5 Chemische Behandlung

Die von der Pyritverwitterung betroffenen tertiären, pleistozänen und holozänen Stratigraphien enthalten natürlicherweise wenig Karbonatminerale, so dass eine natürliche Pufferung weitgehend nicht zur Geltung kommt. Durch chemische Wasserbehandlung muss dieser Mangel ausgeglichen werden. Die chemische Wasserbehandlung zielt auf die Neutralisation und die Abscheidung von Eisen aus den sauren bzw. versauerungsdisponierten Wässern.

Punktquellen können bzgl. Eisen und der Versauerung effektiv in Anlagen bzw. mit geeigneter Technik behandelt werden, siehe LBGR (2020b).

Diffuse Quellen sind theoretisch durch eine Untergrundwasserbehandlung zugänglich. Bislang ist jedoch international kein Verfahren bekannt, wie Alkalinität effektiv in den geologischen Untergrund von Porengrundwasserleitern eingetragen werden kann. Entweder die Suspension oder die nachfolgenden Neutralisationsreaktionen und Fällungsprozesse verstopfen den Porenraum des Grundwasserleiters meist schon unmittelbar am Injektions-

standort. Das führt zum Versagen der Eintragstechnologie und zu einer Veränderung der Grundwasserströmung.

In den Braunkohlentagebauen wird bei der Umwältigung des gewachsenen Gebirges der Einbau von Kalk in die Kippen als Technologie praktiziert, zum Beispiel im Tagebau Garzweiler, siehe Kwasny (2011) und Wisotzky & Lenk (2006). Unabhängig von den geohydraulischen Eigenschaften kann der Kalk bedarfsgerecht in die Kippen dosiert werden. Diese Methode scheidet für die gewachsenen pleistozänen Grundwasserleiter im Lausitzer Braunkohlenrevier aus.

5.1.4.6 Zusammenfassung

Nach dem Abschluss aller Bergbautätigkeit und des Grundwasserwiederanstiegs ist in den überwiegenden Fällen mit einem Abklingen der stofflichen Belastungen zu rechnen. Ein Anstieg der stofflichen Belastungen und damit eine Problemverlagerung in die Zukunft ist nur dort zu erwarten, wo die Stofftransportprozesse von der Quelle zum Schutzgut verzögert erfolgen, wie zum Beispiel von Kippen und Halden zu Wasserfassungen. Die diffusen Stoffausträge in die Fließgewässer und Seen sind von solchen Konstellationen überwiegend nicht betroffen.

Die Dauer der Stoffausträge und ihre Wirkungen auf das Schutzgut bestimmen im Wesentlichen den wirtschaftlichen Aufwand zur Abwehr derselben.

Bei **erwartbar kurzen Zeiträumen** der Stoffausträge von Jahren bis zu wenigen Jahrzehnten lässt sich der Bau von zusätzlichen lokalen Wasserfassungen und Wasserbehandlungsanlagen zur Abwehr diffuser Stoffeinträge meist wirtschaftlich nicht begründen, ganz abgesehen von üblicherweise langwierigen Genehmigungsverfahren in Deutschland. In diesen Fällen wird man die natürliche Entwicklung abwarten müssen bzw. können. Solche Fälle können rechtlich durch WSBZ in den betroffenen OWK begründet werden. Das wesentliche Argument für die Inanspruchnahme von WSBZ ist die Unverhältnismäßigkeit.

Bei **erwartbar langen Zeiträumen** der Stoffausträge von vielen Dekaden bis Jahrhunderte sind Lösungen vorstellbar, die bergbauliche Dimensionen annehmen können. Für solche Fälle scheitern wirtschaftliche Betrachtungen, die sich den Regeln der aktuellen Ökonomie unterordnen. Aufgrund der ungewöhnlich langen Zeit- und hohen Kostendimensionen rücken Lösungen in den Vordergrund, die im besonderen Maße Nachhaltigkeit und ein Minimum an Ewigkeitslasten versprechen. Ein Musterbeispiel ist der Vergleich zwischen Wasserfassungen zum Abfangen und Dichtwänden zur Abwehr von Stoffeinträgen. Die wirtschaftliche Asymmetrie der Investitionskosten beider Maßnahmen verkehrt sich in wenigen Jahrzehnten Betriebszeit in das Gegenteil.

Bei allen **mittelfristigen Zeiträumen** der Stoffeinträge sind geeignete technisch Lösungen zu finden, die nach den Maßstäben der Geeignetheit, Wirtschaftlichkeit und Verhältnismäßigkeit zu bewerten sind. Die besondere fachliche Herausforderung besteht in einer validen Prognose der Dauer und des Umfanges der Stoffausträge. Diese Prognose stützt sich auf zwei wesentliche Pfeiler: das Monitoring und die numerische Modellierung. Das Monitoring der Grundwasserbeschaffenheit wurde in den zurückliegenden Jahrzehnten von den Bergbauunternehmen und Behörden methodisch und technisch zu einem hohen Stand entwickelt. Die Messnetze wurden räumlich systematisch erweitert und an die neuen Herausforderungen der diffusen Stoffeinträge in die Fließgewässer angepasst. Die Modellentwicklung steht im Vergleich dazu noch am Anfang. Das liegt am hohen Anspruch an die reaktive Stofftransportmodellierung. Sie ist bislang über erste Ansätze mit Regionalmodellen für den Verantwortungsbereich der LMBV und mit Lokalmodellen zu den Wasserfassungen Spremberg und Harnischdorf (beide LE-B) nicht hinausgewachsen.

5.2 Aufgabenbezogene Belastungen

Der Einfluss des Braunkohlenbergbaus auf den Wasserhaushalt stellt sich als langfristige und großräumige Grundwasserabsenkung mit Veränderungen des Grundwasserstandes und der Grundwasserfließrichtung, als Veränderungen der Abflussverhältnisse in den Fließgewässern sowie Veränderungen in den Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser, den Oberflächengewässern und den grundwasserabhängigen Landökosystemen dar.

5.2.1 Grundwasser

Für die Braunkohlengewinnung im Tagebaubetrieb muss das Kohlenflöz trockengelegt, der Grundwasserspiegel in den hangenden Grundwasserleitern abgesenkt (Sümpfung) und in den unmittelbar liegenden Grundwasserleitern zumindest druckentspannt werden. Die **Grundwasserabsenkung** beschränkt sich dabei nicht auf die Kontur der Braunkohlentagebaue, sondern reicht entsprechend der lagerstättenspezifischen hydrogeologischen Gegebenheiten teilweise weit darüber hinaus. Durch die Anlage von **Mischbodenkippen** anstelle der vormals gewachsenen stratiformen Grundwasserleiter werden erheblich veränderte Grundwasserleiter erzeugt, wie die großflächigen Innenkippen der Tagebaue, deren geohydraulische und geochemische Eigenschaften sich vom ursprünglichen Zustand deutlich unterscheiden.

Nach Einstellung der derzeitigen Gewinnungstagebaue wird es noch Jahrzehnte dauern, bis sich im Grundwasser wieder ein ausgeglichener Wasserhaushalt einstellt. Im Einflussbereich von Kippen, Bergbaufolgeseen und verlegten Fließgewässern werden im Vergleich zu den vorbergbaulichen Verhältnissen dauerhaft veränderte Grundwasserverhältnisse entstehen bzw. bestehen bleiben. Insbesondere die Herstellung von Bergbaufolgeseen (Abschnitt 5.2.3) führt zu einer Veränderung der Potentialverhältnisse im Grundwasser. Das hat zur Folge:

- eine dauerhafte Absenkung des Grundwasserspiegels im Anstrombereich der Bergbaufolgseen und
- eine dauerhafte Aufhöhung des Grundwasserspiegels im Abstrombereich der Bergbaufolgseen.

Dies kann dazu führen, dass Fließ- und Standgewässer im Anstrombereich der Bergbaufolgeseen dauerhaft ohne Grundwasseranschluss bleiben. Im Abstrombereich der Bergbaufolgseen kann es dagegen zu einer Erhöhung der Grundwasserexfiltration und einem damit einhergehenden Stoffeintrag in die Oberflächengewässer kommen.

5.2.2 Fließgewässer

Durch den Braunkohlenabbau werden Teile der Einzugsgebiete von Fließgewässern überbaggert und nachhaltig in ihren morphologischen und hydrologischen Eigenschaften verändert. Zum Aufschluss der einzelnen Braunkohlenfelder mussten streckenweise Flüsse verlegt werden. Die Flüsse wurden dabei meist begradigt. Dadurch wird die Gewässerstruktur signifikant verändert. Folgen sind unter anderem der Verlust an Auenflächen und Retentionsräumen bei Hochwasser. Einzelne Fließgewässer wurden vom Bergbau temporär als Grubenwasserableiter genutzt. Dazu wurden sie zu entsprechend hydraulisch leistungsfähigen Gerinnen ausgebaut.

Um ein Trockenfallen von Fließgewässern in Gebieten mit Grundwasserabsenkung zu vermeiden, wurden deren Flusssohlen häufig abgedichtet. Im Rahmen der Renaturierung sind diese Abdichtungen zurückzubauen, um die Kommunikation zwischen Grund- und Oberflächenwasser wieder zu ermöglichen und die Ansiedlung der ursprünglich typischen Lebensgemeinschaften zu fördern.

Um die Versorgung der Braunkohlenkraftwerke mit ausreichend Kühlwasser sicherzustellen, wurden entlang von Fließgewässern Bauwerke zur Entnahme von Flusswasser (Wehre, Pumpstationen) errichtet sowie im Einzugsgebiet der Spree die Talsperren Quitzdorf, Bautzen und Spremberg angelegt.

Zur Verbindung benachbarter Bergbaufolgeseen werden Überleitungsbauwerke genutzt. Dadurch entstehen Seenlandschaften. Die Überleitungsbauwerke sind meist als offener Graben mit einer Schleuse ausgeführt. Die Schleusen gleichen die Stauspiegelunterschiede und -schwankungen zwischen den benachbarten Bergbaufolgeseen aus und ermöglichen eine touristische Nutzung.

In Bild 12 (Schwarze Elster) und Bild 13 (Spree) sind auszugsweise vor- und nachbergbauliche Gewässernetze in ehemaligen Tagebaubereichen beispielhaft dargestellt.

Im Gebiet der **Schwarzen Elster** im Raum der ehemaligen Tagebaue Kleinleipisch /Klettwitz/Klettwitz-Nord wurden im Rahmen der Braunkohlenförderung der Floßgraben, der Hauptgraben und zahlreiche weitere kleine Fließe sowie ehemalige Seen und Teiche zunächst entwässert und anschließend überbaggert. Der Hauptgraben und die Schwarze Elster wurden begradigt. Nach der Auskohlung der Tagebaue und der Flutung der Tagebauhohlformen entstanden mehrere Bergbaufolgeseen, unter anderem der Bergheider See, der Heidesee, der Kleinleipscher See, der Grünhauser See-Ost und West, das Grünewalder Lauch, der Seewaldsee und der Grüne See (Bild 12).

Im Gebiet der ehemaligen Tagebaue Schlabendorf-Nord, Schlabendorf-Süd, Seese-West und Seese-Ost südlich der **Spree** wurden vom Braunkohlenbergbau unter anderem die Fließe Schrake und Kleptna teilweise überbaggert. Auch die ehemals relativ großen Wasserflächen der Schönfelder und Seeser Teiche mussten dem Tagebau weichen. Im Rahmen der Renaturierung entstanden in den Tagebauhohlformen der Lichtenauer See, der Schlabendorfer See, der Drehnaer See und der Schönfelder See sowie mehrere kleine Bergbaufolgeseen. Erstere speisen unter anderem verschiedene Fließe, die in ihrem weiteren Verlauf in die Spree münden (Bild 13).

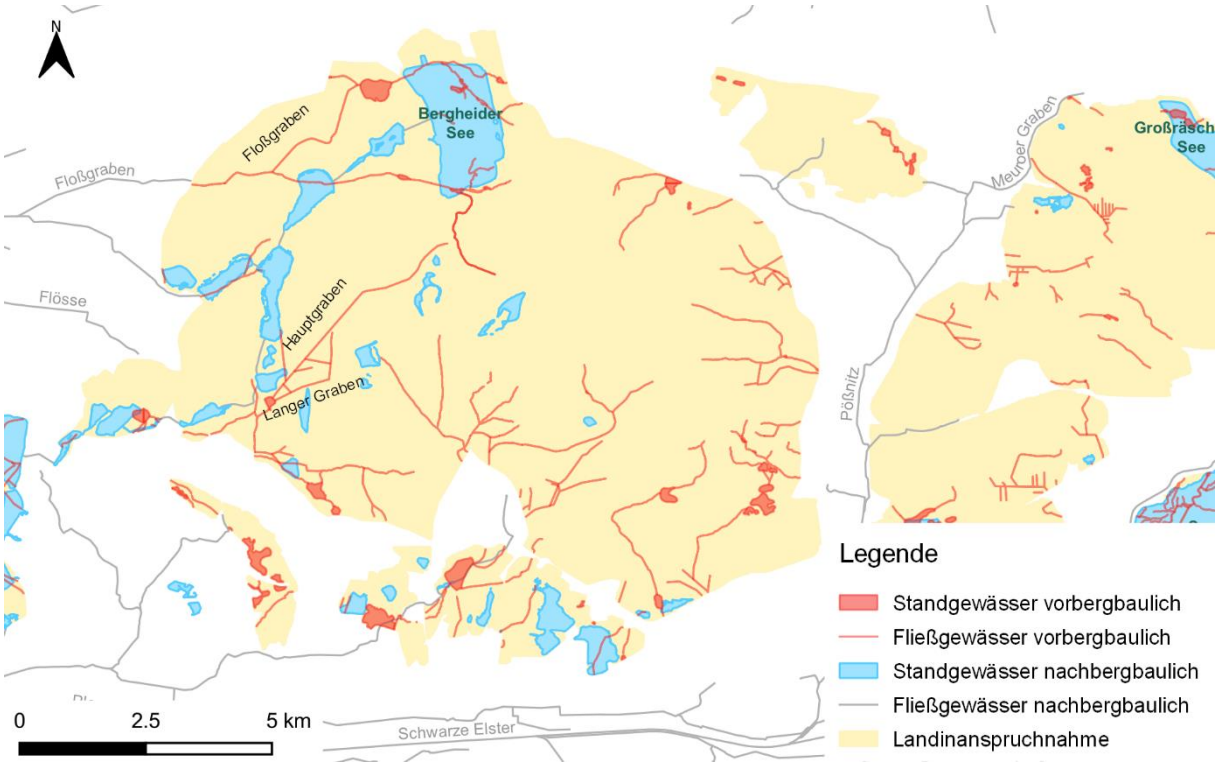


Bild 12: **Vergleich der vor- und nachbergbaulichen Gewässernetze im ehemaligen Tagebaubereich Kleinleipisch/Klettwitz/Klettwitz-Nord im Einzugsgebiet der Schwarzen Elster.**

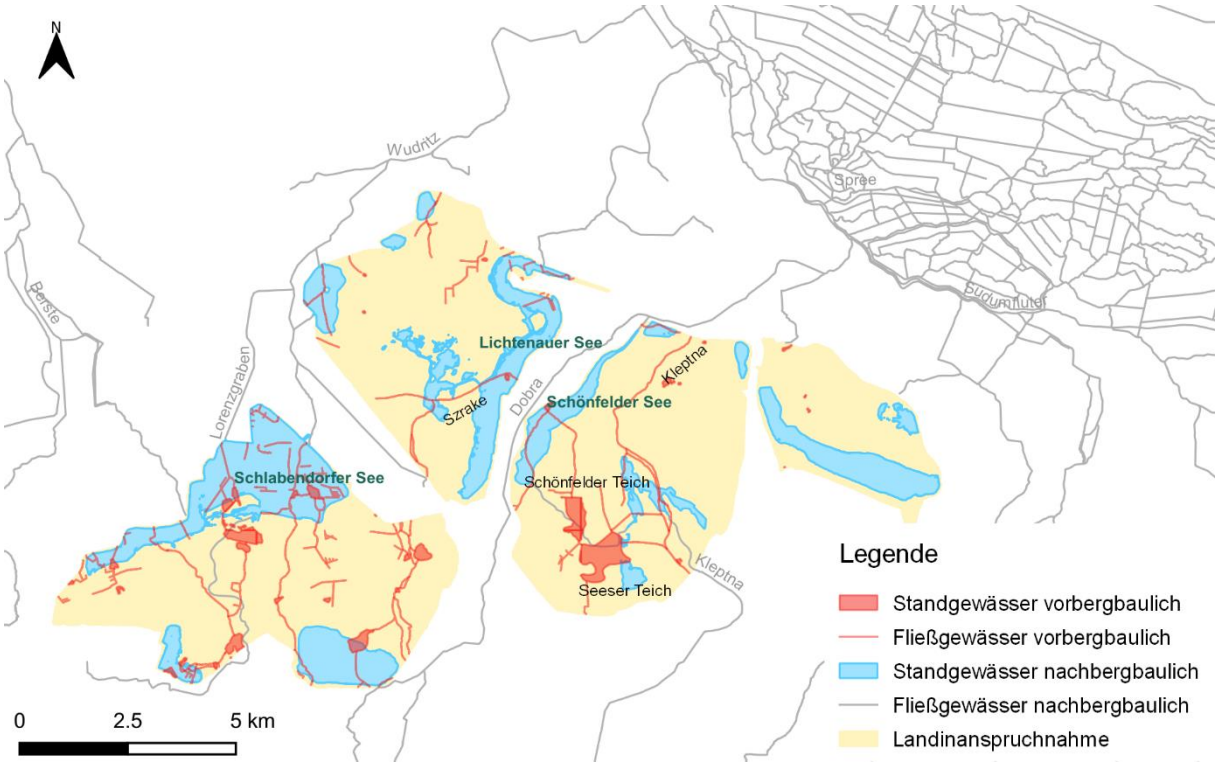


Bild 13: **Vergleich der vor- und nachbergbaulichen Gewässernetze im ehemaligen Tagebaubereich Schlabendorf/Seese im Einzugsgebiet der Spree.**

5.2.3 Standgewässer

Im Niederlausitzer Braunkohlenrevier gab es vor dem Beginn des Braunkohlenbergbaus kaum natürliche Standgewässer (Seen). Bei den auf den historischen Karten verzeichneten Wasserflächen (siehe Bild 12 und Bild 13) handelte es sich überwiegend um angestaute Fließe für den Mühlenbetrieb oder um Fischteiche. Beim Aufschluss der Braunkohlentagebaue wurden die Teiche innerhalb der Tagebaukonturen ersatzlos überbaggert. In den randlich von den Tagebauen gelegenen Teichen erhöhten sich durch die bergbauliche Grundwasserabsenkung die Versickerungsverluste. Zum Ausgleich der Versickerungsverluste wurde zusätzliches Stützungswasser eingeleitet, zum Beispiel in den Bärenbrücker und Peitzer Teichen sowie in den Großen Salzteich in Altdöbern. Bei zu hohen Versickerungsverlusten wurden Teiche auch trockengelegt und zeitweilig in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewidmet, wie zum Beispiel der Schloßteich Reddern. In anderen Fällen fielen die Teiche trocken ohne Nutzungskonzepte, wie z. B. die Skeinzteiche nördlich von Altdöbern.

Ausgewählte Standgewässer wurden vom Braunkohlenbergbau zudem für die aerobe Behandlung von Sümpfungswässern (z. B. als Absetzteiche) genutzt.

Durch das Massendefizit infolge der Förderung der Braunkohle in den Tagebauen verbleiben bergbauliche **Hohlformen** bzw. **Restlöcher**. Die Hohlformen der Braunkohlentagebaue werden in der Regel mit Wasser gefüllt, wobei ein **Bergbaufolgesee** entsteht. Die Flutung erfolgt sowohl passiv durch den Grundwasserwiederanstieg als auch aktiv durch die Zufuhr von Fremdwasser. Nur in wenigen Fällen stellt sich der nachbergbaulich stationäre Seewasserspiegel auf dem gewünschten Niveau ein. Zum Ausgleich von Wasserbilanzdefiziten oder Wasserbilanzüberschüssen sowie bei einer geplanten Nutzung von Seen als wasserwirtschaftliche Speicher (z. B. Wasserspeichersystem Lohsa) ist eine Anbindung an die Fließgewässer erforderlich. Insbesondere bei einer Ausleitung aus den Bergbaufolgeseen sind die stofflichen Wechselwirkungen mit den aufnehmenden Fließgewässern zu beachten.

5.2.4 Wasserhaushalt

Durch den Braunkohlenbergbau wird der Wasserhaushalt in den betroffenen Einzugsgebieten nachhaltig verändert. Maßgebliche Einflussfaktoren auf den Wasserhaushalt während des **Gewinnungsbergbaus** sind:

- die Erhöhung der Versickerungsverluste aus Oberflächengewässern durch die bergbaubedingte Grundwasserabsenkung sowie
- die Erhöhung des Wasserdargebots und die Überprägung der natürlichen innerjährlichen Abflussdynamik in Fließgewässern durch die Einleitung von behandelten Sümpfungswässern.

Für den Zeitraum des **Grundwasserwiederanstiegs** und im **nachbergbaulichen Zustand** wird der Wasserhaushalt durch die folgenden Einflussgrößen beeinflusst:

- ein zeitweiliges (mitunterer jahrzehntelanges) Dargebotsdefizit in den Oberflächengewässern aufgrund des Wasserbedarfs für die Auffüllung der Grundwasserabsenkungstrichter,
- ein zeitweiliger (mitunterer jahrzehntelanger), zusätzlicher Wasserbedarf für die Flutung von Bergbaufolgeseen,

- die Veränderung des Wasserdargebots in den Einzugsgebieten durch die Verschiebung von Gebietswasserscheiden infolge der bergbaubedingten Um- und Neugestaltung von ober- und unterirdischen Einzugsgebieten sowie

- zusätzliche Verluste durch die Gewässerverdunstung von Bergbaufolgeseen.

Während des Gewinnungsbergbaus sind die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt ambivalent. Die bergbaubedingte Grundwasserabsenkung führt einerseits zu einer Erhöhung der Versickerungsverluste und damit zu einer Verringerung des Wasserdargebots in den Stand- und Fließgewässern. Andererseits bedingt die Einleitung von behandeltem Sümpfungswasser zu einer deutlichen Erhöhung des Wasserdargebots in den beaufschlagten Fließgewässern. So stammen derzeit rund 50 % des mittleren Durchflusses der Spree am Pegel Spremberg aus den Sümpfungswassereinleitungen des Gewinnungsbergbaus (siehe Tabelle 23). Das bergbaubedingt erhöhte Wasserdargebot in den Hauptvorflutern wird intensiv genutzt. Die Jahrzehnte des Braunkohlenbergbaus mit der extensiven Grundwasserhebung haben zu einer Gewöhnung an die komfortable Ressourcensituation geführt.

Für den Zeitraum des Grundwasserwiederanstiegs ist von einer Verringerung des Wasserdargebots in den Einzugsgebieten auszugehen. Die maßgebliche Ursache dafür ist der Wasserbedarf zur Auffüllung des Grundwasserabsenkungstrichters und die Flutung von Bergbaufolgeseen. Nach Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs im nachbergbaulichen Zustand wird das Wasserdargebot in den Einzugsgebieten wieder zunehmen, allerdings nicht auf das vorbergbauliche Niveau. Eine maßgebliche Ursache dafür sind die Verdunstungsverluste der neu geschaffenen Bergbaufolgseen. Weiterhin sind in Folge der Um- und Neugestaltung von ober- und unterirdischen Einzugsgebieten regionale Verschiebungen in den Gebietswasserbilanzen zu erwarten.

Die vorgenannten Einflüsse auf den Wasserhaushalt wirken im Lausitzer Braunkohlenrevier durch das Nebeneinander von Sanierungs- und Gewinnungsbergbau gleichzeitig und in den einzelnen Einzugsgebieten unterschiedlich.

5.3 Wechselwirkungen Grundwasser/Oberflächenwasser

5.3.1 Fließgewässer

Bis auf wenige Ausnahmefälle ist der Zutritt (die **Exfiltration**) von Grundwasser in die Oberflächengewässer der hydrogeologische **Normalfall** in ungestörten Landschaften. Die Oberflächengewässer bilden hier die **Vorflut** sowohl für das oberflächig abfließende Wasser als auch für das Grundwasser. Durch die großflächige Grundwasserabsenkung im Zuge des Braunkohlenbergbaus ging den Fließgewässern die Funktionalität als Vorfluter für den Grundwasserabfluss (**Basisabfluss**) in vielen Bereichen verloren. Zur Verhinderung einer unmäßigen Versickerung (**Infiltration**) in den Grundwasserabsenkungstrichter und ggf. sogar des zeitweiligen Trockenfallens der Fließgewässer erfolgte eine **Abdichtung** der Gewässersohlen in den betroffenen Flussabschnitten. In anderen Fließgewässern wurde zur Gewährleistung des Abflusses gereinigtes oder ungereinigtes Sümpfungswasser als sogenanntes **Öko- bzw. Stützungswasser** eingeleitet.

In der nachbergbaulichen Landschaft soll im Sinne eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes der ursprüngliche Zustand - die Funktionalität der Oberflächengewässer als Vorflut für das Grundwasser - wiederhergestellt werden. Das ist besonders mit folgenden zwei Hindernissen verbunden:

(1) Da in den nachbergbaulichen Landschaften sowohl die Grundwasserverhältnisse als auch die Fließgewässer meist irreversibel verändert sind, ist die Wiederherstellung der (natürlichen) Vorflut nicht in jedem Fall hydrogeologisch gewährleistet. In Einzelfällen bleibt der Grundwasserspiegel unter dem Flussbett.

(2) Die wiederhergestellte Funktionalität der Fließgewässer als Vorflut führt nach der Ankopplung des Grundwassers stellenweise zu unerwünschten diffusen Stoffeinträgen, vor allem von Eisen und Säuren.

Im ersten Fall ist zu prüfen, ob **Abdichtungen** ggf. abschnittsweise im Gewässer verbleiben müssen. Im zweiten Fall werden entweder **Abwehrmaßnahmen** gegen die diffusen Stoffeinträge oder eine **Anpassung der Bewirtschaftungsziele** für das betroffene Fließgewässer erforderlich.

5.3.1.1 Gewässersohldichtungen

Die Gewässersohldichtungen wurden im Braunkohlenbergbau mit Folien, Asphalt oder Beton ausgeführt. Größere Gewässerprofile, z. B. die Kleine Spree, die Tranitz zwischen den Tagebauen und die Dobra, wurden trapezförmig ausgeformt, mit Betonplatten ausgelegt und mit Asphalt verfugt. Kleine Gewässerprofile, wie zum Beispiel der Unterlauf der Kleptna, wurden mit rechteckigen Betonformelementen ausgebaut. In der Regel wurden für die Gewässer neben der Abdichtung die Durchflussprofile ausreichend bemessen.

Die relevanten Gewässersohldichtungen im Lausitzer Braunkohlenrevier, über deren Rückbau oder Verbleib entschieden werden muss, sind in der Tabelle 34 aufgelistet.

Tabelle 34: Abgedichtete Gewässerabschnitte im Lausitzer Braunkohlenrevier.

Fließ-gewässer	Abschnitt	Länge km	Art der Abdichtung	Bemerkungen
Spree	Spreeknie Uhyst	5,6	Foliendichtung, Mittelwasserrinne und Hochwasserbankett	1983 gebaut, 2010 zurückgebaut
		1,2		1983 gebaut, nicht zurückgebaut
	Mündung Schwarzer Schöps – Wehr Tzschelln	3,3	Foliendichtung, Mittelwasserrinne und Hochwasserbankett	1987 gebaut, Rückbau vorgesehen, Prüfung erforderlich
Weißer Schöps	Rietschen bis Kringelsdorf	11,5	Beton, Trapezprofil	Grubenwasserableiter, seit 2014 Rückbau
Schwarzer Schöps	Reichwalde bis Kringelsdorf	3,9	Foliendichtung	1987 gebaut, 2012 zurückgebaut
Kleine Spree	Verlegter Abschnitt zwischen Tiegling und Burg	5,4	Asphalt und Beton, Trapezprofil	1985 gebaut
	Burg bis Burghammer	0,4	Beton, Trapezprofil	1985 gebaut
Tranitz	Wehr Kathlow bis Bärenbrück	5,0	Beton, Trapezprofil	Grubenwasserableiter, Rückbau vorgesehen
Verlegte Tranitz	Wehr Kathlow bis Einmündung in die Spree	5,5	Beton, Trapezprofil	Hochwasserableiter, Rückbau vorgesehen, Prüfung erforderlich
Kleptna-Betonkanal	Seese bis Redlitz	4,0	Beton-Formelemente, Rechteckprofil	Grubenwasserableiter, Rückbau vorgesehen
Dobra	Bathow bis Schönfeld	6,0	Beton, Trapezprofil	Rückbau vorgesehen

5.3.1.2 Diffuse Grundwasserzutritte

Die **Lokalisierung** diffuser Stoffeinträge des Eisens in die Fließgewässer ist aufgrund seines spezifischen Habitus (siehe Tabelle 32 in Abschnitt 5.1.3) meist leicht vorzunehmen. Die **Quantifizierung** des Volumenstroms der diffusen Stoffeinträge ist mit einem ungleich höheren methodischen und technischen Aufwand verbunden und mit großen Unschärfen behaftet.

Die größeren Fließgewässer im Lausitzer Braunkohlenrevier sind ausnahmslos **hydraulisch unvollkommen** in die pleistozänen und holozänen Grundwasserleiter eingebettet. Der Grundwasserzustrom zu den Fließgewässern erfolgt deshalb über den gesamten Flussquerschnitt. Zwischen einem Grundwasserleiter und einem Fließgewässer bildet sich im Flussquerschnitt ein **Durchflussprofil** der Exfiltration, das meist dadurch gekennzeichnet ist, dass der größte Zustrom in der Nähe des Wasserspiegels und der geringste über die Sohle erfolgt. Die Prozesse der Exfiltration sind selten symmetrisch. Je nach Lage des Flusses in der Aue wird er mehr oder weniger stark von beiden Seiten angeströmt. Die hydraulische Unvollkommenheit des Fließgewässers im Grundwasserleiter bedingt, dass das Fließgewässer auch unterströmt werden kann.

Die Flussbetten im Flachland sind häufig kolmatiert. Insbesondere Ablagerungen von Eisenhydroxidsedimenten werden in weiten Flussabschnitten beobachtet. Dies führt ebenfalls zur **Kolmation**. Während die Kolmation der Gewässerbetten die Versickerung maßgeblich verringert, verhindert sie den Grundwasserzutritt jedoch nicht wirksam.

Fließgewässerabschnitte mit Grundwasserzustrom können aus Kartenwerken an einer beidseitigen Scharung von Grundwassergleichen erkannt werden. Die Verengung der Grund-

wassergleichen in Fließgewässernähe ist auf den hydraulischen **Zusatzwiderstand** beim Übertritt in das Fließgewässer zurückzuführen. In den meisten praktischen Fällen gibt es jedoch nicht genügend Grundwassermessstellen in den Auen, um die Grundwassergleichen mit der erforderlichen Präzision darzustellen.

In LfULG (2014) wurde ein Methodenkatalog zusammengestellt, nach dem die hydraulischen Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und Oberflächengewässern speziell in Bergbaugebieten quantitativ ermittelt werden können. Der gleichen Thematik widmete sich zeitgleich und unabhängig ein Themenheft der DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef, DWA (2013).

Beide Arbeiten gelangen zu der Einschätzung, dass die hydraulischen Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Oberflächengewässern räumlich sehr heterogen und zeitlich variabel sind, weshalb ihre Quantifizierung an methodische Grenzen stößt. Die besten Ergebnisse hinsichtlich der quantitativen Erfassung liefern integrale Methoden für ausreichend große Fließgewässerabschnitte, wie zum Beispiel die Ermittlung von Durchflussdifferenzen. Dabei muss in der Regel eine kleine Größe (der zu ermittelnde Grundwasserzutritt) aus der Differenz zweier großer Größen (die Durchflüsse an den Rändern des Bilanzierungsabschnitts) ermittelt werden, was für die gesuchte Differenzgröße eine große Varianz ergibt. Es gilt die Regel: Je größer der Unterschungsabschnitt, desto zuverlässiger ist das Ergebnis. Methodisch ist vor allem die Untergrenze der räumlichen Auflösung eines Fließgewässers nach Abschnitten quantitativ unterschiedlicher Wechselwirkungen von Interesse. Selbst durch die Anwendung unterschiedlicher und unabhängiger Methoden ist das für den Abschnitt der Kleinen Spree zwischen Burghammer und die Mündung in die Spree bislang nicht zufriedenstellend gelungen.

In der Tabelle 35 sind die aktuell bekannten Wechselwirkungsbereiche zwischen Grundwasser und Fließgewässern (diffuse Eintragsbereiche) aufgelistet und - soweit bekannt - ihre wichtigsten Kennzahlen benannt.

Tabelle 35: Gewässerabschnitte mit eisenreichen und ggf. versauerungsdisponierten diffusen Grundwasserzutritten.

Fließ-gewässer	Abschnitt	Länge	Menge GW-Zutritt	Eisen im Grund-wasser	Eisen	Versauerung	Feststellung
		km	L/s	mg/L	kg/d		
Spree	Spreeknie Uhyst	2,0	100	15	130	---	2016
	Altarm am Wehr Ruhlmühle	1,1	60	160	800	■	2004
	Wehr Ruhlmühle - Spreewitz	7,0	285	125	3.100	---	2011
Kleine Spree	Burghammer-Spreewitz	5,4	245	80	775	□	2007
Steinitzer Wasser	Laubster Fließ	k. A.	35	26	80	■	
Greifenhainer Fließ	Wehranlage Greifenhain – Einmündung Buchholzer Fließ	1,2	15	140	190	■	2012
Laasower Fließ	Gesamter Fließverlauf	4,5	5	95	42	□	2012
Buchholzer Fließ	Unterlauf vor Mündung in das Greifenhainer Fließ	1,2	2	120	21	□	2012
Eichower Fließ	Luchwiesen bis Mündung in das Greifenhainer Fließ	5,8	15	115	150	---	2012
Kamske	Stradow bis Lübbenau Stottoff	10,0	230	18	65	---	2015
Göritzer Fließ	Unterlauf	2,5	8	25	17	□	2015
Kahnsdorfer Fließ	GWAB Raddusch	0,3	5	40	15	■	2012
Schrake	Oberlauf (Quelle bis Einmündung Rietzke)	k. A.	25	5	15	---	2002
Lorenzgraben	Auslauf Schlabendorfer See – Straße L60	1,8	3	90	23	□	2013

Erläuterungen:

	Versauerungsdisposition
---	Keine
□	Saisonal
■	Dauerhaft

5.3.2 Bergbaufolgeseen

Im Unterschied zu den natürlichen eiszeitlichen Seen des Flachlandes unterscheiden sich Bergbaufolgeseen des Braunkohlenbergbaus durch einen **tiefen Einschnitt** in gleichzeitig mehrere Grundwasserleiter. Der Wasseraustausch zwischen dem Grundwasser und dem Bergbaufolgesee ist entsprechend intensiv und durch vergleichsweise kurze Verweilzeiten des Seewassers gekennzeichnet.

Der Wasserspiegel des hergestellten Bergbaufolgesees wird in frühen Phasen der Planung an die künftigen Umgebungsbedingungen angepasst, wobei die Lage des Grundwasserspiegels die entscheidende Rolle spielt. In der Umgebung eines Bergbaufolgesees sollen Vernässungen, insbesondere in urbanen Bereichen, vermieden werden. Der geplante Wasserspiegel des Bergbaufolgesees entspricht nur selten seinem **Gleichgewichtswasserspiegel**. Der Gleichgewichtswasserspiegel (mit dem Grundwasser) ist der Wasserspiegel, der sich in einem See ohne Anbindung an die Vorflut mit einer natürlichen Schwankungsbreite einstellt bzw. einstellen würde. Das heisst, er entspricht einer ausgeglichenen Wasserbilanz des Grundwasserzuflusses, des Grundwasserabflusses und der klimatischen Wasserbilanz (Gewässerverdunstung). Es gibt nur wenige Bergbaufolgeseen ohne Vorflutanbindung. Der Verzicht auf eine Vorflutanbindung ist eine Option für Bergbaufolgeseen auf grundwasserfernen Standorten auf den tertiären Hochflächen oder in den Endmoränen, wo

keine Vorflut vorhanden ist oder sich nur mit großem Aufwand herstellen lässt. Ein Bergbaufolgesee mit einem Wasserbilanzdefizit, dessen Zielwasserspiegel sich nur durch die Zufuhr von Oberflächenwasser erreichen und halten lässt, ist eine schlechte Option und wird planerisch grundsätzlich vermieden.

Der hydrogeologische Normalfall ist der Bergbaufolgesee mit Bilanzüberschuss, der deshalb einer Ausleitung bedarf. Mit einem Ausleiter lässt sich die Lage des Wasserspiegels bedarfsgerecht regulieren. Der Bergbaufolgesee selbst hat in diesem Fall eine **Vorflutfunktion**. Wird dieser Bergbaufolgesee zusätzlich mit einem Zulauf aus einem Vorfluter versehen, ist eine speicherwirtschaftliche Nutzung möglich. Im Falle der Vorflutfunktion und der Notwendigkeit einer Ausleitung ergibt sich zwangsläufig auch die Notwendigkeit einer Wasserbehandlung.

Die hydraulischen Wechselwirkungen zwischen einem Bergbaufolgesee und dem Grundwasser lassen sich aus dem Grundwassergleichenplan ablesen. Die sogenannte **Kipplinie** im Bergbaufolgesee trennt die Bereiche des Grundwasserzustroms von den Bereichen des Grundwasserabstroms ab. In Ausnahmefällen gibt es keine Kipplinie. Das ist der Fall, wenn der Bergbaufolgesee so weit abgesenkt werden muss, dass er von allen Seiten vom Grundwasser angeströmt wird. In solchen Fällen gibt es meist keine natürliche Vorflut. Der Wasserspiegel muss durch Pumpbetrieb niedrig gehalten werden. Ein Beispiel ist das RL 28 im Verbund mit dem RL 29 in Schwarzheide.

In der Tabelle 36 sind Beispiele für **Wasserbilanzen** von Bergbaufolgeseen aufgeführt, die die intensiven Wechselwirkungen des Oberflächengewässers mit dem Grundwasser und die daraus resultierenden kurzen Verweilzeiten belegen.

Tabelle 36: Wasserbilanzen ausgewählter Bergbaufolgeseen.

Parameter	Maß-einheit	Bärwalder See	Gräbendorfer See	Schlabendorfer See (RL 14/15)
Wasserspiegel	m NHN	$\frac{+123{,}5}{+123 \ldots + 124}$	$\frac{+67{,}3}{+67{,}0 \ldots + 67{,}5}$	$\frac{+59{,}6}{+59{,}5 \ldots + 60{,}0}$
Volumen bei MH	Mio. m³	153,1	91,8	42,1
Wasserfläche bei MH	km²	12,6	4,1	5,3
Besonderheiten	---	Speichernutzung	---	---
Klimatische Wasserbilanz	Mio. m³/a	-2,8	-0,3	-1,1
Oberirdische Zuflüsse	Mio. m³/a	Spree: 16,4 Vorflut Klitten: 10,4 Böschung: 2,1	Greifenhainer Fließ: 1,9 Laasdorfer Fließ: 0,5 Laasower Fließ: 0,5 Böschung: 0,2	Lorenzgraben: 1,9 Böschung: 0,6
Oberirdischer Abfluss	Mio. m³/a	Schwarzer Schöps: -10,7	Greifenhainer Fließ: -7,3	Lorenzgraben: -4,7
Grundwasserzufluss	Mio. m³	3,2	4,6	4,9
Grundwasserabfluss	Mio. m³	-18,8	-0,2	-1,6
Mittlere Verweilzeit	a	5,2	27	4,5
Herkunft des Grundwasserzuflusses	---	Gewachsenes	Gewachsenes	Innenkippe des Tgb. Schlabendorf-Süd
Hydrochemie des Grundwasserzuflusses	---	Schwach gepuffert	Schwach gepuffert	Stark versauerungs-disponiert

Erläuterung: $\frac{\text{MH}}{\text{NH…HH}} = \frac{\text{Mittlerer Wasserspiegel}}{\text{Niedrigster Wasserspiegel … Höchster Wasserspiegel}}$

Der intensive Wasseraustausch eines Bergbaufolgesees mit dem Grundwasser bedingt hohe Stoffeinträge. In dem Fall, wenn das zuströmende Grundwasser eisenreich und versauerungsdisponiert ist, ist auch eine Versauerung des Bergbaufolgesees unvermeidbar. Diese Konstellation ist immer dann gegeben, wenn der Bergbaufolgesee von Kippenwasser aus den Innenkippen des eigenen Tagebaus angeströmt wird, wie zum Beispiel das RL 14/15 (Schlabendorfer See).

5.4 Schutzgüter

5.4.1 Trinkwasserschutzgebiete

Grundlage für die Betrachtung der Trinkwasserschutzgebiete bilden die Geodaten zu den Wasserschutzgebieten vom Geoportal der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). Diese Daten dienen der Berichterstattung zu diversen wasserbezogenen EG-Umweltrichtlinien, insbesondere der EG-WRRL. Des Weiteren wurde eine Zuarbeit des Geologischen Dienstes des LBGR für das brandenburgische Gebiet verwendet.

Nach der Integration der Geodaten in das GIS-Projekt erfolgte die Zuordnung des Bergbaueinflusses durch den Verschnitt mit der flächenhaften Abgrenzung des Bergbaueinflusses aus Abschnitt 4.4. Dabei wurde zwischen dominantem bzw. eindeutigem und zu prüfendem Bergbaueinfluss unterschieden. Weiterhin wurde der Bergbaueinfluss räumlich der LMBV bzw. der LE-B zugeordnet. Für Fassungsstandorte, bei denen die Trinkwassergewinnung aus Uferfiltrat an einem bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK erfolgt (Fernwirkung), wurde ein zu prüfender Bergbaueinfluss angenommen. Die bergbauliche beeinflussten Trinkwasserschutzgebiete sind in der Tabelle 37 zusammengestellt und in Bild 14 dargestellt.

Durch das LBGR wurde ein Erfassungsbogen Trinkwasser erarbeitet und an die zuständigen Betreiber und Behörden in Brandenburg übergeben. Auf Grundlage der erfassten Daten soll:

- eine Liste der Fassungsstandorte und Trinkwasserschutzgebiete mit ausgewählten Charakteristika sowie
- die hydrogeologische und hydrochemische Charakterisierung der Trinkwasserfassungen hinsichtlich der beanspruchten Wasserressourcen (Oberflächenwasser, Grundwasser, Grundwasserleiter, Einzugsgebiet) erstellt werden.

Die Daten lagen zum Redaktionsschluss noch nicht vor, sodass eine tabellarische Zusammenstellung sowie die Beschreibung der Entwicklungsperspektiven der Trinkwasserfassungen zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Für das sächsische Gebiet soll die Erfassung im Jahr 2020 durchgeführt werden.

Bisher sind bei den Fließgewässer-OWK Fernwirkungen des Sulfats über die Spree bis zu den Wasserwerken Briesen und Berlin-Friedrichshagen bekannt. Dort erfolgt zur Trinkwassergewinnung eine Grundwasserentnahme zum Teil über Uferfiltrat an der Spree bzw. am Müggelsee. Erhöhte Sulfatkonzentrationen in der Spree können sich entsprechend auf die Qualität des in den Wasserwerken (WW) produzierten Trinkwassers auswirken.

Die Berliner Wasserbetriebe haben im Jahr 2019 eine Szenarioanalyse für das WW Friedrichshagen erarbeitet. Für das Wasserwerk Briesen erfolgt im ersten Halbjahr 2020 eine Gefährdungsabschätzung hinsichtlich des Kennwertes Sulfat auf der Grundlage der DIN EN 15975-2. Ergänzend ist für die Wasserfassungen Erkner, Königs-Wusterhausen, Eichwalde und Gussow zu prüfen, ob die Anlagen ggf. auch durch die Fernwirkung des Sulfats beeinflusst werden. Für die drei letztgenannten Standorte kann eine solche Wirkung vorliegen, obwohl sie ihr Uferfiltrat an der Dahme entnehmen. Die Dahme wird über den Dahme-Umflutkanal teilweise mit Spreewasser beaufschlagt.

Nach Vorliegen aller Ergebnisse soll im Jahr 2020 der ggf. erforderlich werdende Handlungsbedarf unter Beachtung der künftigen Entwicklungen (siehe Abschnitt 4.3) ermittelt werden.

Tabelle 37: Bergbaubeeinflusste Trinkwasserschutzgebiete und Trinkwasserfassungen im Untersuchungsraum.

Zuordnung / Trinkwasser-schutzgebiet		Bundes-land	Dominanter Bergbaueinfluss	Prüffall Bergbaueinfluss
1	Altdöbern	BB	■	---
2	AWS Peitz mit Wasserfassung Drewitz II	BB	■	---
3	Bärwalde	SN	■	---
4	Bornsdorf	BB	■	---
5	Breitenau/Birkwalde	BB	---	■
6	Briesen (Mark)	BB	---	■
7	Bronkow	BB	---	■
8	Burg (Spreewald) / Borkowy (Blota)	BB	---	■
9	Cottbus-Sachsendorf	BB	■	---
10	Cottbus-Sachsendorf, Fassung Hänchen	BB	■	---
11	Cottbus-Sachsendorf, Fassung Harnischdorf	BB	■	---
12	Crinitz	BB	■	---
13	Eichow	BB	---	■
14	Eichwalde	BB	---	■
15	Friedrichshagen (Berlin)	BB	---	■
16	Graustein	BB	■	---
17	Gussow	BB	---	■
18	Königs Wusterhausen	BB	---	■
19	Leuthen	BB	■	---
20	Lindthal, Siedlung Erika	BB	---	■
21	Lübbenau (Spreewald)	BB	■	---
22	Neu Zittau (Erkner)	BB	---	■
23	Schollen	BB	---	■
24	Schönborn	BB	---	■
25	Schrakau	BB	---	■
26	Spremberg / Grodk	BB	■	---
27	Tettau	BB	---	■
28	Vetschau/Spreewald (Wetosow/Blota)	BB	■	---
29	WW Cottbus II - Wasserfassung Ruben	BB	---	■
30	Zeißig	SN	■	---
--(1)	Atterwasch-NW	BB	■	---
		Summe	**15**	**16**
	Trinkwasserschutzgebiete mit Bergbaueinfluss		**31**	
	Trinkwasserschutzgebiete ohne Bergbaueinfluss		**161**	
	Trinkwasserschutzgebiete im Untersuchungsraum		**192**	

(1) nicht in der Karte dargestellt

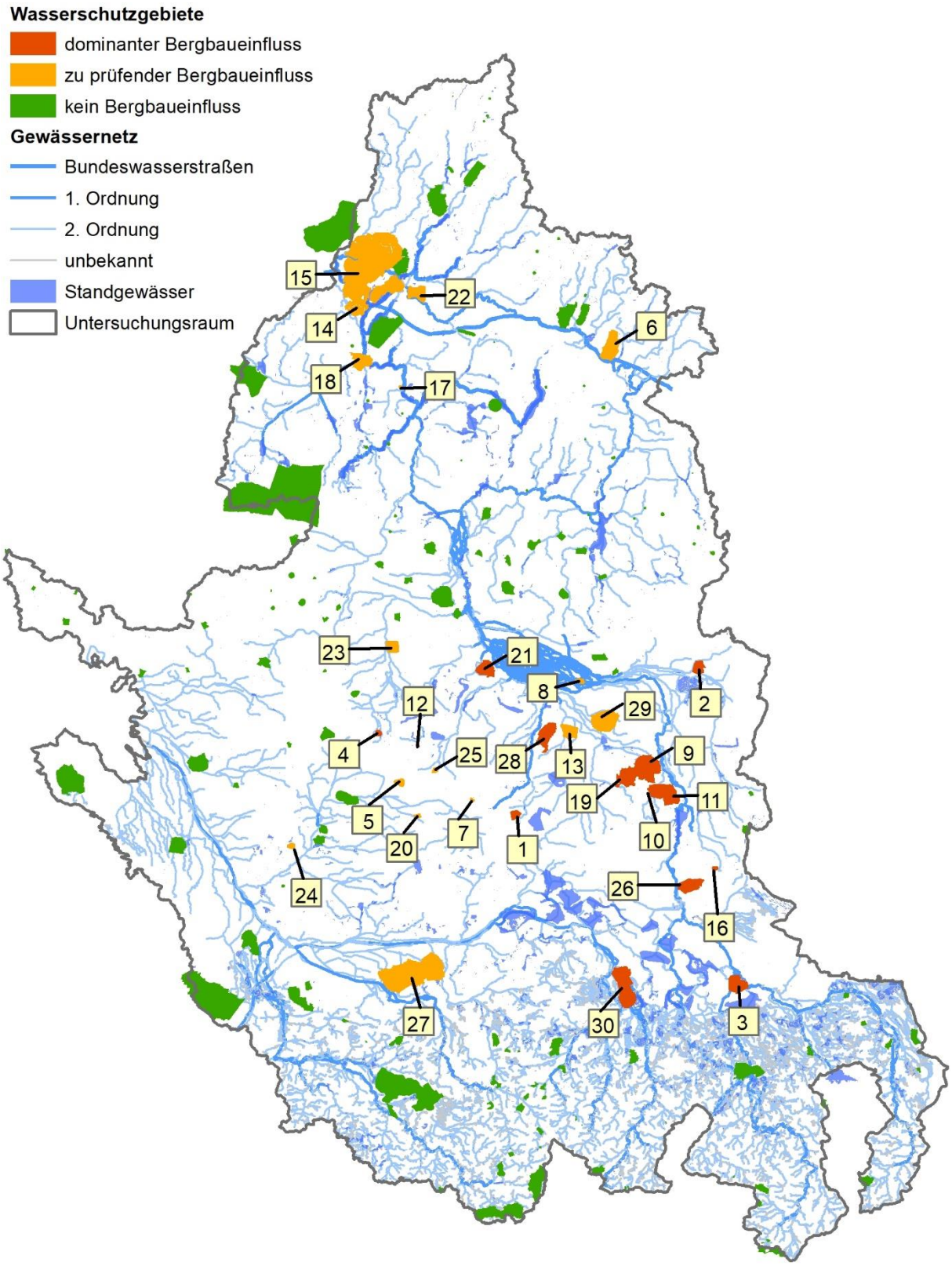


Bild 14: **Trinkwasserschutzgebiete und Trinkwasserfassungen im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung.**

5.4.2 Erholungsgewässer

Die bergbaurelevanten Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert sind gemäß der Badegewässerverordnungen der Bundesländer Sachsen und Brandenburg nicht maßgeblich für die Bewertung der Wasserqualität von Erholungs- bzw. Badegewässern. Die Bestimmung der Badewasserqualität erfolgt primär anhand der mikrobiologischen Parameter *Escherichia coli* und *Intestinale Enterokokken* als Indikatoren einer fäkalen Verschmutzung. Ferner sind durch die zuständigen Behörden sogenannte Badegewässerprofile zu erstellen. Hierbei sind alle Faktoren zu berücksichtigen, die eine nachteilige Beeinflussung des Badegewässers beinhalten, wie z. B. die Einleitung von Abwässern oder das Vorkommen von *Cyanobakterien* (Blaualgen).

Allerdings kann die Nutzbarkeit bzw. das Erscheinungsbild von Erholungs- bzw. Badegewässern durch bergbauliche Stoffeinträge stark beeinträchtigt werden. Beispiele hierfür sind zu niedrige oder zu hohe pH-Werte, etwa in Folge von Inlake-Wasserbehandlungen in einem Bergbaufolgesee oder verringerte Sichttiefen in Folge erhöhter Eisenkonzentrationen.

Die Ermittlung eines möglichen Bergbaueinflusses auf Bade- und Erholungsgewässer erfolgte nach der gleichen Methodik wie bereits bei den Trinkwasserschutzgebieten (siehe Abschnitt 5.4.1). Geodaten zu den ausgewiesenen Bade- und Erholungsgewässern wurden vom Geoportal der BfG abgerufen und mit den Daten zur räumlichen Ausdehnung des Bergbaueinflusses verschnitten. Eine mögliche Fernwirkung auf Badegewässer wurde als zu prüfende bergbauliche Beeinflussung eingestuft. Die ermittelten Bade- und Erholungsgewässer mit Bergbaueinfluss sind in der Tabelle 38 zusammengestellt und in Bild 15 dargestellt.

Tabelle 38: Bergbaubeeinflusste Bade- und Erholungsgewässer im Untersuchungsraum.

Zuordnung / Bade- und Erholungsgewässer		Bundesland	Dominanter Bergbaueinfluss	Prüffall Bergbaueinfluss
1	Gräbendorfer See, Laasow/Tauchschule	BB	■	---
2	Grünewalder Lauch, Gorden	BB	■	---
3	Grünewalder Lauch, Grünewalde	BB	■	---
4	Halbendorfer See	SN	■	---
5	Horstteich, Bornsdorf	BB	■	---
6	Senftenberger See, Großkoschen	BB	■	---
7	Senftenberger See, Niemtsch	BB	■	---
8	Senftenberger See, Senftenberg-Stadt	BB	■	---
9	Senftenberger See, Senftenberg/Buchwalde	BB	■	---
10	Speicher Knappenrode	SN	■	---
11	Speicherbecken Bärwalde	SN	■	---
12	Speicherbecken Lohsa I (Silbersee)	SN	■	---
13	Spree, Naturbadestelle Lübben/Steinkirchen	BB	---	■
14	Spree, Spreelagune	BB	---	■
15	Geierswalder See	SN	■	---
	Summe		**13**	**2**
Bade- und Erholungsgewässer mit Bergbaueinfluss			**15**	
Bade- und Erholungsgewässer ohne Bergbaueinfluss			**97**	
Bade- und Erholungsgewässer im Untersuchungsraum			**112**	

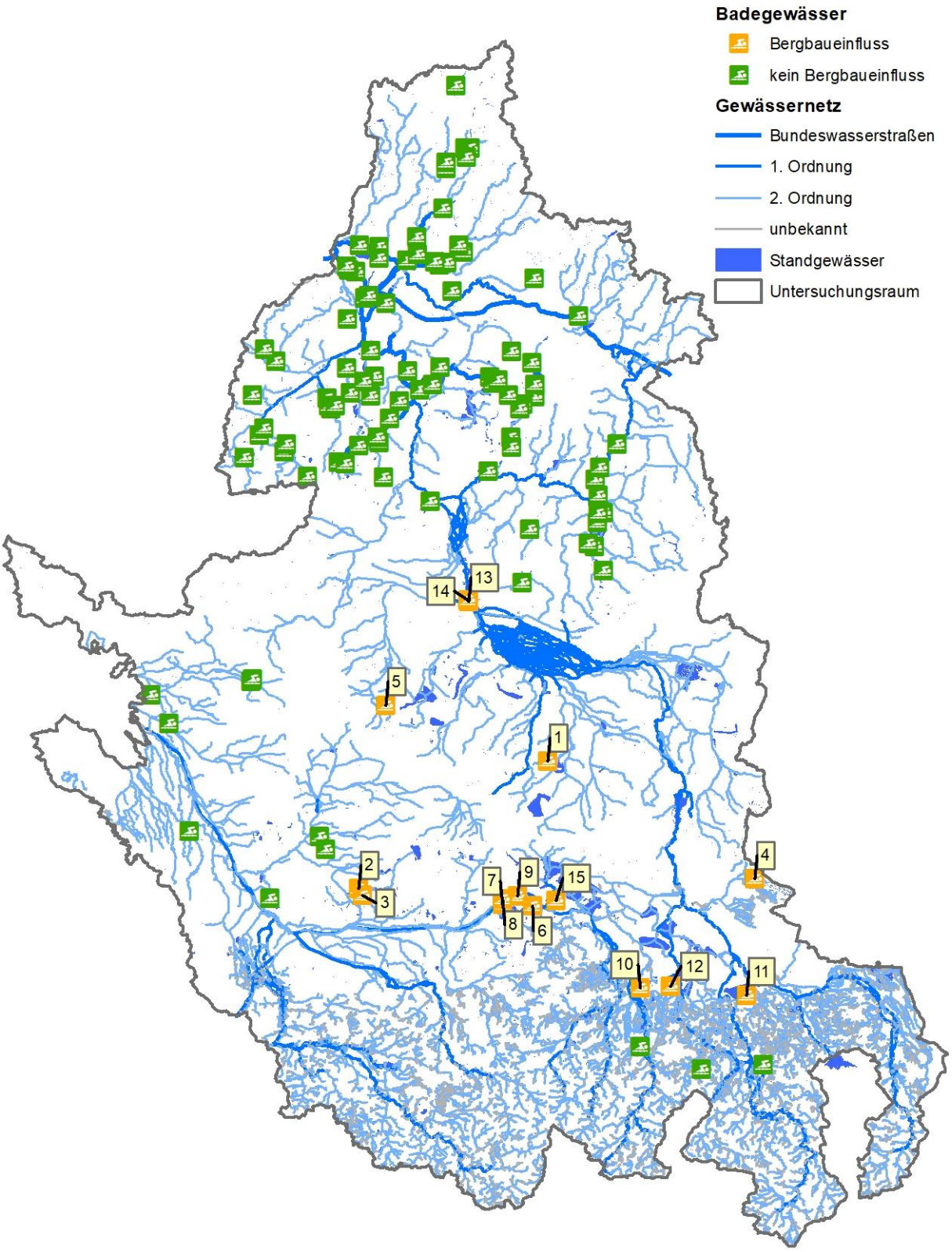


Bild 15: **Übersichtskarte der Bade- und Erholungsgewässer im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung.**

5.4.3 Habitat- und Artenschutzgebiete

Entlang der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer im Untersuchungsraum befinden sich zahlreiche Schutzgebiete des europäischen Schutzgebietsnetzwerkes Natura 2000 (FFH- und Vogelschutzgebiete). Zur Selektion und Darstellung der Gebiete wurde das GIS-Projekt genutzt.

Um zu prüfen, welche FFH- und Vogelschutzgebiete für diese Untersuchung relevant sind, wurden alle an die bergbaulich beeinflussten Fließgewässer angrenzenden oder von ihnen durchflossenen Gebiete selektiert.

Im Fachinformationssystem des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) zur FFH-Verträglichkeitsprüfung (kurz: FFH-VP-Info, http://ffh-vp-info.de) werden Daten und Informationen systematisch aufbereitet und verfügbar gemacht, die im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG bzw. nach Art. 6 Abs. 3 FFH-RL zur Beurteilung von Beeinträchtigungen der Gebiete des europäischen ökologischen Netzes "Natura 2000" (Natura 2000-Gebiete) erforderlich sind. Dies betrifft vor allem:

- differenzierte Informationen insbesondere zu möglichen erheblichen Beeinträchtigungen der Lebensraumtypen nach Anhang I FFH-RL, der Arten nach Anhang II FFH-RL sowie ausgewählter Vogelarten nach Anhang I VS-RL und Art. 4 Abs. 2 VS-RL und

- grundsätzliche Informationen zu Projekten und Plänen, ihren Wirkfaktoren und deren etwaiger Relevanz bezüglich erheblicher Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten.

Mit Hilfe der Bewertungen unter FFH-VP-Info wurden im ersten Schritt Lebensraumtypen (LRT) ausgewählt, für die der Wirkfaktor „Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse“ relevant ist. Dies betrifft die LRT oligo- bis mesotrophe Stillgewässer (LRT 3130) sowie oligo- bis mesotrophe, kalkhaltige Stillgewässer (LRT 3140), eutrophe Stillgewässer (LRT 3150), dystrophe Stillgewässer (LRT 3160), Fließgewässer mit Unterwasservegetation (LRT 3260) und Flüsse mit Schlammbänken (LRT 3270). Anschließend wurden jene FFH-Gebiete ausgewählt, welche diese (potenziell) beeinflussten LRT beinhalten.

Im nächsten Schritt wurden die in den FFH-Gebieten vorkommenden Tierarten gebietsweise vom BfN und vom LfULG abgerufen. Für die weitere Untersuchung werden nur jene Arten aufgeführt, für die eine Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse in den Fließgewässern laut den vom BfN unter „FFH-VP-Info“ bereitgestellten Daten relevant sein kann. Es werden alle Gebiete berücksichtigt, welche sich an den betroffenen Fließgewässern befinden und entweder die genannten LRT oder Arten aufweisen, welche empfindlich auf hydrochemische Veränderungen der Fließgewässer reagieren.

Für die Vogelschutzgebiete wurden alle im Anhang I genannten Vogelarten beim BfN abgefragt, welche in den selektierten Gebieten vorkommen. Auch hier werden nur jene Arten ausgewählt, welche laut BfN empfindlich auf Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse reagieren können.

In Brandenburg sind insgesamt 607 **FFH-Gebiete** ausgewiesen. Von diesen befinden sich 52 an bergbaulich beeinflussten Fließgewässern-OWK, wobei für 33 FFH-Gebiete ein dominanter und für 19 FFH-Gebiete ein zu prüfender bergbaulicher Einfluss ermittelt wurde. Für die weiteren Untersuchungen sind allerdings nur die bergbaulich beeinflussten FFH-Gebiete relevant, welche einen LRT oder eine Art aufweisen, der bzw. die durch die Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse negativ beeinflusst wird. Dies trifft auf 32 FFH-Gebiete mit dominantem 18 FFH-Gebiete mit zu prüfendem Bergbaueinfluss zu (Tabelle 39, Bild 16).

Von den insgesamt 270 sächsischen FFH-Gebieten werden 12 von Fließgewässer-OWK mit dominantem bergbaulichem Einfluss tangiert. In allen 12 betroffenen FFH-Gebieten kommen LRT oder Arten vor, die sensibel auf hydrochemische Veränderungen reagieren (Tabelle 39, Bild 16).

Tabelle 39: Bergbaueinfluss auf FFH-Gebiete im Untersuchungsraum.

Bundesland	FFH-Gebiete gesamt	FFH-Gebiete		FFH-Gebiete mit relevanten Lebensraumtypen / Arten	
		Dominanter Bergbaueinfluss	zu prüfender Bergbaueinfluss	Dominanter Bergbaueinfluss	zu prüfender Bergbaueinfluss
Brandenburg	607	33	19	32	18
Sachsen	270	12	0	12	0

Veränderungen der hydrochemischen Verhältnisse können vor allem für Arten wie den Fischotter, die Rotbauchunke und den Kammmolch relevant sein. Zum Teil existieren in den FFH-Gebieten auch Wochenstuben von Teichfledermäusen sowie Populationen der Libellenarten Große Moosjungfer und Grüne Keiljungfer. In den Fließgewässern kommen Fisch- und Rundmaularten wie Rapfen, Steinbeißer, Groppen, Bachneunaugen und Schlammpeitzger sowie Bitterlinge vor.

Für Brandenburg sind insgesamt 27 **SPA-Gebiete** und für Sachsen 77 SPA-Gebiete ausgewiesen. In Brandenburg werden vier und in Sachsen sieben SPA-Gebiete von Fließgewässer-OWK mit dominantem bergbaulichem Einfluss durchflossen oder tangiert (Tabelle 40, Bild 17). In allen 11 SPA-Gebieten wurden Vogelarten beobachtet, welche sensibel auf Veränderungen der hydrochemischen Verhältnisse reagieren. Bekannte Beispiele sind der Eisvogel, der Kranich, der Fischadler, der Weiß- und der Schwarzstorch, der Singschwan und die Rohrdommel.

Tabelle 40: SPA-Gebiete an bergbaulich beeinflussten Fließgewässern im Untersuchungsraum.

Bundesland	Landesnummer	EU-Nummer	Name des Vogelschutzgebietes
Sachsen	44	4450-451	Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda
Sachsen	46	4552-451	Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft
Sachsen	39	4651-451	Doberschützer Wasser
Sachsen	43	4550-451	Dubringer Moor
Sachsen	35	4648-451	Königsbrücker Heide
Sachsen	47	4552-452	Muskauer und Neustädter Heide
Sachsen	49	4554-451	Teichgebiete Niederspree-Hammerstadt
Brandenburg	7031	4450-421	Lausitzer Bergbaufolgelandschaft
Brandenburg	7027	4148-421	Luckauer Becken
Brandenburg	7030	4447-421	Niederlausitzer Heide
Brandenburg	7028	4151-421	Spreewald und Lieberoser Endmoräne

Die Ausweisung von bergbaulich beeinflussten FFH und SPA-Gebieten mit Arten, die sensibel auf Veränderungen der hydrochemischen Verhältnisse reagieren, erfolgte auf Grundlage der öffentlich verfügbaren Geodatensätze der Länder. Die FFH- und SPA-Gebiete haben teils eine große räumliche Ausdehung, bilden dabei aber nicht in jedem Fall eine geschlossene, räumlich zusammenhängende Einheit. Weiterhin erstrecken sich einige Gebiete über sehr lange Fließgewässerabschnitte. Dies kann dazu führen, dass für Gebiete pauschal eine bergbauliche Beeinflussung ausgewiesen wird, diese aber nur für ein Teilgebiet tatsächlich vorliegt. Die tatsächliche bergbauliche Beeinflussung der FFH und SPA-Gebiete muss in weiterführenden ortskonkreten Untersuchungen ermittelt werden. Die in dieser Arbeit vorgenommen Ausweisung des Bergbaueinflusses liefert dafür erste Anhaltspunkte.

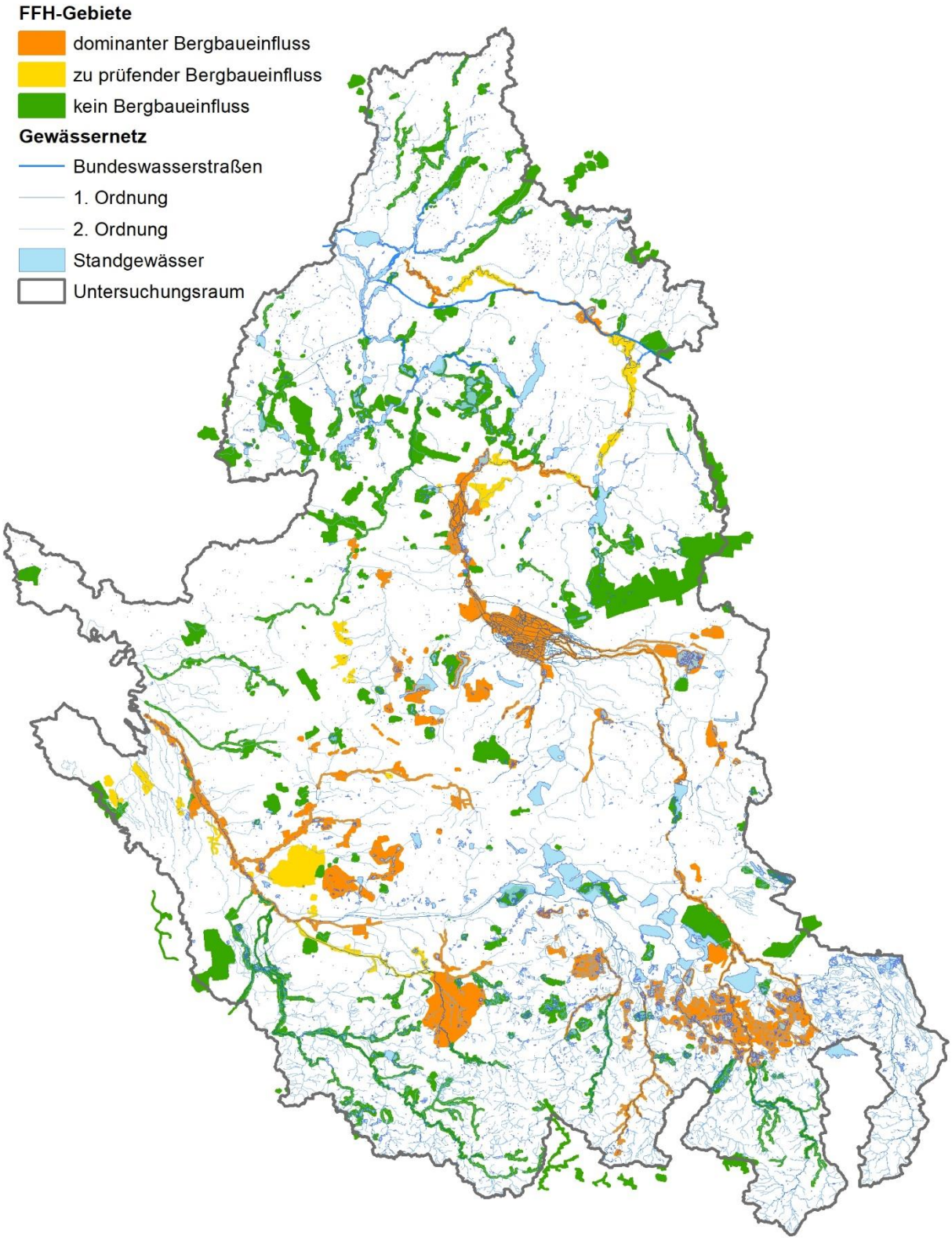


Bild 16: FFH-Gebiete im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung

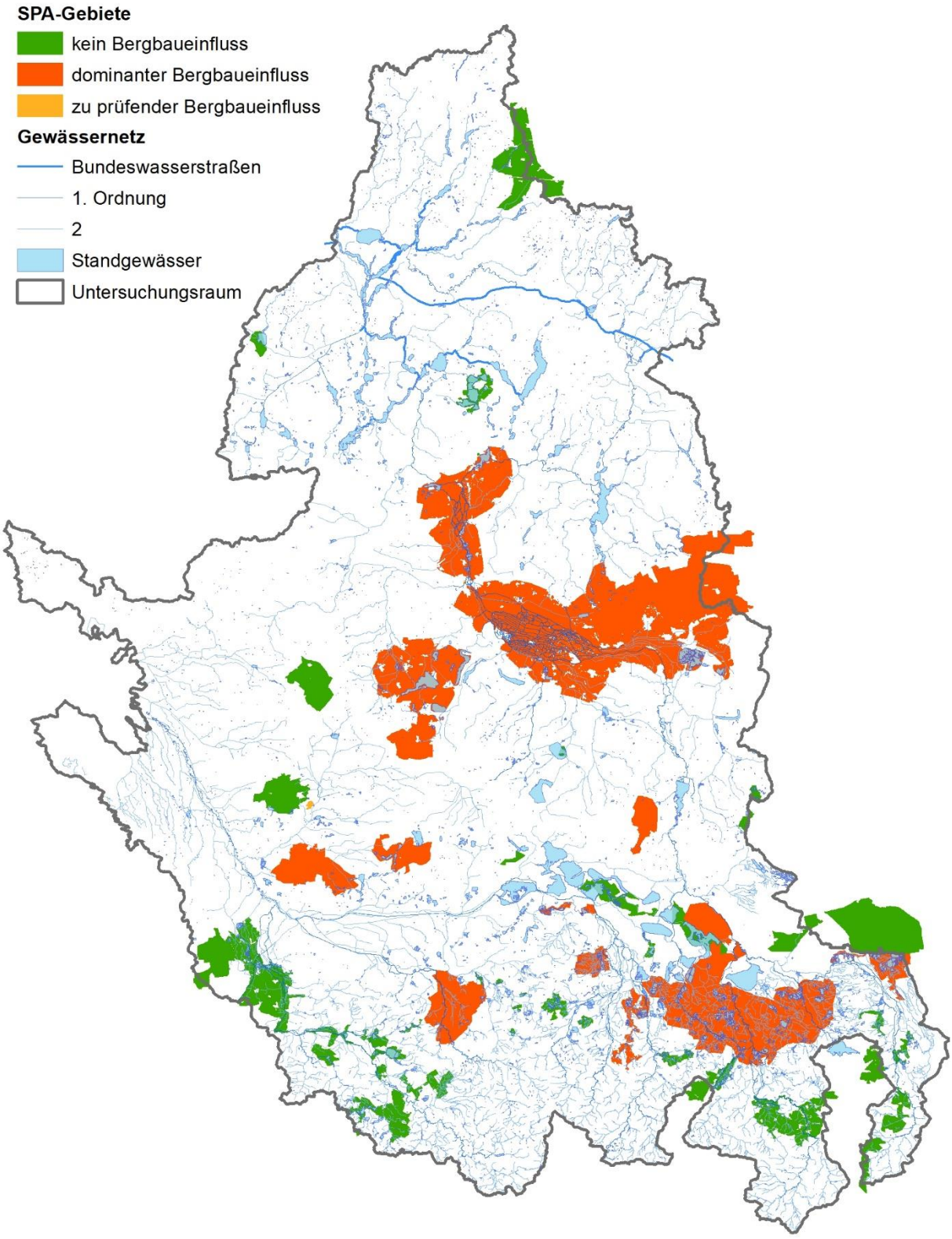


Bild 17: SPA-Gebiete im Untersuchungsraum mit Angaben zur bergbaulichen Beeinflussung

5.4.4 Betonhaltige Infrastrukturen

Die bergbaubedingte Stoffbelastung von Fließgewässern, insbesondere Sulfat und Versauerung, kann das Risiko der Betonkorrosion für Infrastrukturen und Wasserbauten erhöhen. In DIN EN 206-1, DIN 4030-1 sowie DIN 1045-1 wird die Betonaggressivität über sogenannte Expositionsklassen abgebildet (Tabelle 41).

Zur Einschätzung des Risikopotenzials für Infrastrukturen und Wasserbauten wurden auf der Grundlage der Daten zur abschnittsweisen Belastungssituation in den Fließgewässern (siehe Abschnitt 3.4) entsprechende Risikokarten erstellt. Zur Visualisierung des Gefährdungspotenzials wurde aus den Grenzwerten der Expositionsklassen (Tabelle 41) eine fünfstufige Skala zur Betonaggressivität abgeleitet (Bild 18). Die für die Gewässerabschnitte ermittelten Mittelwerte der Sulfatkonzentration und des pH-Wertes wurden in diese Skala eingeordnet und in Kartenwerken dargestellt. In Bild 19 und Bild 20 ist die formale Gefährdung für die Kennwerte Sulfat und pH-Wert dargestellt.

Die bergbaulich belasteten Fließgewässer ordnen sich beim Kennwert Sulfat überwiegend in die Expositionsklasse XA1 (schwach angreifend) ein. Nur wenige Fließgewässerabschnitte im Einzugsgebiet der Spree (z. B. Dobra, Wudritz, Greifenhainer Fließ) sowie der Schwarzen Elster (z. B. Rainitza, Pößnitz, Hammergraben) sind aufgrund höherer Sulfatbelastungen in die Expositionsklasse XA2 (mäßig angreifend) einzuordnen (Bild 19). Die erhöhten Sulfatbelastungen treten dabei alle innerhalb der Grenzen des Bergbaueinflusses auf.

Beim pH-Wert ordnen sich die bergbaulich belasteten Fließgewässer überwiegend in die Expositionsklassen XA1 und XA2 ein. Vereinzelt bestehen aber Belastungen, die in die Expositionsklasse XA3 und darüber hinaus einzuordnen sind. Die höheren Belastungen liegen durchgehend innerhalb der Grenzen des Bergbaueinflusses. Im Unterschied zu Sulfat zeigen beim pH-Wert aber auch Gewässer ohne bergbaulichen Einfluss eine erhöhte Belastung (Bild 20).

Tabelle 41: Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser (DIN EN 206-1, DIN 4030-1 sowie DIN 1045-1), die relevanten Kennwerte Sulfat und pH-Wert sind blau hinterlegt.

Chemisches Merkmal	XA1 (schwach angreifend)	XA2 (mäßig angreifend)	XA3 (stark angreifend)
Grundwasser			
pH-Wert	6,5…5,5	< 5,5…4,5	< 4,5 und ≥ 4,0
kalklösende Kohlensäure (CO_2) [mg/L]	15…40	> 40…100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium (NH_4^+) [mg/L]	15…30	> 30…60	> 60…100
Magnesium (Mg^{2+}) [mg/L]	300…1 000	> 1 000…3 000	> 3 000 bis zur Sättigung
Sulfat (SO_4^{2-}) [mg/L]	200…600	> 600…3 000	> 3 000 und ≤ 6 000
Boden			
Sulfat (SO_4^{2-}) [mg/kg] gesamt	2 000…3 000	> 3 000…12 000	> 12 000 und ≤ 24 000
Säuregrad	> 200 Bauman-Gully	in der Praxis nicht anzutreffen	

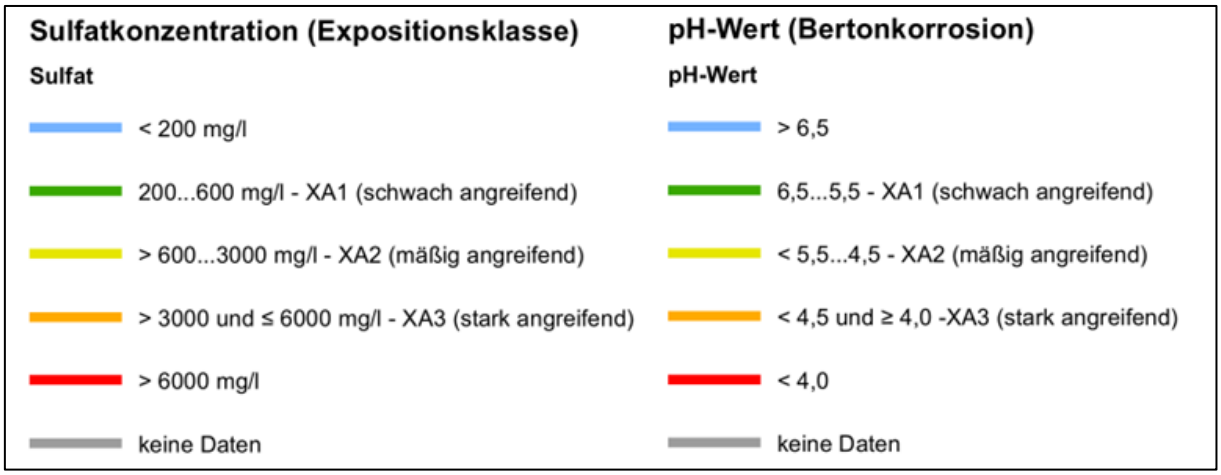


Bild 18: Legenden der Risikokarten zur Betonkorrosion für die Kennwerte Sulfat und pH-Wert.

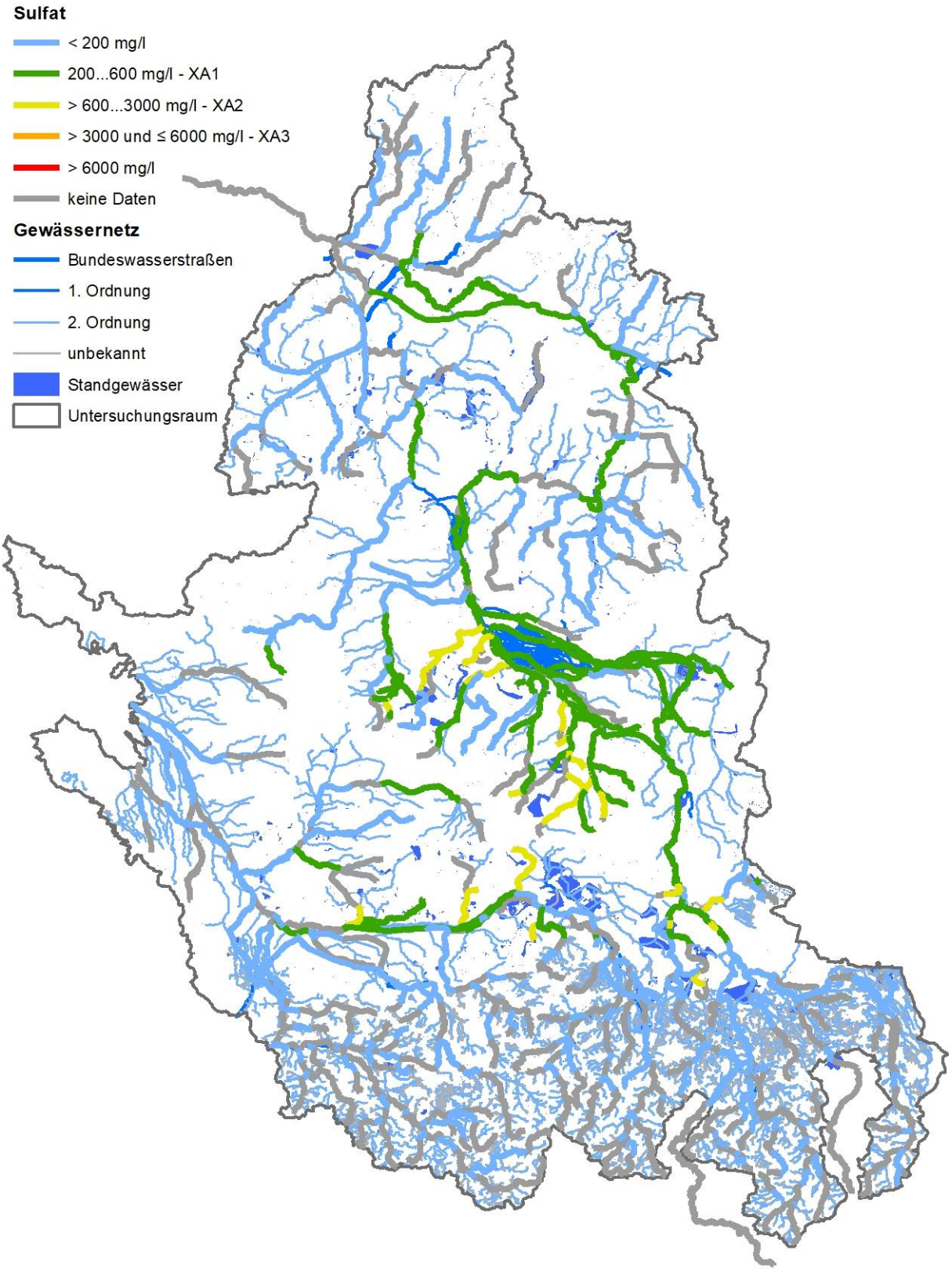


Bild 19: Risikokarte der Betonkorrosion für den Kennwert Sulfat.

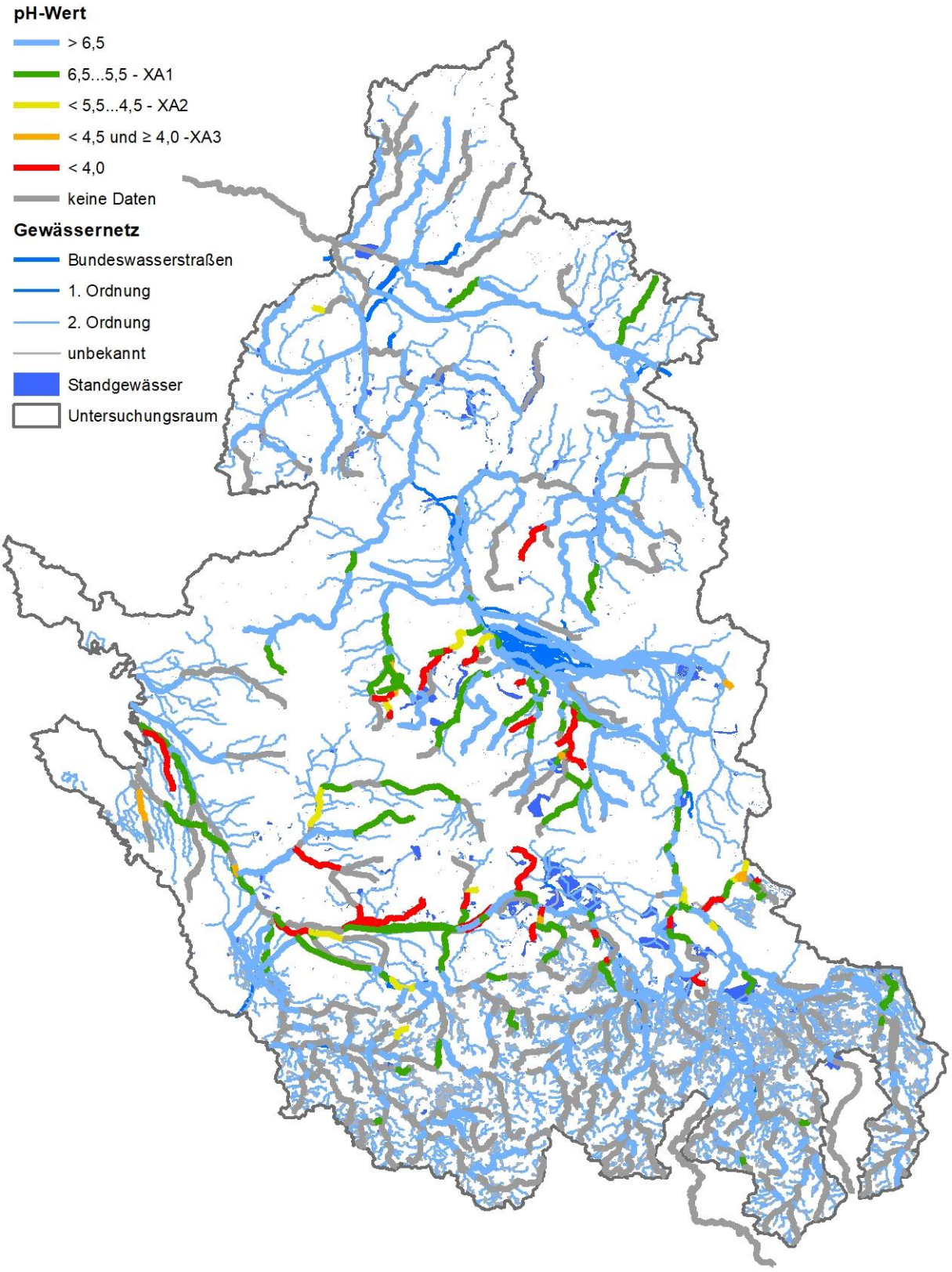


Bild 20: **Risikokarte der Betonkorrosion für den Kennwert pH-Wert.**

6 Gewässerbezogene Betrachtungen

6.1 Methodik

6.1.1 Beschreibung des Gewässerzustandes

Zur Beschreibung und Bewertung der Sulfat-, Eisen- und Versauerungsbelastung der Fließgewässer im Untersuchungsraum bedarf es zuerst einer Klärung der folgenden grundlegenden Fragen:

1. Für welche **räumliche Einheit** ist der Zustand zu beschreiben und zu bewerten?
2. Welcher **Bewertungsmaßstab** (Zielgrößen, Vergleichswerte) ist anzusetzen?
3. Auf welcher **Datengrundlage** soll die Zustandsbeschreibung erfolgen?

Als **räumliche Einheit** für die Zustandsbeschreibung werden in der vorliegenden Bearbeitung in Abstimmung mit dem Auftraggeber die von den Bundesländern definierten und im Sinne der EG-WRRL berichtspflichtigen **Fließgewässer-Oberflächenwasserkörper** (OWK) genutzt. Nach der EG (2003) versteht man unter einem OWK einen „einheitlichen und bedeutenden Abschnitt“ eines Fließgewässers. Die räumliche Abgrenzung der OWK soll nach einem (einheitlichen) Gewässertyp und einem (vergleichbaren) Gewässerzustand erfolgen. Nach EG (2003) soll ein OWK ein kohärenter Flussabschnitt sein, für den eine eindeutige Beschreibung des Zustands möglich ist und die Umweltziele der WRRL gelten. Der Untersuchungsraum beinhaltet nach Aktenlage (Stand 2019) 552 Fließgewässer-OWK mit 13 verschiedenen Gewässertypen (Tabelle 42, Bild 22). Die vier OWK des Landes Berlin wurden bei der Beschreibung des Gewässerzustandes vorerst ausgeklammert.

Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) definiert die Anforderungen an den „sehr guten ökologischen Zustand“ sowie den „guten ökologischen Zustand“ von Fließgewässern, OGewV (2016). In der Anlage 7 der OGewV finden sich die Anforderungen zu den allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten (ACP), zu denen auch die bergbaurelevanten Kennwerte Sulfat, Eisen und der pH-Wert gehören. Die Anforderungen sind dabei nicht einheitlich, sondern variieren für die verschiedenen Gewässertypen. In Abstimmung mit dem Auftraggeber werden in der vorliegenden Bearbeitung die Anforderungen für den „guten ökologischen Zustand“ als **Maßstab für die Bewertung des Gewässerzustandes** verwendet (Tabelle 43).

Für die Beschreibung des Zustandes der Fließgewässer-OWK sind geeignete Messdaten erforderlich. Die Messdaten sollten an einer sogenannten **repräsentativen Messstelle Chemie** erfasst werden und den Zustand des gesamten OWK hinreichend genau charakterisieren. Das Bundesland Sachsen hat für alle 119 sächsischen Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum repräsentative Gütemessstellen eingerichtet. Diese Messstellen werden im Rahmen des behördlichen Fließgewässermonitorings regelmäßig beprobt.

Für die 429 brandenburgischen Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum existieren keine entsprechenden Vorgaben. Im Rahmen der Bearbeitung musste daher in Abstimmung mit den brandenburgischen Fachbehörden ein möglichst objektives Verfahren zur Festlegung von repräsentativen Gütemessstellen für die Fließgewässer-OWK entwickelt werden. Die Festlegung von repräsentativen Gütemessstellen soll aufgrund der großen Anzahl an OWK möglichst automatisiert und aus Gründen der Reproduzierbarkeit nach klar definierten Regeln erfolgen. Das entwickelte Verfahren ist in Bild 21 schematisch dargestellt. Die Vorgehensweise wird nachfolgend kurz erläutert:

1. Als repräsentative Gütemessstelle kommen prinzipiell **alle Fließgewässermessstellen aus dem Datenbestand** (Tabelle 5) in Frage, die die folgenden Bedingungen erfüllen:

   - **Lokalisierung:** Die Gütemessstelle muss an einem OWK liegen.
   - **Datenverfügbarkeit:** An der Messstelle müssen Daten zu mindestens zwei der drei Kennwerte Eisen-gesamt, Sulfat, pH-Wert vorliegen.
   - **Datenzeitraum:** Die Datenreihen müssen einen Zeitraum von mindestens drei aufeinanderfolgenden Jahren umfassen.
   - **Datendichte:** Die Datenreihen müssen mindestens vier Messwerte pro Jahr umfassen.

2. Auf der Grundlage der definierten Kriterien (Pkt 1) konnten für 130 brandenburgische OWK **geeignete Gütemessstellen** aus dem Datenbestand ermittelt werden. Für 299 brandenburgische OWK standen keine geeigneten Gütemessstellen zur Verfügung.

3. Für jeden der 130 OWK wurde geprüft, ob **behördliche Messstellen** des LfU Brandenburg für den OWK verfügbar sind. Falls ja, wurde die der Mündung des OWK nächstgelegene LfU-Messstelle als repräsentative Gütemessstelle definiert (gilt für 111 OWK). Falls nein, wurde eine der Mündung des OWK nächstgelegene **Messstelle der LMBV oder der LE-B** (gilt für 18 bzw. 1 OWK) als repräsentative Messstelle definiert.

Die unter Pkt 1 aufgeführten **Kriterien für die Datenverfügbarkeit, den Datenzeitraum und die Datendichte** waren notwendig, da der Datenbestand des Projektes weder zeitlich noch inhaltlich homogen ist. So werden zwar im Datenbestand über 1.000 Fließgewässergütemessstellen geführt (Tabelle 5), allerdings wurde eine Vielzahl der Messstellen entweder nur wenige Male (Stichtagsmessungen) oder nur über kurze Zeiträume (Messkampagnen) beprobt (Problem des Datenzeitraumes). Andere Messstellen wurden zwar über den gesamten Betrachtungszeitraum der hydrologischen Jahre 2010 bis 2017 untersucht, allerdings wurden dabei nur ein oder zwei Proben pro Jahr genommen (Problem der Datendichte). Bei anderen Messstellen verfolgte das Messprogramm eine andere Zielsetzung, so dass nicht alle erforderlichen Kennwerte erfasst wurden (Problem der Datenverfügbarkeit). Die Daten dieser Messstellen sind daher nicht zur auskömmlichen Beschreibung des Gewässerzustandes im Sinne der Bearbeitung geeignet. Die unter Pkt 1 angeführten Kriterien wurden iterativ mit dem Ziel entwickelt, möglichst vielen OWK eine repräsentative Gütemessstelle mit statistisch belastbaren Datensätzen zuordnen zu können.

Die **Bevorzugung landeseigener LfU-Gütemessstellen** bei der Festlegung von repräsentativen Gütemessstellen (siehe Pkt 3 sowie Bild 21) leitet sich aus der Überlegung ab, dass die Beschreibung des Zustandes der OWK eine hoheitliche Aufgabe ist und auf der Grundlage hoheitlich erfasster Daten erfolgen sollte. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die behördlichen Gütemessstellen langfristig existieren werden, was bei Messstellen anderer Betreiber nicht der Fall sein muss. Um eine möglichst langfristige Konsistenz und Vergleichbarkeit der Zustandsbeschreibungen sicherzustellen, wurden daher die Gütemessstellen des LfU Brandenburg als repräsentative Gütemessstellen bevorzugt.

Die **Auswahl der mündungsnächsten Messstelle** als repräsentative Gütemessstelle (siehe Pkt 3 sowie Bild 21) begründet sich aus der Annahme, dass an der Mündung eines Fließgewässers bzw. eines Fließgewässer-OWK sämtliche auf der vorherigen Fließstrecke auftretenden Einflüsse zusammengefasst sind. Der tatsächliche Zustand eines OWK bzw. eines Fließgewässers sollte sich somit an dessen Mündung am besten erfassen lassen. Diese Annahme hat allerdings nur Gültigkeit, wenn sich der Zustand eines OWK im Längsschnitt nicht wesentlich verändert. Nach EG (2003) sollte sich die räumliche Abgrenzung von Fließgewässer-OWK dementsprechend auch am Gewässerzustand ausrichten und so gewählt werden, dass sich der Zustand innerhalb des OWK nicht maßgeblich verändert. Dies

ist bei bergbaulich beeinflussten OWK nicht immer der Fall. Es wird daher angeregt, die räumliche Abgrenzung dieser OWK zu evaluieren und entsprechend anzupassen. Auf diese Frage wird im Rahmen der Zustandsbewertung (siehe Abschnitte 6.3 und 6.4) vertiefend eingegangen.

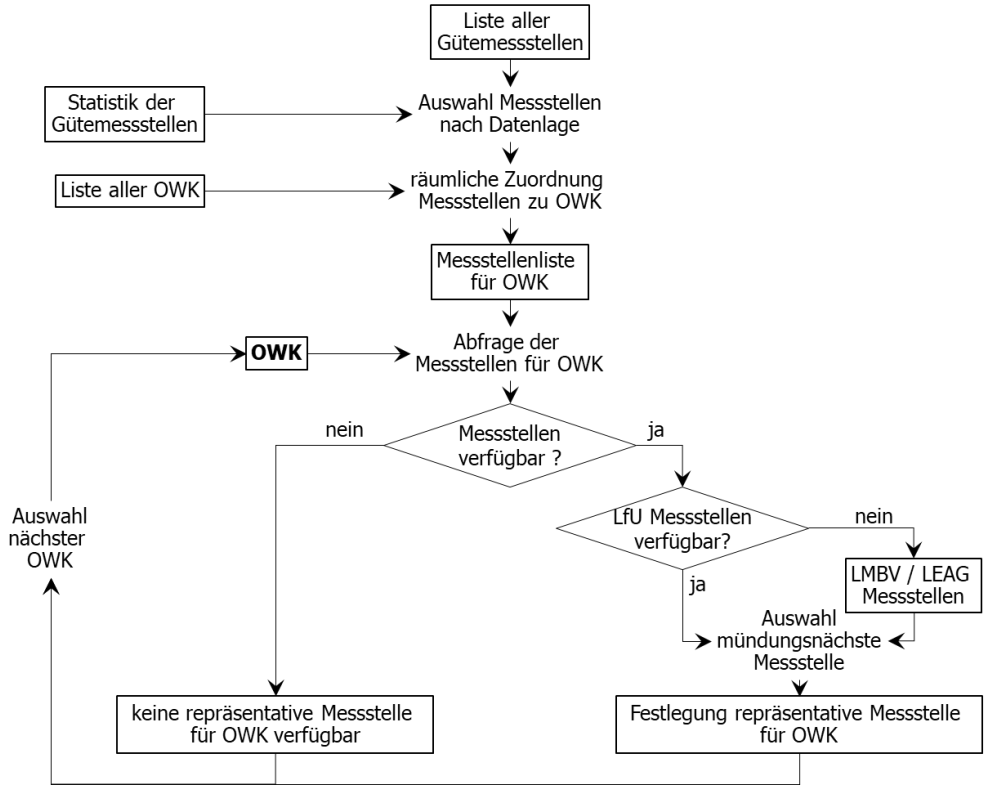


Bild 21: Vorgehensweise zur Festlegung repräsentativer Gütemessstellen für die Fließgewässer-OWK in Brandenburg.

Nach der zuvor beschriebenen Methodik kann der Gewässerzustand für 118 sächsische und 130 brandenburgische Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum beschrieben und bewertet werden. Für 299 brandenburgische Fließgewässer-OWK ist mangels repräsentativer Gütemessstellen keine Zustandsbeschreibung möglich. Für einen sächsischen OWK (Speicher Radeburg) kann zwar der Gewässerzustand beschrieben werden, allerdings existieren keine Zielvorgaben für die Bewertung. Die Beschreibung und Bewertung des Gewässerzustandes beschränkt sich in der vorliegenden Bearbeitung auf die **berichtspflichtigen Fließgewässer-OWK**. Für die **nicht berichtspflichtigen Fließgewässer** erfolgt keine Zustandsbeschreibung und -bewertung, da zu diesen überwiegend keine Daten und keine Zielvorgaben für die Bewertung des Gewässerzustandes vorliegen.

Tabelle 42: Fließgewässertypen der OWK im Untersuchungsraum nach OGewV (2016), aufgegliedert für die Bundesländer.

Fließ-gewässer-typ	Beschreibung	Anzahl der OWK			
		Sachsen	Branden-burg	Berlin	Gesamt
5	Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	35	0	0	35
5.1	Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	2	0	0	2
9	Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsbäche	2	0	0	2
11(1)	Organisch geprägte Bäche	4	47	0	51
12(1)	Organisch geprägte Flüsse	0	7	1	8
14(2)	Sandgeprägte Tieflandbäche	40	43	1	84
15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	14	18	0	32
15 g	Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	1	21	2	24
16(2)	Kiesgeprägte Tieflandbäche	11	4	0	15
17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	5	1	0	6
18	Lösslehmgeprägte Tieflandbäche	0	2	0	2
19	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	4	238	0	242
21 Subtyp N	Seeausflussgeprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes	0	48	0	48
---	nicht definiert *)	1	0	0	1
	Gesamtanzahl:	119	429	4	552

*) Speicher Radeburg
(1) basenarm
(2) silikatisch

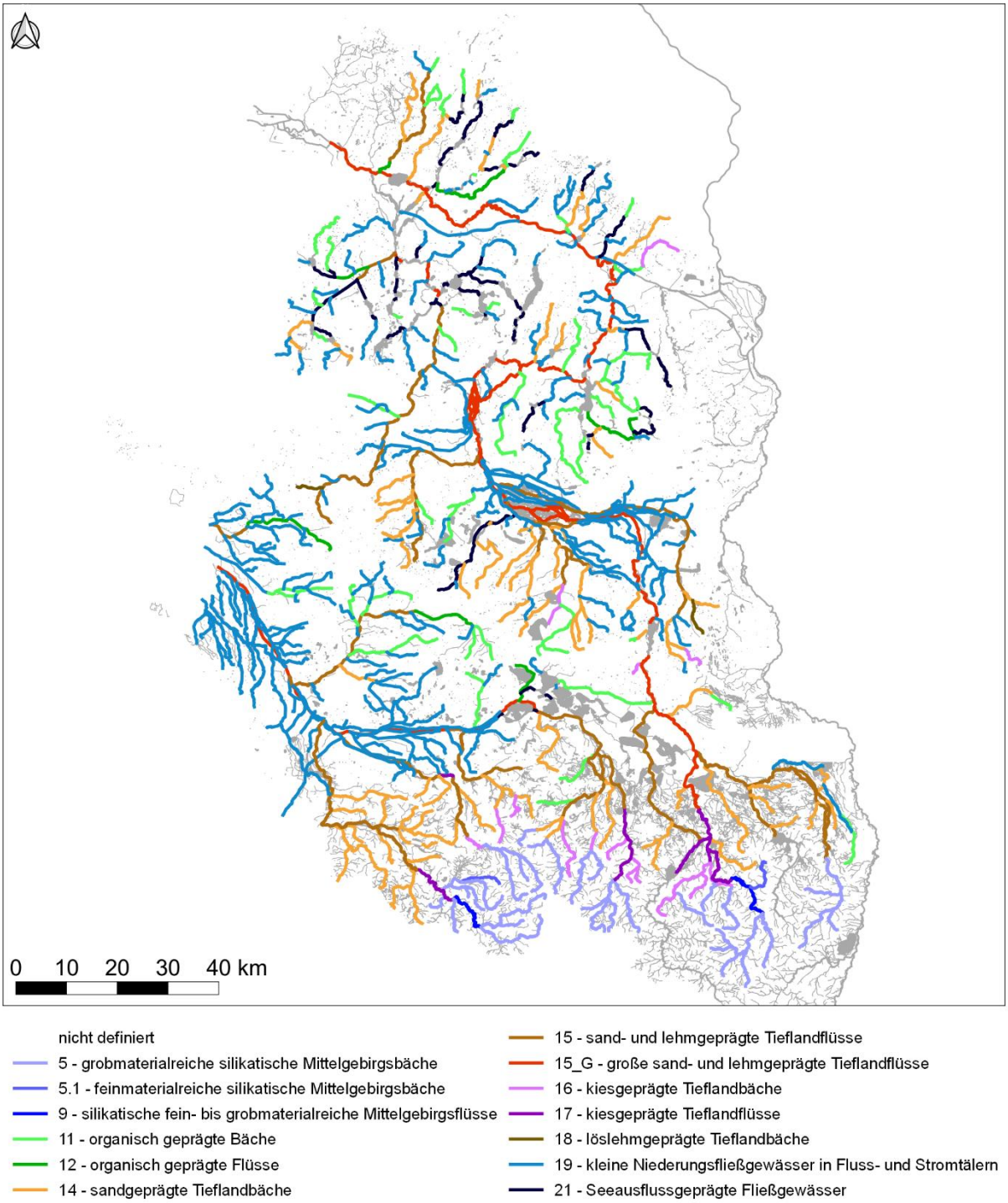


Bild 22: Übersichtskarte der Fließgewässertypen im Untersuchungsraum nach OGewV (2016).

Tabelle 43: Anforderungen an die allgemeinen physiko-chemischen Qualitätskomponenten (ACP) Eisen, Sulfat und pH-Wert für den guten ökologischen Zustand der Fließgewässertypen nach OGewV (2016).

Fließ-gewässer-typ	Beschreibung	Eisen (3)	Sulfat (3)	pH-Wert (4) (5)
		[mg/L]	[mg/L]	[-]
5	Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	≤ 0,7	≤ 75	6,5 - 8,5
5.1	Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	≤ 0,7	≤ 75	6,5 - 8,5
9	Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsbäche	≤ 0,7	≤ 75	7,0 - 8,5
11(1)	Organisch geprägte Bäche	≤ 1,8	≤ 75	5,5 - 8,0
12(1)	Organisch geprägte Flüsse	≤ 1,8	≤ 75	5,5 - 8,0
14(2)	Sandgeprägte Tieflandbäche	≤ 1,8	≤ 140	6,5 - 8,5
15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	≤ 1,8	≤ 200	7,0 - 8,5
15_g	Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	≤ 1,8	≤ 200	7,0 - 8,5
16(2)	Kiesgeprägte Tieflandbäche	≤ 1,8	≤ 140	6,5 - 8,5
17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	≤ 1,8	≤ 200	7,0 - 8,5
18	Lösslehmgeprägte Tieflandbäche	≤ 1,8	≤ 200	7,0 - 8,5
19	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	≤ 1,8	≤ 200	7,0 - 8,5
21	Seeausflussgeprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes	--	--	7,0 - 8,5

(1) basenarm
(2) silikatisch
(3) Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren
(4) Minimalwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresminimalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren
(5) Maximalwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmaximalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren

Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung war zu prüfen, ob die Überschreitungen der Zielvorgaben für Eisen, Sulfat und den pH-Wert in den Fließgewässer-OWK auf einen Bergbaueinfluss zurückzuführen sind. Dafür war zu ermitteln, ob die Fließgewässer-OWK überhaupt im Einflussbereich des Bergbaus liegen. Dazu wurden die Geometrien der OWK mit den in Abschnitt 4.4 diskutieren Daten zur räumlichen **Abgrenzung des Bergbaueinflusses** verschnitten. Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde der räumliche Bergbaueinfluss für jeden Fließgewässer-OWK nach folgenden Regeln definiert:

1) Wenn mehr als 5 % (bezogen auf die Länge) des OWK innerhalb der Grenzen des bergbaulich beeinflussten Gebietes liegen, gilt der OWK formal als bergbaubeeinflusst.

2) Weist ein OWK sowohl dominanten als auch zu prüfenden Bergbaueinfluss (vgl. Tabelle 27 in Abschnitt 4.4) auf, gilt der dominante Bergbaueinfluss (worst-case).

3) Liegt ein OWK vollständig außerhalb der Grenzen des bergbaulich beeinflussten Gebietes, gilt der OWK formal als bergbaulich unbeeinflusst. Allerdings ist zu prüfen, ob ggf. ein indirekter Bergbaueinfluss durch Fernwirkung oder eine Beeinflussung durch Altbergbau ohne Rechtsnachfolger besteht.

Die Punkte 1 und 2 ergeben sich direkt aus dem Verschnitt der Geodaten. Der **indirekte Bergbaueinfluss durch Fernwirkung** muss allerdings als Einzelfall geprüft werden. Dafür wurden die folgenden zwei Regeln definiert:

1) Ist der einem bergbaubeeinflussten OWK direkt nachfolgende OWK formal bergbaulich unbeeinflusst, wird für den nachfolgenden OWK von einem Prüffall des Bergbaueinflusses ausgegangen (Fernwirkung).

2) Zweigt ein bergbaulich unbeeinflusster OWK von einem bergbaulich beeinflussten OWK ab, wird für den abzweigenden OWK von einem Prüffall des Bergbaueinflusses ausgegangen. Dieses Prinzip wird nur für die erste Verzweigungsebene angewendet.

Die erste Regel ist vor allem für Fließe in den Randbereichen des Bergbaueinflusses von Bedeutung (siehe Bild 4). Hier kann die Konstellation vorkommen, dass der obere Teil des Fließes räumlich dem Bergbaueinfluss unterliegt und der untere Teil des Fließes formal keinen Bergbaueinfluss aufweist. Allerdings wirkt sich das ggf. bergbaulich beeinflusste Wasser im oberen Fließgewässerabschnitt auch auf den Zustand des unteren Abschnittes aus (z. B. Sulfattransport in der Spree). Dieser Zusammenhang wird durch die erste Regel berücksichtigt.

Die zweite Regel dient dazu, indirekte Bergbaueinflüsse auch in stark verzweigten Gewässernetzen, wie dem Oberen und Unteren Spreewald, abzubilden. Die Einzelfallentscheidung für den indirekten Bergbaueinfluss auf die OWK erfolgte dabei allerdings formal auf der Grundlage der verfügbaren Daten zum Gewässernetz und berücksichtigte nicht die tatsächlichen Durchflussverhältnisse an den Verzweigungen.

Die Prüfung einer **Beeinflussung durch Altbergbau ohne Rechtsnachfolger** erfolgt ebenfalls einzelfallbezogen. Da zum Zeitpunkt der Bearbeitung kein Geodatensatz zu den Altbergbaustandorten vorlag, wurde die Prüfung händisch nach Kenntnisstand des Gutachters durchgeführt. Die potenziell durch Altbergbau beeinflussten Fließgewässer-OWK wurden dabei als Prüffall des Bergbaueinflusses deklariert.

Auf der Grundlage der vorgenannten Regeln wurde für 184 bzw. 33 % von 552 Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum ein räumlicher Bergbaueinfluss ermittelt, wobei 111 OWK (60 % von 184) einen dominanten Bergbaueinfluss und 73 OWK (40 % von 184) einen zu prüfenden Bergbaueinfluss aufweisen (Tabelle 44). In Bild 23 sind die Fließgewässer-OWK mit Bergbaueinfluss im Untersuchungsraum dargestellt.

Tabelle 44: Anzahl der Fließgewässer-OWK mit dominantem und zu prüfendem Bergbaueinfluss im Untersuchungsraum, ausgewiesen für die Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin.

Bundesland	Anzahl der Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum	Anzahl der Fließgewässer-OWK mit Bergbaueinfluss		
		Dominanter Bergbaueinfluss	Zu prüfender Bergbaueinfluss	Summe
Sachsen	119	18	1	19
Brandenburg	429	93	71	164
Berlin	4	0	1	1
Summe	552	111	73	184

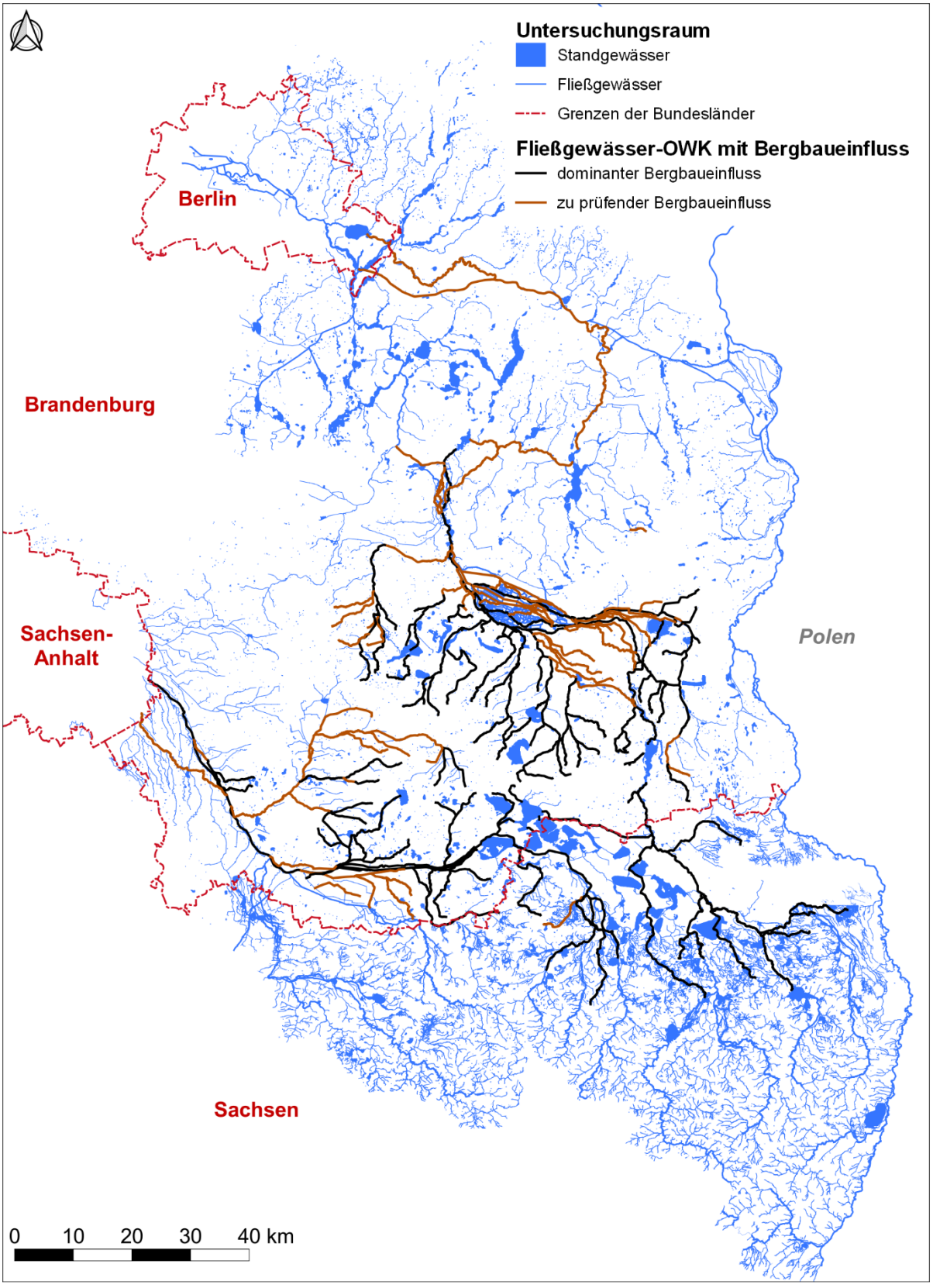


Bild 23: **Übersichtskarte der Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum mit dominantem und zu prüfendem Bergbaueinfluss.**

Die Informationen zu den bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK wurden nachfolgend mit den Informationen zur Datenverfügbarkeit (siehe Diskussion zur repräsentativen Gütemessstelle) zusammengeführt (Tabelle 45). Für 88 bzw. 48 % von 184 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum ist eine Beschreibung des Gewässerzustandes möglich. Für 95 (Sulfat, pH-Wert) bzw. 99 (Eisen) der bergbaulich beeinflussten brandenburgischen Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustand mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 45, Anlage 1). Der bergbaulich beeinflusste OWK des Landes Berlin wird, wie bereits dargestellt, bei der Zustandsbeschreibung vorerst ausgeklammert. In Bild 24 ist die Verfügbarkeit von Beschaffenheitsdaten zur Beschreibung des Gewässerzustandes der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum dargestellt.

Tabelle 45: Statistik zur Verfügbarkeit von Beschaffenheitsdaten für die Beschreibung des Gewässerzustandes der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum, ausgewiesen für die Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin.

Bundesland	Anzahl der OWK mit Bergbaueinfluss				
	Gesamt	mit repräsentativer Gütemessstelle	mit Daten zum Kennwert Sulfat	mit Daten zum Kennwert Eisen	mit Daten zum Kennwert pH-Wert
Sachsen	19	19	19	19	19
Brandenburg	164	69	69	65	69
Berlin	1	0	0	0	0
Summe	184	88	88	84	88

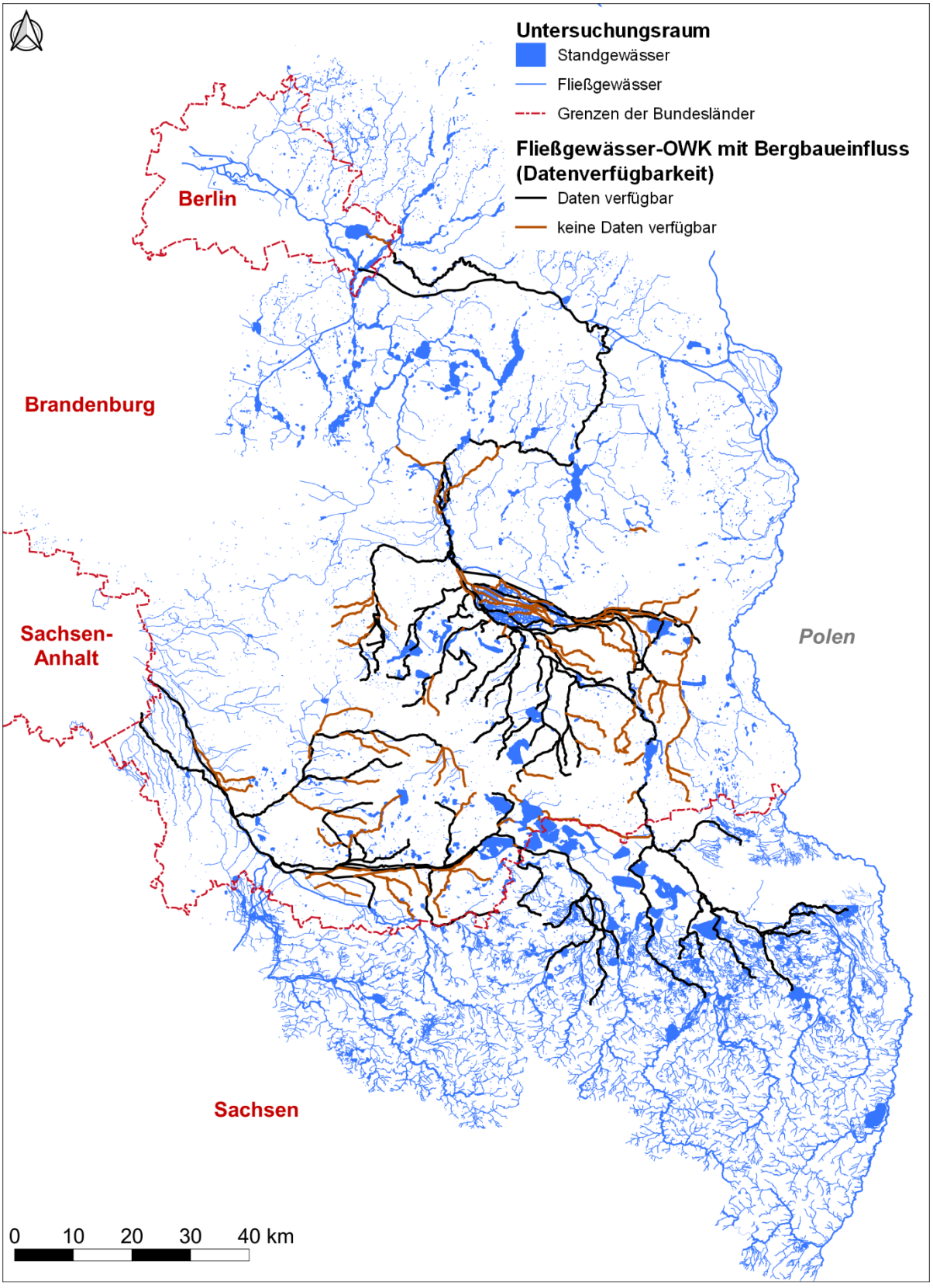


Bild 24: **Übersichtskarte zur Verfügbarkeit von Beschaffenheitsdaten für die Beschreibung des Gewässerzustandes der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum.**

Zur **Beschreibung des Gewässerzustandes** der 88 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK wurden die verfügbaren Beschaffenheitsdaten statistisch ausgewertet. Die Auswertung beschränkte sich dabei auf die bergbaulich relevanten Kennwerte Sulfat, Eisen gesamt und den pH-Wert. Die statistische Datenauswertung erfolgte in Anlehnung an die OGewV. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die hydrologischen Jahre 2010 bis 2017 als Auswertezeitraum festgelegt. Dadurch soll sichergestellt werden, dass unterschiedliche hydrologische Verhältnisse (nasse, mittlere und trockene Jahre) in die Zustandsbewertung einfließen und die Datengrundlage statistisch ausreichend belastbar ist. Es ist allerdings zu beachten, dass nicht an allen Gütemessstellen Daten für den gesamten Auswertezeitraum vorliegen. Die Beschreibung des Gewässerzustandes erfolgt für die Kennwerte Sulfat und Eisen mit dem arithmetischen Mittelwert der gesamten Datenreihe. Zur Beschreibung des Versauerungszustandes wird das arithmetische Mittel der Jahresminima des pH-Wertes verwendet (vgl. Tabelle 43). Die für Eisen und den pH-Wert ermittelten statistischen Maßzahlen werden symmetrisch auf eine Nachkommastelle gerundet. Die statistischen Maßzahlen für Sulfat werden symmetrisch auf die erste Vorkommastelle gerundet.

Die Grundlage zur **Bewertung des Gewässerzustandes** bilden die in der Tabelle 43 angeführten Zielvorgaben für den „guten ökologischen Zustand“ für Sulfat, Eisen und pH-Wert nach Anlage 7 OGewV (2016). Ergänzend dazu wurden die in der Tabelle 46, Tabelle 47 und Tabelle 48 dargestellten Zustandskategorien entwickelt. Die Zustandskategorien sollen eine weiterführende graduelle Bewertung des Gewässerzustandes sowie eine differenzierte und visuell einfache Einordnung der Überschreitungen der Zielvorgaben ermöglichen. Die Grenzen der Kategorien 1 und 2 werden durch die Zielvorgaben für den „sehr guten ökologischen Zustand“ (nur Sulfat) bzw. für den „guten ökologischen Zustand“ (Eisen und pH-Wert) definiert. Die Grenzen der weiteren Kategorien wurden nach fachlicher Einschätzung des Gutachters festgelegt (siehe Tabelle 46, Tabelle 47 und Tabelle 48).

Die **Ergebnisse der Zustandsbeschreibung und -bewertung** werden in Abschnitt 6.3 (Flusseinzugsgebiet der Spree) und in Abschnitt 6.4 (Flusseinzugsgebiet der Schwarzen Elster) sowie flussgebietsübergreifend in Abschnitt 6.2 dargestellt und vertiefend diskutiert. In Anlage 1 sind zudem sämtliche Fließgewässer-OWK des Untersuchungsraumes mit Angaben zur bergbaulichen Beeeinflussung und zum Gewässerstand aufgeführt.

Tabelle 46: Kategorisierung der Sulfatkonzentration in den Fließgewässern als arithmetischer Mittelwert entsprechend OGewV (2016) für die Beschreibung des Gewässerzustandes.

Kategorie	Wertebereiche	Begründung für die oberen Grenzen
1	≤ 25	Sehr guter ökologische Zustand nach OGewV (2016) für die Gewässertypen im Untersuchungsraum, vgl. Tabelle 43
2	$25 \cdots \begin{Bmatrix} 75 \\ 140 \\ 200 \end{Bmatrix}$	Guter ökologischer Zustand nach OGewV (2016) für die Gewässertypen im Untersuchungsraum, vgl. Tabelle 43
3	$\begin{Bmatrix} 75 \\ 140 \\ 200 \end{Bmatrix} \cdots 600$	Betonaggressivität nach DIN EN 206-1 (2004): Klasse XA1 schwach angreifend
4	$600 \cdots 1.400$	Untergrenze für das Sättigungsgleichgewicht von Gips in destilliertem Wasser
5	> 1.400	---

Tabelle 47: Kategorisierung der Eisenkonzentration in den Fließgewässern als arithmetischer Mittelwert entsprechend OGewV (2016) für die Beschreibung des Gewässerzustandes.

Kategorie	Wertebereiche	Begründung für die oberen Grenzen
1	---	Keine Vorgaben
2	$\leq \begin{Bmatrix} 0{,}7 \\ 1{,}8 \end{Bmatrix}$	Guter ökologischer Zustand nach OGewV (2016) für die Gewässertypen im Untersuchungsraum, vgl. Tabelle 43
3	$\begin{Bmatrix} 0{,}7 \\ 1{,}8 \end{Bmatrix} \cdots 3{,}0$	Ohne
4	$3{,}0 \cdots 10$	Ohne
5	> 10	Ohne

Tabelle 48: Kategorisierung des pH-Wertes in den Fließgewässern als mittleres Jahresminimum entsprechend OGewV (2016) für die Beschreibung des Gewässerzustandes.

Kategorie	Wertebereiche	Begründung für den Wertebereich
1	---	Keine Vorgabe
2	$\geq \begin{Bmatrix} 5{,}5 \\ 6{,}5 \\ 7{,}0 \end{Bmatrix}$	Guter ökologischer Zustand nach OGewV (2016) für die Gewässertypen im Untersuchungsraum, vgl. Tabelle 43
3	$4{,}3 \cdots \begin{Bmatrix} 5{,}5 \\ 6{,}5 \\ 7{,}0 \end{Bmatrix}$	Schwach versauerte Gewässer, entweder im Aluminiumpufferbereich oder huminsauer.
4	$< 4{,}3$	Stark versauerte Gewässer im Eisenpufferbereich.

6.1.2 Bewertung der Wirkung von Maßnahmen

Im Rahmen der Datenaufbereitung wurden die bergbaurelevanten Maßnahmen gemäß den Bewirtschaftungsplänen sowie die darüberhinausgehenden spezifischen Maßnahmen der Unternehmen des Sanierungs- und Gewinnungsbergbaus aus den verfügbaren Datenbeständen selektiert, aufbereitet und in eine Maßnahmendatenbank zusammengefasst (vgl. Abschnitt 3.3).

Die ermittelten Maßnahmen sind hinsichtlich ihrer Wirkung auf die bergbaurelevanten Kennwerte Sulfat, Eisen und Versauerung sowie den Durchfluss zu bewerten. Eine quantitative **Bewertung der Maßnahmenwirkung** ist in den meisten Fällen nicht möglich, da sich die konkreten Effekte einer Maßnahme meist nur unzureichend von anderen Einflussfaktoren im betroffenen Flussabschnitt bzw. Einzugsgebiet abgrenzen lassen. Dafür sind entsprechende Detailuntersuchungen erforderlich. Dies war aufgrund des großen Umfangs der zu bewertenden Maßnahmen im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung nicht möglich. Die Wirkungen der Maßnahmen werden daher vom Gutachter qualitativ eingeschätzt und in Verbindung mit dem Gewässerzustand (siehe Abschnitt 6.1.1) bewertet.

Bei der qualitativen Maßnahmenbewertung wurden sämtliche im Datenbestand geführten Wasserbewirtschaftungsmaßnahmen, Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen, Wasserbehandlungsmaßnahmen sowie Pilot- und Demovorhaben (vgl. Tabelle 11) hinsichtlich ihrer generellen Wirkung auf die Kennwerte Sulfat, Eisen, Versauerung und den Durchfluss eingeschätzt. Eine Maßnahme kann dabei entweder eine nachteilige Wirkung, keine Wirkung oder eine vorteilhafte Wirkung entfalten (Tabelle 49). Die Einschätzung der Maßnahmenwirkung erfolgt dabei immer in Bezug auf den der Maßnahme zugeordneten Fließgewässer-OWK bzw. Fließgewässerabschnitt oder Grundwasserkörper. Die mögliche Fernwirkung von Maßnahmen wird bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Tabelle 49: Qualitative Bewertung der Maßnahmenwirkung.

Eintrag	Maßnahmenwirkung	Erläuterung
+1	vorteilhaft	Die Maßnahme hat im Sinne der Zielstellung auf den chemischen Kennwert bzw. den Durchfluss eine vorteilhafte Wirkung.
0	keine bzw. ambivalente	Die Maßnahme hat im Sinne der Zielstellung auf den chemischen Kennwert bzw. den Durchfluss keine bzw. eine ambivalente Wirkung.
-1	nachteilig	Die Maßnahme hat im Sinne der Zielstellung auf den chemischen Kennwert bzw. den Durchfluss eine nachteilige Wirkung.

Die Maßnahmen werden in Abschnitt 6.3 (Flussgebiet Spree) und Abschnitt 6.4 (Flussgebiet Schwarze Elster) sowie flussgebietsübergreifend in Abschnitt 6.2 vorgestellt und diskutiert.

6.1.3 Ableitung des Handlungsbedarfs

Gemäß Art. 4 der WRRL sollen sich alle bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK perspektivisch in einem guten chemischen Zustand und einem guten ökologischen Zustand befinden bzw. ein gutes ökologisches Potential aufweisen. Dies heißt im Kontext der vorliegenden Bearbeitung, dass in allen bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK die Zielvorgaben für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert (vgl. Tabelle 43) einzuhalten sind. Werden die Zielvorgaben in einem Fließgewässer-OWK nicht eingehalten, besteht Handlungsbedarf und es sind geeignete Maßnahmen zum Erreichen der Zielvorgaben abzuleiten und umzusetzen. In Bild 25 ist ein Ablaufschema zur **Ermittlung des Handlungsbedarfs** für die bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum dargestellt. Es wird nachfolgend kurz erläutert.

Werden die Zielvorgaben für die Kennwerte Sulfat, Eisen und den pH-Wert in einem Fließgewässer-OWK nicht eingehalten, besteht Handlungsbedarf. Dafür muss der Zustand des OWK allerdings bekannt und durch geeignete Beschaffenheitsdaten beschreibbar sein (Abschnitt 6.1.1). Ist dies nicht der Fall, müssen die entsprechenden Daten durch ein geeignetes Monitoring erfasst werden (Handlungsbedarf Monitoring, Bild 25).

Bei Überschreitung der Zielvorgaben sind die Ursachen der entsprechenden Belastung zu klären. Sind die Belastungsquellen bekannt und liegen innerhalb der Grenzen des Fließgewässer-OWK, besteht ein konkreter Handlungsbedarf und es sind Maßnahmen zur Minderung bzw. Beseitigung der Einträge aus diesen Belastungsquellen zu ergreifen (Bild 25). Werden die Belastungen im Fließgewässer-OWK durch Stoffeinträge aus einem oberstromigen OWK (Fernwirkung) verursacht, sind ggf. an diesem OWK Maßnahmen zur Minderung der Stoffeinträge erforderlich. Sind Ursachen der Belastung im Fließgewässer-OWK unbekannt, müssen die Belastungsquellen erkundet werden (Handlungsbedarf Detailerkundung, Bild 25).

Wurde für einen Fließgewässer-OWK nach der in Bild 25 dargestellten Vorgehensweise ein konkreter Handlungsbedarf ermittelt, sind in einem weiteren Schritt **zusätzliche Maßnahmen zur Minderung bzw. Beseitigung der Stoffeinträge** zu planen und umzusetzen. In Bild 26 ist das Verfahren zu Ableitung von zusätzlichen Maßnahmen als Ablaufschema dargestellt.

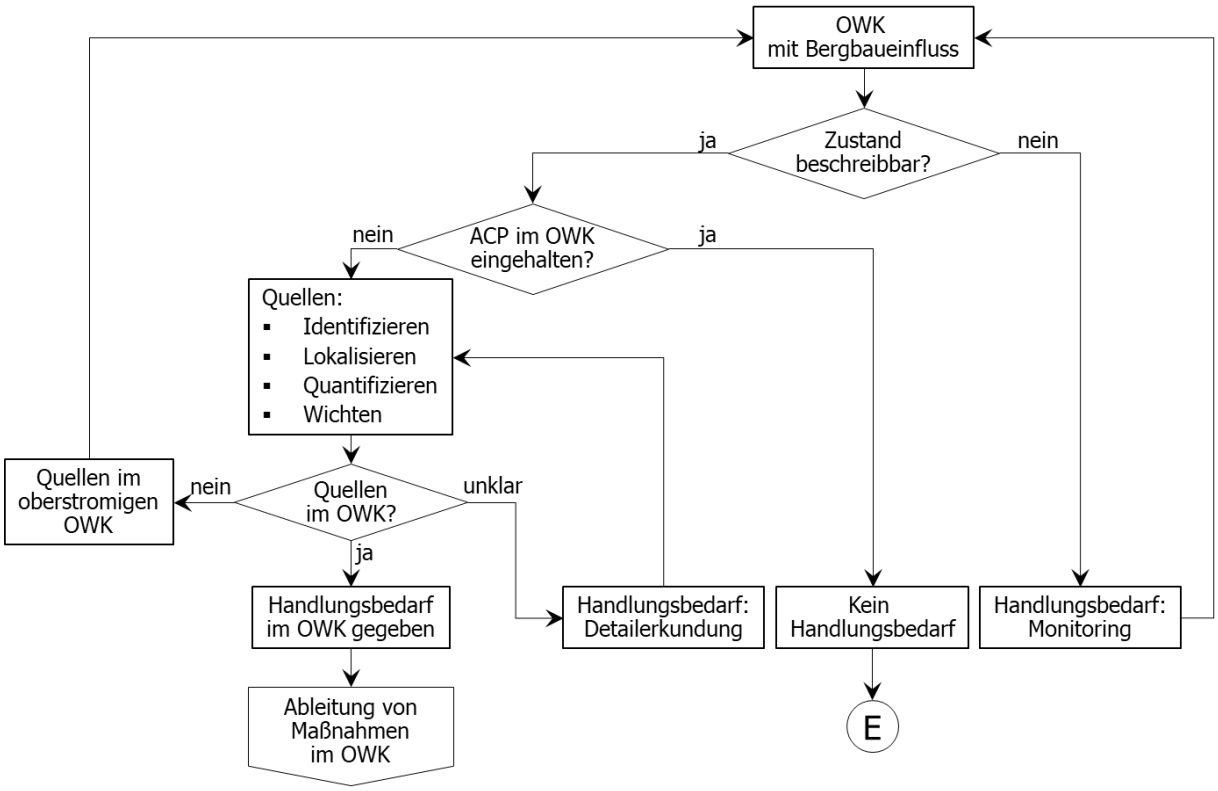


Bild 25: **Vorgehensweise zur Ermittlung des Handlungsbedarfs in einem bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK.**

Vor der Ableitung zusätzlicher Maßnahmen zur Einhaltung der Zielvorgaben im Fließgewässer-OWK ist zu prüfen, ob ggf. bereits Maßnahmen für den Fließgewässer-OWK geplant, aber noch nicht umgesetzt sind und ob bereits mit diesen Maßnahmen die Zielvorgaben erreicht werden können. Ist dies der Fall, sind keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich. Werden die Zielvorgaben mit den bestehenden bzw. in Planung befindlichen Maßnahmen nicht erreicht, sind zusätzliche Maßnahmen notwendig (Bild 26).

Die zusätzlich vorgeschlagenen Maßnahmen müssen grundsätzlich dazu geeignet sein, die Zielvorgaben im Fließgewässer-OWK zu erreichen. Vor der Umsetzung von zusätzlichen Maßnahmen ist deren **Verhältnismäßigkeit** zu prüfen. Der Begriff der Verhältnismäßigkeit bezieht sich in diesem Zusammenhang nicht ausschließlich auf monetäre Aspekte, sondern berücksichtigt weitere Faktoren. Diese können zwischen den Fließgewässer-OWK variieren bzw. unterschiedliche Relevanz haben. Wesentliche Faktoren zur Bewertung der Verhältnismäßigkeit sind:

- die Investitions- und Betriebskosten der Maßnahme,
- der Rohstoff- und Energiebedarf der Maßnahme,
- das Abfallaufkommen und sonstige Emissionen durch die Maßnahme,
- die Nachhaltigkeit der Maßnahme,
- der Flächenbedarf der Maßnahme,
- die Bedeutung des Schutzgutes und
- die Beeinflussung anderer Schutzgüter durch die Maßnahme.

Die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen ist eine hoheitliche Aufgabe und kann dementsprechend nur durch die jeweils zuständigen Landesbehörden erfolgen. Wird eine Maßnahme als nicht verhältnismäßig eingestuft und stehen keine geeigneten Alternativ-

maßnahmen zur Verfügung, ist zu prüfen, ob für den jeweiligen Fließgewässer-OWK abweichende Bewirtschaftungsziele festgelegt werden können (Bild 26).

Unabhängig von der politischen Dimension der Bewertung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen wird sich der Gutachter nachfolgend in Einzelfällen zur Verhältnismäßigkeit positionieren. Das gelingt immer dann vergleichsweise objektiv, wenn alternative Maßnahmen für eine Problemlösung in den Vergleich gesetzt werden können.

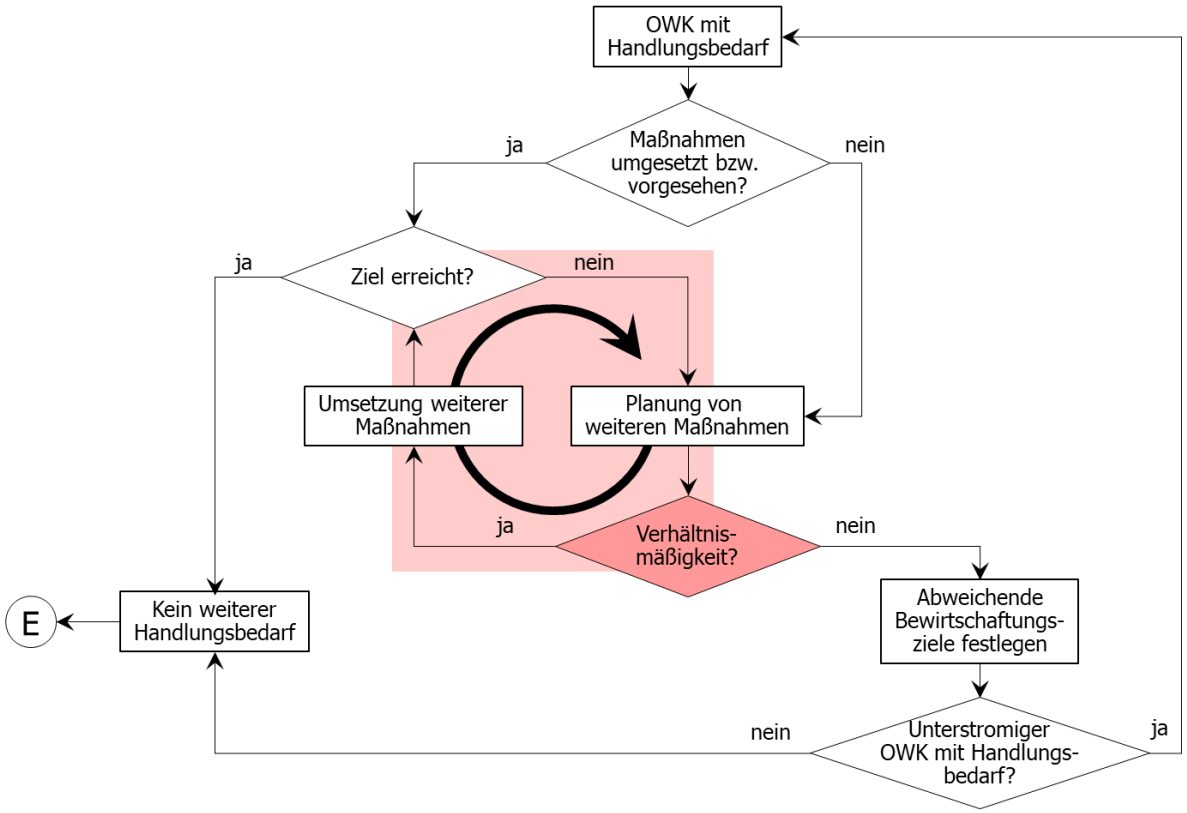


Bild 26: **Vorgehensweise zur Ableitung von zusätzlichen Maßnahmen in einem bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK mit nach Bild 25 abgeleitetem Handlungsbedarf.**

Es wird vorausgesetzt, dass die zusätzlich empfohlenen Maßnahmen grundsätzlich zum Erreichen der Zielvorgaben geeignet sind. Die Maßnahmenwirkung kann zum Zeitpunkt der Planung aber nur prognostiziert werden. Die **Validierung der tatsächlichen Maßnahmenwirkung** ist erst nach der Umsetzung der Maßnahme und einem geeigneten Monitoring möglich. Die prognostizierte und die tatsächliche Maßnahmenwirkung können sich durch zwischenzeitlich veränderte Randbedingungen ggf. unterscheiden. Die Planung von zusätzlichen Maßnahmen, deren Umsetzung und die nachfolgende Validierung der Maßnahmenwirkung sind ein iterativer Prozess (Bild 26).

Können die Zielvorgaben eines Fließgewässer-OWK mit verhältnismäßigen Maßnahmen nur mit deutlicher Verzögerung oder gar nicht erreicht werden, sind für diesen Fließgewässer-OWK **Änderungen der Bewirtschaftungsziele** vorzusehen (Bild 26). Als geänderte Bewirtschaftungsziele kommen in Betracht:

- eine weitere Fristverlängerung für das Erreichen der Bewirtschaftungsziele im betroffenen OWK über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus,
- die Festlegung weniger strenge Bewirtschaftungsziele für den betroffenen OWK oder
- die Inanspruchnahme von Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen für den betroffenen OWK nach § 31 Abs. 2 WHG.

Der Gutachter empfiehlt die Festlegung von geänderten Bewirtschaftungszielen für die Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum, bei denen die Zielvorgaben mit verhältnismäßigen Maßnahmen auf absehbare Zeit nicht erreicht werden können. Die Empfehlungen werden in jedem Einzelfall begründet.

Der für die bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK ermittelte Handlungsbedarf, die zusätzlich abgeleiteten Maßnahmen sowie die Empfehlungen für abweichende Bewirtschaftungsziele werden in Abschnitt 6.3 (Flussgebiet Spree) und in Abschnitt 6.4 (Flussgebiet Schwarze Elster) sowie flussgebietsübergreifend in Abschnitt 6.2 erläutert.

6.1.4 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Verfahrensansatz entwickelt, der die umfangreichen und in Raum und Zeit variablen Datensätze zur bergbaulichen Beeinflussung, der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern und den Maßnahmen der verschiedenen Institutionen systematisch zusammenführt und in Verbindung mit einem objektiven Bewertungssytem reproduzierbare Aussagen zu den bestehenden Defiziten und dem sich daraus ergebenden Handlungsbedarf ermöglicht. Den dynamischen Entwicklungen im bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum soll Rechnung getragen werden, indem die technische Umsetzung des Verfahrensansatzes bereits auf eine Fortschreibung ausgelegt ist. Auf diese Weise können neu erhobene Daten und Erkenntnisse zukünftig einfach einbezogen und der Handlungsbedarf den neuen Erfordernissen angepasst werden.

Die **räumliche Abgrenzung des Bergbaueinflusses** erfolgt in dem entwickelten Konzept hilfsweise anhand der räumlichen Ausdehnung der bergbaubedingten Grundwasserabsenkung. Das Konzept soll auf der Grundlage öffentlich verfügbarer und nachprüfbarer Daten eine möglichst objektive und reproduzierbare Ausweisung des bergbaulichen Einflusses ermöglichen (siehe Abschnitt 4.4). Vor dem Hintergrund der über 150-jährigen Bergbaugeschichte im Lausitzer Revier ist allerdings zu beachten, dass die verwendeten Daten auch Unschärfen aufweisen. Dies betrifft insbesondere Gebiete mit Altbergbau.

Die **Beschreibung des Gewässerzustandes** erfolgte für die räumlichen Einheiten der Fließgewässer-OWK. Die bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK wurden durch den Verschnitt mit den Rauminformationen zur Ausdehung der bergbaubedingten Grundwasserabsenkung ermittelt. Zur Beschreibung des Gewässerzustandes wurden den Fließgewässer-OWK Gütemessstellen zugeordnet. Für die OWK des Freistaates Sachsen war diese Zuordnung vorgegeben. Für die OWK des Landes Brandenburgs erfolgte die Zuordnung von Gütemessstellen durch den Gutachter. Aus den für die Messstellen verfügbaren Daten wurde dann der Gewässerzustand für die Kennwerte Eisen, Sulfat und den pH-Wert abgeleitet und den für die Fließgewässer-OWK vorgegebenen Zielwerten gegenübergestellt (siehe Abschnitt 6.1.1). Die Ausweisung einer bergbaulichen Beeinflussung für einen Fließgewässer-OWK wird zunächst nur aus der Flächenzugehörigkeit (als notwendiges Kriterium) abgeleitet und muss nicht zwingend mit einer Überschreitung der Zielvorgaben einhergehen. Mit der Überschreitung der Zielvorgaben ist das hinreichende Kriterium für den Bergbaueinfluss erfüllt. Erhöhte Sulfat- und Eisenbelastungen sowie Versauerungserscheinungen können auch in bergbaulich unbeeinflussten Fließgewässern auftreten.

Die Datensätze zu den bergbaubezogenen **Maßnahmen** der Unternehmen und der Länder wurden aufbereitet, vereinheitlicht, systematisiert, vom Gutachter ergänzt und in einer Datenbank zusammengeführt (siehe Abschnitt 3.3). Die Wirkungen der Maßnahmen auf den Durchfluss, die Sulfat- und Eisenkonzentration sowie die Versauerungsdisposition wurde qualitativ bewertet (siehe Abschnitt 6.1.2). Zur **Analyse der Defizite** und der **Ableitung des Handlungsbedarfes** wurden die Maßnahmen dann mit den Informationen zum Gewässerzustand zusammengeführt. Unter einem Defizit ist in diesem Kontext die Überschreitung von

Zielvorgaben zu verstehen. Für die erkannten Defizite wurden vom Gutachter geeignete, zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Stoffbelastung empfohlen. Kann die Stoffbelastung in einem Fließgewässer-OWK nach Einschätzung des Gutachters nicht mit verhältnismäßigen Mitteln verringert werden, wurden Empfehlungen für Änderungen der Bewirtschaftungsziele abgeleitet (siehe Abschnitt 6.1.3).

6.2 Lausitz

Die Darstellung und Erläuterung des Zustandes der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK (Abschnitt 6.1.1), die Vorstellung und Diskussion der bergbaurelevanten Maßnahmen (Abschnitte 3.3 und 6.1.2) sowie die Ableitung des zusätzlichen Handlungsbedarfs (Abschnitt 6.1.3) erfolgt auf drei räumlichen Ebenen. Im aktuellen Abschnitt sollen ein genereller Überblick über den Zustand der Fließgewässer-OWK im bergbaulich beeinflussten **Untersuchungsraum** vermittelt, die kennwertspezifischen Belastungsschwerpunkte herausgearbeitet sowie Maßnahmen mit großräumigem Bezug vorgestellt werden. In den nachfolgenden Abschnitten 6.3 und 6.4 erfolgt eine vertiefende Betrachtung der **Flusseinzugsgebiete** der Spree und der Schwarzen Elster, wobei besonders auf die Belastungssituation der Hauptvorfluter Spree und Schwarze Elster sowie die Maßnahmen mit Bezug zum jeweiligen Flusseinzugsgebiet eingegangen wird. In den untergeordneten Kapiteln wird vertiefend auf die Verhältnisse in den bergbaulich beeinflussten **Teilgebieten** eingegangen.

Gewässerzustand

Für 28 von 36 **Teilgebieten** des Untersuchungsraums ist formal von einem Bergbaueinfluss auszugehen (Tabelle 50). In 17 Teilgebieten sind mehr als 50 % der Gebietsfläche bergbaulich beeinflusst, wobei in sieben Teilgebieten die gesamte Gebietsfläche dem Bergbaueinfluss unterliegt. In fünf Teilgebieten liegt der Flächenanteil des Bergbaueinflusses bei ≤ 5 % (Tabelle 29).

Für 184 von 552 **Fließgewässer-OWK** im Untersuchungsraum wurde ein Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 50), wobei 111 OWK einen dominanten Bergbaueinfluss und 73 OWK einen zu prüfenden Bergbaueinfluss aufweisen. Von den 184 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK sind 19 OWK dem Freistaat Sachsen, 164 OWK dem Land Brandenburg und 1 OWK dem Land Berlin zuzuordnen (Tabelle 44).

Der **Gewässerzustand** wurde für 88 von 184 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK beschrieben (Tabelle 50). Für 95 bergbaulich beeinflusste OWK des Landes Brandenburg war eine Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (Anlage 1). Der bergbaulich beeinflusste OWK des Landes Berlin wurde bei der Beschreibung des Gewässerzustandes ausgeklammert.

Die **Zielvorgaben** für Sulfat und Eisen (Tabelle 43) wurden zum Stichtag (2017) in 59 bzw. 44 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK überschritten. Die Zielvorgaben für den pH-Wert (Tabelle 43) wurden zum Stichtag (2017) in 25 bergbaubeeinflussten OWK nicht eingehalten (Tabelle 50).

In Bild 27, Bild 28 und Bild 29 ist die **räumliche Verteilung der Versauerung sowie der Eisen- und Sulfatbelastung** der Fließgewässer im Untersuchungsraum in Verbindung mit der Grenze des Bergbaueinflusses dargestellt. Als Grundlage für die Darstellungen wurden die Daten zur abschnittsweisen Gewässerbelastung genutzt (siehe Abschnitt 3.4). Zur Darstellung der Versauerung wird das 10-Perzentil des pH-Wertes verwendet. Als versauerungsbelastet gelten Gewässerabschnitte mit pH ≤ 4,3. Die Darstellungen zur Eisen- und Sulfatbelastung basieren auf den arithmetischen Mittelwerten. Von einer Belastung wird hier bei Konzentrationen > 200 mg/L Sulfat bzw. > 1,8 mg/L Eisen-gesamt ausgegangen. Die entsprechenden Gewässerabschnitte sind in den Karten rot hervorgehoben.

Aus den Darstellungen geht hervor, dass sich die Eisen- und Versauerungsbelastung der Fließgewässer überwiegend auf den Bereich des Bergbaueinflusses beschränkt (Bild 27 bzw. Bild 28). Die Belastungen der Fließgewässer sind dabei hauptsächlich auf diffuse Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers zurückzuführen. Im Unterschied zur Eisen- und Versauerungsbelastung wird die Sulfatbelastung der Fließgewässer vor allem durch die Einleitungen sulfatreichen Sümpfungswassers aus den Behandlungsanlagen des Sanierungs- und Gewinnungsbergbaus sowie die Ausleitungen von sulfatreichem Wasser aus Bergbaufolgeseen verursacht. Der Einfluss von diffusen Grundwasserzutritten auf die Sulfatbelastung der Fließgewässer ist gering. Im Unterschied zur Versauerung und zur Eisenbelastung breitet sich die Sulfatbelastung insbesondere in der Spree deutlich über die Grenzen des Bergbaueinflusses aus, da sich Sulfat im Gewässer weitgehend inert verhält und nicht mit anderen Stoffen reagiert bzw. abgebaut oder umgewandelt wird (sogenannter konservativer Stofftransport, Fernwirkung). Die Sulfatkonzentration verringert sich auf dem Fließweg nur durch die Einmischung sulfatarmen Wassers nach dem Verdünnungsprinzip. Die Zuflüsse zur Spree außerhalb des bergbaulich beeinflussten Gebietes reichen allerdings im Mittel nicht aus, um die Sulfatkonzentration der Spree bis Berlin unter 200 mg/L zu verdünnen (Bild 29).

Tabelle 50: Übersicht über die Teilgebiete mit Angaben zum räumlichen Bergbaueinfluss und den bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK, der Datenverfügbarkeit sowie zur Häufigkeit der Überschreitung von Zielvorgaben für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert in den bergbaulich beeinflussten OWK (Überschreitungen sind rot und fehlende Daten grau hervorgehoben).

Nr.	Teilgebiet	Räumlicher Bergbaueinfluss im Teilgebiet	Anzahl der OWK im Teilgebiet	Anzahl der OWK im Teilgebiet mit Bergbaueinfluss	Datenverfügbarkeit und Überschreitung der Zielvorgaben in den bergbaulich beeinflussten OWK					
					Sulfat		Eisen		Versauerung	
					Anzahl der OWK mit Überschreitung der Zielvorgabe	Anzahl der OWK ohne Daten	Anzahl der OWK mit Überschreitung der Zielvorgabe	Anzahl der OWK ohne Daten	Anzahl der OWK mit Überschreitung der Zielvorgabe	Anzahl der OWK ohne Daten
1	Schwarze Elster 1.4	Ja	9	2	1	0	2	0	2	0
2	Schwarze Elster 2.4	Ja	3	3	1	0	3	0	0	0
3	Schwarze Elster 3.4	Ja	4	4	0	2	1	2	0	2
4	Schwarze Elster 4.4	Ja	65	12	0	8	1	10	3	8
5	Klosterwasser	Nein	4	0	0	0	0	0	0	0
6	Hoyerswerdaer Schwarzwasser	Ja	11	3	0	0	0	0	0	0
7	Rainitza	Ja	6	6	1	5	1	5	0	5
8	Ruhlander Schwarzwasser	Ja	8	4	0	3	1	3	1	3
9	Pößnitz	Ja	3	3	2	1	2	1	1	1
10	Hammergraben	Ja	6	6	4	2	4	2	4	2
11	Pulsnitz	Nein	14	0	0	0	0	0	0	0
12	Große Röder	Nein	34	0	0	0	0	0	0	0
13	Kleine Elster	Ja	25	14	2	11	1	11	1	11
14	Spree 1.8	Nein	19	0	0	0	0	0	0	0
15	Spree 2.8	Ja	6	6	3	1	4	1	2	1
16	Spree 3.8	Ja	21	15	2	13	0	13	0	13
17	Spree 4.8	Ja	23	19	5	13	0	13	0	13
18	Spree 5.8	Nein	9	4	2	2	0	2	0	2
19	Spree 6.8	Nein	17	3	2	1	0	1	0	1
20	Spree 7.8	Ja	41	3	2	1	0	1	0	1
21	Spree 8.8	Nein	53	3	2	1	0	1	0	1
22	Weißer Schöps	Ja	13	2	0	0	1	0	0	0
23	Schwarzer Schöps 1.2	Ja	4	2	0	0	1	0	0	0
24	Schwarzer Schöps 2.2	Ja	3	2	0	0	1	0	0	0
25	Kleine Spree	Ja	4	2	1	0	2	0	1	0
26	Talsperre Spremberg	Ja	2	2	0	2	0	2	0	2
27	Malxe und Großes Fließ	Ja	17	15	4	11	0	12	1	11
28	Greifenhainer Fließ	Ja	21	20	13	7	6	8	2	7
29	Göritzer Mühlenfließ	Ja	4	4	2	1	3	1	2	1
30	Vetschauer Mühlenfließ	Ja	4	4	4	0	3	0	0	0
31	Dobra	Ja	7	7	1	4	2	4	0	4
32	Kamske	Ja	1	1	1	0	1	0	0	0
33	Zerkwitzer Kahnfahrt	Ja	3	3	3	0	0	0	2	0
34	Wudritz	Ja	5	5	4	0	5	0	2	0
35	Berste	Ja	14	9	1	5	1	5	1	5
36	Dahme	Nein	78	3	1	2	0	2	0	2

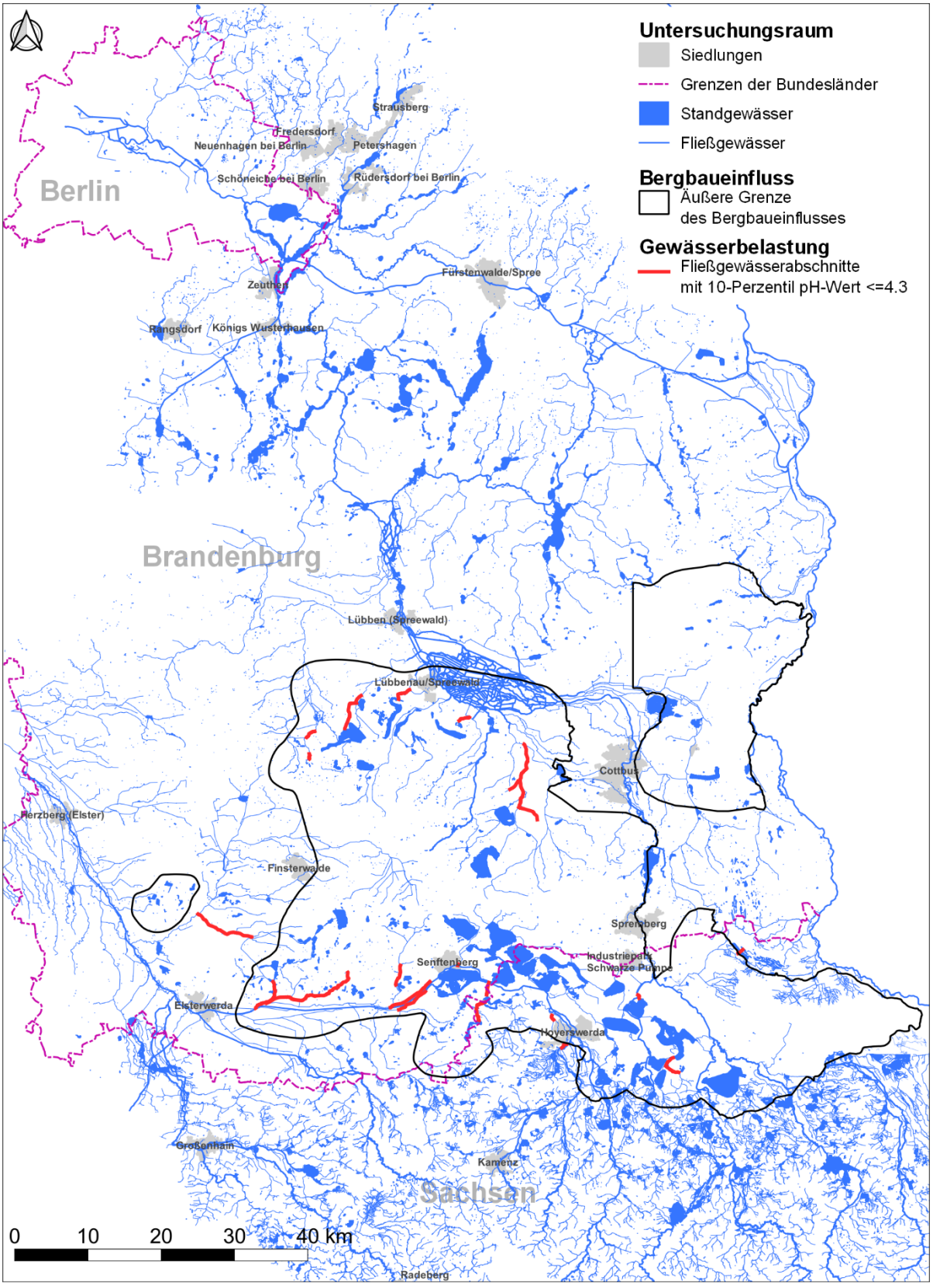


Bild 27: **Versauerung der Fließgewässer im Untersuchungsraum und Grenzen des Bergbaueinflusses, rot hervorgehoben sind Fließgewässerabschnitte mit einem pH-Wert pH ≤ 4,3 im 10-Perzentil (Datenzeitraum: hydrologische Jahre 2010 bis 2017).**

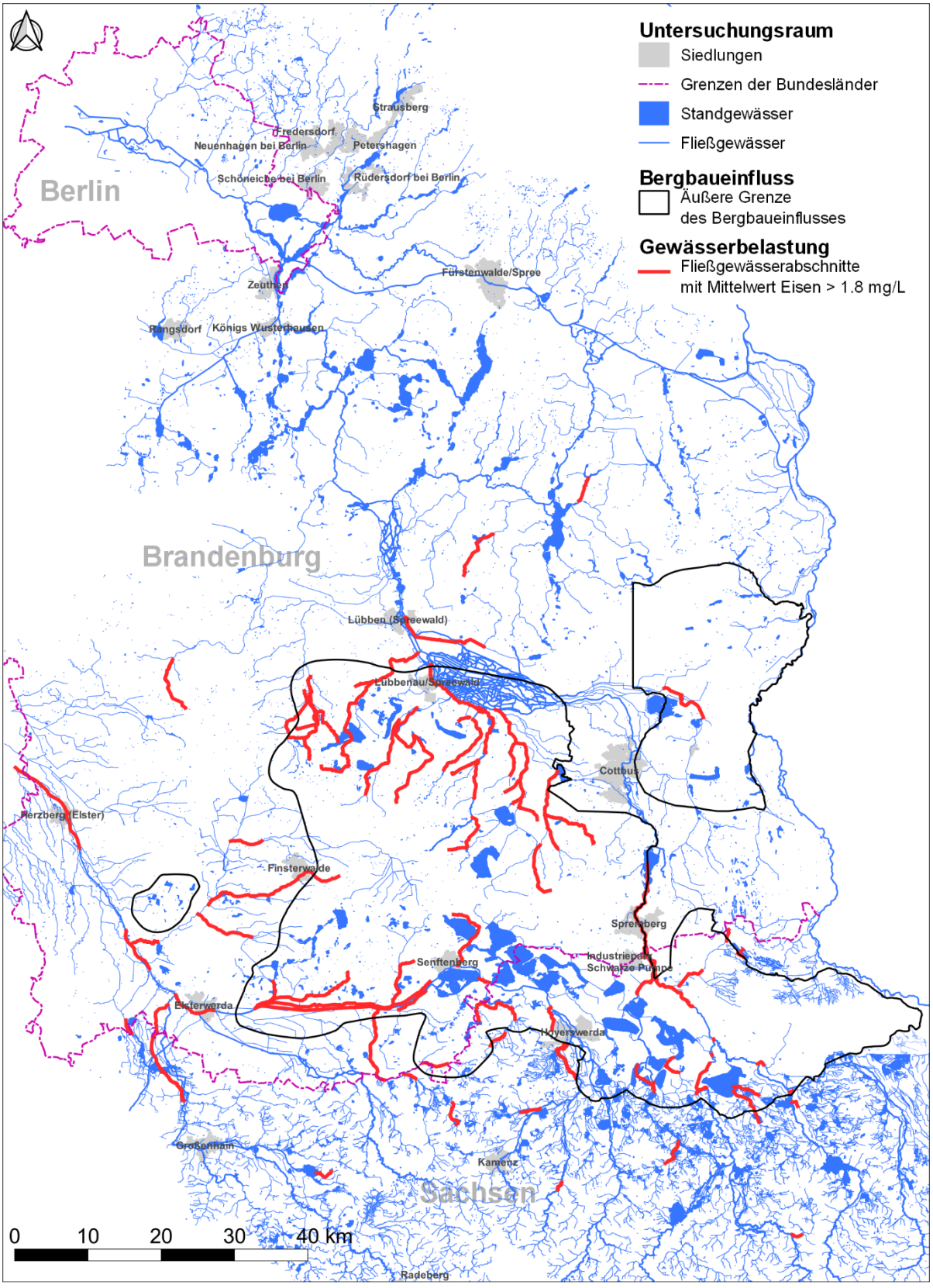


Bild 28: **Eisenbelastung der Fließgewässer im Untersuchungsraum und Grenzen des Bergbaueinflusses, rot hervorgehoben sind Fließgewässerabschnitte mit einer mittleren Eisenkonzentration > 1,8 mg/L (Datenzeitraum: hydrologische Jahre 2010 bis 2017).**

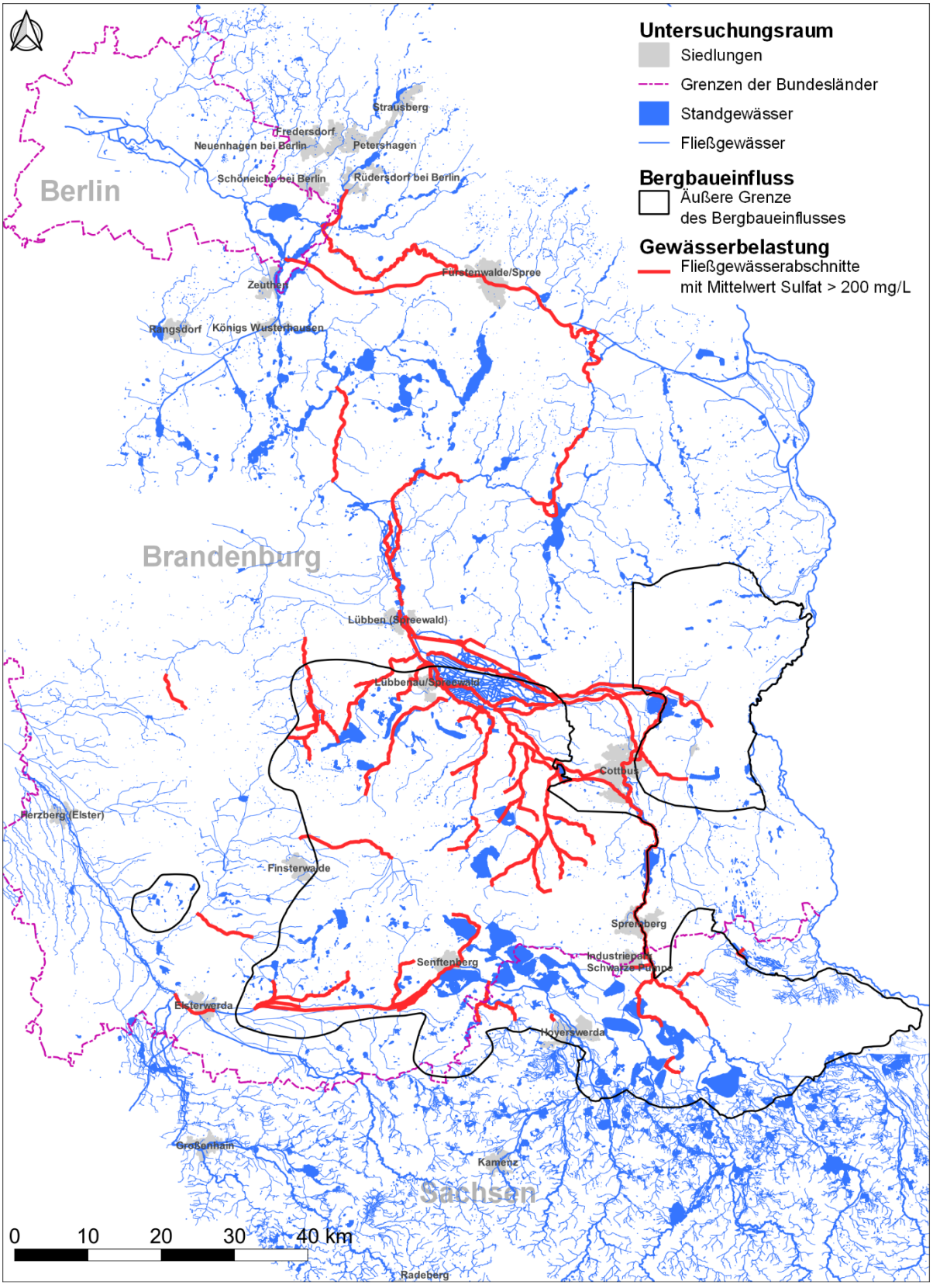


Bild 29: **Sulfatbelastung der Fließgewässer im Untersuchungsraum und Grenzen des Bergbaueinflusses, rot hervorgehoben sind Fließgewässerabschnitte mit einer mittleren Sulfatkonzentration > 200 mg/L (Datenzeitraum: hydrologische Jahre 2010 bis 2017).**

Derzeitige Maßnahmen

In der Tabelle 51 und Tabelle 52 sind die relevanten technischen und konzeptionellen Bestandsmaßnahmen mit dem Fokus auf den gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum aufgeführt.

Im Rahmen der **Wassermengensteuerung Spree-Schwarze Elster** werden die Fließgewässer, Talsperren und Bergbaufolgeseen im Untersuchungsraum mit den Zielen der Niedrigwasseraufhöhung, des Hochwasserschutzes und der Flutung der Bergbaufolgeseen flussgebietsübergreifend bewirtschaftet. Die modellgestützte Bewirtschaftung erfolgt in wöchentlicher Abstimmung mit den maßgeblichen Gewässernutzern (LMBV, LE-B), Fachbehörden (LDS, LfU) und Landesbetrieben (LTV). Die Bewirtschaftungsziele und Bewirtschaftungsregeln werden regelmäßig in der AG Flussgebietsbewirtschaftung zwischen den maßgeblichen Akteuren abgestimmt, AG FGB (2019). Das Maßnahmenpaket Wassermengensteuerung Spree-Schwarze Elster umfasst 29 Einzelmaßnahmen (Tabelle 51).

In den Gebieten des Sanierungsbergbaus werden im Rahmen des Montanhydrologischen Monitorings (MHM) der LMBV die Grundwasserbeschaffenheit und der Grundwasserstand (**MHM Grundwasser**), die Wasserbeschaffenheit und Biologie in den Bergbaufolgeseen (**MHM Bergbaufolgeseen**) sowie die Wasserbeschaffenheit und der Durchfluss in den Fließgewässern (**MHM Fließgewässer**) regelmäßig überwacht. Die LMBV überwacht weiterhin das Grund- und Oberflächenwasser im Bereich von Altlastenverdachtsflächen in den Sanierungsbereichen (**Altlastenmonitoring in den Sanierungsbereichen**). Die Monitoringmaßnahmen der LMBV beinhalten insgesamt 81 Einzelmaßnahmen (Tabelle 52).

Die Bundesländer Sachsen und Brandenburg überwachen regelmäßig den Durchfluss und die Wasserbeschaffenheit in den Fließgewässern (**Fließgewässermonitoring der Bundesländer**) sowie den Grundwasserstand und die Grundwasserbeschaffenheit (**Grundwassermonitoring der Bundesländer**) im jeweiligen Bundesland (Tabelle 52).

Die LMBV betreibt für die Sanierungsbereiche **hydrogeologische Großraummodelle** (HGM). Die Modelle dienen zur Prognose der Grundwasserstandsentwicklung und Grundwasserströmungsverhältnisse in den Sanierungsbereichen. Die Modellergebnisse werden zudem für weiterführende Untersuchungen (z. B. zur Prognose der Wasserbeschaffenheit in den Bergbaufolgeseen) und Planungen (z. B. der Anschluss von Bergbaufolgeseen an Vorfluter und von Vernässungsflächen an Bergbaufolgeseen) genutzt. Die Modellergebnisse bilden zudem die Grundlage für die **Prognose der Sulfatausbreitung auf dem Grundwasserpfad** in den Sanierungsbereichen. Die hydrogeologischen Großraummodelle sowie die Stofftransportmodelle werden fortlaufend weiterentwickelt und qualifiziert. Die genannten Maßnahmenkomplexe umfassen 17 bzw. 9 Einzelmaßnahmen (Tabelle 52).

Im Auftrag der LE-B wurde ein **Modellsystem zum dreidimensionalen reaktiven Stofftransport im Grundwasser** entwickelt. Über das Modellsystem kann das im Lausitzer Braunkohlenrevier verbreitete geohydraulische Grundwasserströmungsmodell PCGEOFIM® offline mit der hydrogeochemischen Modellsoftware PHREEQC gekoppelt werden. Um die Rechenzeit bei langfristigen Prognosen über mehrere hundert Jahre in einem vertretbaren Rahmen zu halten, können die Modellrechnungen in einem Computercluster parallelisiert werden. Mit dem entwickelten Modellsystem wurden bereits Fragestellungen zum nachbergbaulichen Stoffaustrag aus der Innenkippe des Tagebaus Welzow-Süd sowie zur möglichen Beeinflussung einer Trinkwasserfassung durch den sulfatbelasteten Abstrom von den Außenhalden des Tagebaus Nochten untersucht (Tabelle 52).

Tabelle 51: Relevante technische Maßnahmen einschließlich deren konzeptioneller Begleitung (Maßnahmenkomplexe) mit Bezug zum gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum und Bewertung ihrer Wirkungen.

Komplex	Kategorie	Anzahl Einzelmaßnahmen (1)	Träger der Maßnahme	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf… (2)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Wassermengen steuerung Spree-Schwarze Elster	Wassermengensteuerung	8	LMBV LfU LTV LDS	Bewirtschaftung von Fließgewässern, Talsperren und Bergbaufolgeseen in den Flusseinzugsgebieten der Spree und der Schwarzen Elster zur Niedrigwasseraufhöhung, zum Hochwasserschutz und zur Flutung von Bergbaufolgeseen	Laufend	+1	0	0	0
	Wasserüberleitung	1	LMBV	Entnahme von Spreewasser an der Pumpstation Spreewitz zur Überleitung in die Erweiterte Restlochkette	Laufend	-1	0	0	0
	Fremdflutung und Nachsorge	1	LMBV	Betrieb der Neißeüberleitung zur Bereitstellung von Flutungswasser für die Erweiterte Restlochkette	Laufend	+1	0	0	0
	Modellierung	2	LMBV LDS LfU	Mitwirkung bei der Weiterentwicklung des länderübergreifenden Langfristbewirtschaftungsmodells WBalMo "Spree-Schwarze Elster"	Laufend	0	0	0	0
		1	LMBV LDS LfU	Weiterentwicklung und Betrieb des Flutungs- und Steuerungsmodells GRMSTEU	Laufend	0	0	0	0
	Organisation	15	LDS LfU	Festlegung der ökologischen Mindestdurchflüsse für maßgebliche Bilanzprofile an den Fließgewässern in den Flusseinzugsgebieten der Spree und der Schwarzen Elster	Laufend	0	0	0	0
		1	LDS LfU LMBV LTV	Flutungszentrale Lausitz: Wöchentliche Abstimmungen zur Flutungssteuerung	Laufend	0	0	0	0
		1	LDS LTV LfU LfULG LBGR LMBV LE-B	AG Flussgebietsbewirtschaftung: Entwicklung und Abstimmung von Bewirtschaftungsgrundsätzen und Vorgaben zur Flutungssteuerung	Laufend	0	0	0	0

(1) Die konkreten Maßnahmennummern sind in der Datenbank hinterlegt.
(2) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Die LMBV betreibt für die Sanierungsbereiche **Niederschlags-Abfluss-Modelle** (NAM). Die NAM dienen zur Prognose des Wasserdargebots in den Sanierungsbereichen. Der Maßnahmenkomplex umfasst 3 Einzelmaßnahmen (Tabelle 52).

Zu den Ursachen der **Eisenbelastung der Fließgewässer in den Sanierungsbereichen der LMBV** wurden umfangreiche Studien durchgeführt. Im Rahmen der Studien wurden die maßgeblichen Eintragsquellen lokalisiert, deren Quellstärken ermittelt und erste Maßnahmenvorschläge abgeleitet. Die Studien bilden die fachliche Grundlage für die Umsetzung der LMBV-Maßnahmen zur Minderung der Eisenbelastung in den Fließgewässern. Die Maßnahmenumsetzung wird gutachterlich begleitet. Der Maßnahmenkomplex umfasst 6 Einzelmaßnahmen (Tabelle 52).

Seit Mitte der 1990er Jahre werden von der LMBV auf der Grundlage hydrochemischer Modelle **Prognosen zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den Bergbaufolgeseen** des Sanierungsbergbaus erstellt. Inzwischen ist der Datenbestand zu den Bergbaufolgeseen deutlich angewachsen. Die hydrochemischen Modelle wurden zur Berücksichtigung neuer Entwicklungen inhaltlich weiterentwickelt. Zu allen relevanten Bergbaufolgeseen des Lausitzer Reviers liegen inzwischen Modelle vor. Die Modelle sind in der Regel gut kalibriert und damit prognosefähig. Heute sind die hydrochemischen Modelle ein unverzichtbares Werkzeug für die Planungen zur Flutung, Bewirtschaftung und Wasserbehandlung der Bergbaufolgeseen. Damit sie als Bewirtschaftungs- und Planungsinstrument auch künftig zur Verfügung stehen, müssen die hydrochemischen Modelle unter Nutzung der Erkenntnisse aus dem Monitoring der Bergbaufolgeseen systematisch fortgeschrieben werden (Tabelle 52).

Auf Initiative des LfULG und des SMEKUL wurden zwei Studien zur **Realisierbarkeit eines überregionalen Grundwasserströmungs- und Stofftransportmodells** angefertigt. Das Modell sieht eine quantitative Kopplung der Grundwasserströmung mit den Oberflächengewässern und dem Gebietswasserhaushalt (Grundwasserneubildung) vor und soll als Entscheidungsgrundlage sowohl für die länderübergreifenden langfristigen wasserwirtschaftlichen Planungen als auch für kurz- und mittelfristige wasserwirtschaftliche Entscheidungen dienen. Es soll sowohl von den Länderbehörden als auch von den Bergbauunternehmen genutzt werden (Tabelle 52).

Die Erarbeitung des **Strategischen Hintergrundpapiers zur Eisen- und Sulfatbelastung** der Spree und Schwarzen Elster ist in drei Phasen gegliedert. Die erste Phase beinhaltet die Erstellung einer Datenbank mit einem problemadäquaten Kennwertespektrum zur Verockerung, Sulfatbelastung und Versauerung von Fließgewässer-OWK sowie ein Geodatenmanagement, LBGR (2018). In der zweiten Phase (entspricht der vorliegenden Bearbeitung) werden die erfassten Primärdaten zur Ableitung von Handlungsschwerpunkten analysiert und bewertet. Auf dieser Grundlage werden in der dritten Phase Vorschläge für ein bergbauspezifisches Maßnahmenprogramm abgeleitet, LBGR (2020b). Das Strategische Hintergrundpapier wird im Zeitraum von 2018 bis 2020 erarbeitet und soll in den Folgejahren unter Berücksichtigung der Berichtszyklen der EG-WRRL fortgeschrieben und inhatlich erweitert werden (Tabelle 52).

Die Erkenntnisse und **Ergebnisse des strategischen Hintergrundpapiers** zu den Kennwerten Eisen und Sulfat sollen in die **Bewirtschaftungs- und Maßnahmenpläne der FGG Elbe** einfließen und die Grundlage für diverse Hintergrundpapiere zur Begründung von Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen der EG-WRRL für bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK mit Zielverfehlung bilden. Die zuständigen Behörden prüfen außerdem Empfehlungen zur Deklaration und zum Zuschnitt von bergbaubeeinflussten Fließgewässer-OWK (Tabelle 52).

Im Rahmen des EU-geförderten deutsch-tschechischen Vita-Min-Projektes, das grenzüberschreitende Auswirkungen des Bergbaus zum Inhalt hat, ist die Erarbeitung einer Studie vorgesehen, die Aspekte des Wasserhaushalts in hydrologischen **Extremsituationen** untersucht (Tabelle 52).

Die bei der Entschlammung von eisenbelasteten Fließgewässern (z. B. Greifenhainer Fließ, Eichower Fließ, Vetschauer Mühlenfließ) in großer Kubatur anfallenden eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimente müssen entsorgt werden. Das gilt auch für die in GWRA, GWBA und WBA anfallenden eisenhaltigen Schlämme. Im Rahmen einer Studie wurden verschiedene Entsorgungsalternativen geprüft (**Entwicklung eines EHS-Konzeptes**). Für die Entsorgung kommen im Wesentlichen die Verwertung als Ersatzbaustoff (z. B. zur Deponieabdeckung), die Anlage einer betriebseigenen Monodeponie oder die Verbringung in einem

Tagebaurestloch in Frage. Die beiden ersten Optionen wurden als langfristig nicht zielführend bewertet. Favorisiert wird deshalb eine unschädliche Verbringung in einem Restraum des Bergbaus, die sich im günstigsten Fall mit einer Sanierungsaufgabe koppeln lässt. Das EHS-Konzept der LMBV ist in diesem Sinne fortzuschreiben (Tabelle 52).

Entsprechend der EG-WRRL sollen perspektivisch alle Fließgewässer-OWK in einen guten ökologischen Zustand versetzt werden. Die zur Zielerreichung in den einzelnen Fließgewässer-OWK notwendigen Maßnahmen werden vom Freistaat Sachsen in sogenannten **Vorhabens- und Sanierungsplänen (VoSa)** und vom Land Brandenburg in sogenannte **Gewässerentwicklungskonzepten (GEK)** zusammengeführt und in die Bewirtschaftungspläne übernommen. Für die bergbaubeeinflussten Fließgewässer-OWK im Untersuchungsraum ist die Erstellung entsprechender Vorhabens- und Sanierungspläne bzw. Gewässerentwicklungskonzepte durch die zuständigen Fachbehörden der Länder in Zusammenarbeit mit den Bergbauunternehmen geplant. Die in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagenen Maßnahmen zur Minderung der bergbaulichen Belastungen sind dabei ein wichtiger Baustein (Tabelle 52).

Das SMEKUL stellt unter Berücksichtigung der veränderten wasserwirtschaftlichen Situation in den Sanierungs- und Bergbaugebieten sowie neuer Klima- und Wasserhaushaltsprojektionen alle in der Vergangenheit vorgeschlagenen Maßnahmen zur Stabilisierung des nachbergbaulichen Wasserhaushaltes hinsichtlich des Wasserdargebots und der Wasserbeschaffenheit auf den Prüfstand. Dazu gehören u. a. **Wasserüberleitungen** aus benachbarten Flussgebieten und das **Schaffen zusätzlicher Speicherräume** (Tabelle 52).

Für die Wasserwerke Briesen und Friedrichshagen sowie bei Erfordernis für weitere Standorte der **Trinkwassergewinnung** sollen **Gefährdungsabschätzungen** erarbeitet werden. Schwerpunkte sind das Wasserdargebot, die Auswirkungen der Sulfatbelastung der Fließgewässer auf die Qualität des Trinkwassers sowie ggf. erforderliche Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen der Trinkwasserverordnung (Tabelle 52).

In technischen und naturräumlichen Wasserbehandlungsanlagen und bei der Beräumung verockerter Fließgewässer fallen **Eisenhydroxidschlämme** (EHS) und **eisenhydroxidhaltige Gewässersedimente** an. Zur Vermeidung, Verwertung und sicheren Beseitigung dieser Schlämme bzw. Sedimente hat die LMBV ein Maßnahmenkonzept für den gesamten Sanierungsbereich Lausitz entwickelt. Die zuständigen Behörden begleiten dieses **EHS-Konzept** fachlich und führen es zur Entscheidungs- und Genehmigungsreife (Tabelle 52).

Die Bundesländer Sachsen und Brandenburg haben im laufenden fünften **Verwaltungsabkommen zur Braunkohlensanierung** zwischen dem Bund und den Braunkohlenländern die erforderlichen Finanzmittel für die Bergbausanierung bereitgestellt (Tabelle 52).

Tabelle 52: Relevante konzeptionelle Maßnahmen mit Bezug zum gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum.

Komplex	Kategorie	Anzahl Einzelmaßnahmen (1)	Träger	Erläuterung	Status
MHM Grundwasser	Monitoring	27	LMBV	Monitoring der Grundwasserstände und der Grundwasserbeschaffenheit in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend
MHM Fließgewässer	Monitoring	15	LMBV	Monitoring des Durchflusses und der Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend

Komplex	Kategorie	Anzahl Einzel-maß-nahmen (1)	Träger	Erläuterung	Status
MHM Bergbau-folgeseen	Monitoring	21	LMBV	Monitoring des Wasserstandes, der Wasserbeschaffenheit und der Biologie in den Bergbaufolgeseen in den Sanierungs-bereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend
Altlastenmoni-toring in den Sanierungs-bereichen	Monitoring	18	LMBV	Monitoring des Grund- und Oberflächenwassers im Bereich von Altlastenverdachtsflächen in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend
Grundwasser-monitoring der Bundesländer	Monitoring	2	LfULG LfU	Monitoring des Grundwasserstandes und der Grundwasser-beschaffenheit in den Bundesländern Sachsen (LfULG) und Brandenburg (LfU)	Laufend
Fließ-gewässer-monitoring der Bundesländer	Monitoring	2	LfULG LfU	Monitoring der Durchflüsse und der Wasserbeschaffenheit in den Fließgewässern der Bundesländer Sachsen (LfULG) und Brandenburg (LfU)	Laufend
HGM für die Sanierungs-bereiche	Modellie-rung	17	LMBV	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb von hydrogeologischen Großraummodellen (HGM) für die Sanierungsbereiche O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend
NA-Modelle für die Sanie-rungsbereiche	Modellie-rung	3	LMBV	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb von hydrologischen Niederschlag-Abfluss-Modellen (NA) für die Sanierungs-bereiche B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend
Modell-entwicklung	Modellie-rung	1	LE-B	Entwicklung eines Modells zum dreidimensionalen reaktiven Stofftransport im Grundwasser	Laufend
Prognose Sulfataus-breitung Grundwasser	Modellie-rung	9	LMBV	Modellgestützte Prognose der Sulfatausbreitung auf dem Grundwasserpfad in den Sanierungsbereichen O1 bis O3 (Sachsen) und B1 bis B6 (Brandenburg) der LMBV	Laufend
Eisen Fließ-gewässer Lausitz	Studien und Konzepte	1	LMBV	1. Eisenstudie Südraum: Untersuchung der Exfiltration von eisenhaltigem, saurem Grundwasser in die Kleine Spree und in die Spree, Teil 1: Erkundung, Teil 2: Maßnahmen	Abge-schlossen
		1	LMBV	2. Eisenstudie Südraum: Weiterführende Untersuchungen der Exfiltration von eisenhaltigem, saurem Grundwasser in die Kleine Spree und die Spree, Teil 1: Erkundung, Teil 2: Maßnahmen	Abge-schlossen
		1	LMBV	Eisenstudie Nordraum: Auswirkungen des Grundwasseranstiegs auf die Beschaffenheit der Oberflächengewässer in den Sanierungsgebieten B1 und B2	Abge-schlossen
		1	LMBV	Eisenbelastung der Schwarzen Elster. Teil 1: Bestandsaufnahme	Abge-schlossen
		1	LMBV	Eisenbelastung der Schwarzen Elster. Teil 2: Monitoringkonzept, saisonale Austragsdynamik, Grundwasser-wechselwirkungen und erste Maßnahmenvorschläge	Abge-schlossen
		1	LMBV	Gutachterliche Begleitung der Maßnahmen zur Eisenbelastung der Fließgewässer in der Lausitz	Laufend
---	Studien und Konzepte	1	LMBV	Prognose der Wasserbeschaffenheit in den Bergbaufolgeseen	Laufend
		5	LfULG	Machbarkeit einer Grundwasserbeschaffenheitsprognose für die BP-Gebiete, Folgen des Grundwasseranstiegs in Ostsachsen	Abge-schlossen
		1	LBGR	Erarbeitung und Fortschreibung des strategischen Hinter-grundpapiers zur bergbaubedingten Fließgewässerbelastung	Laufend
		1	LBGR	Inhatliche Erweiterung des strategischen Hintergrundpapiers zur bergbaubedingten Fließgewässerbelastung	Geplant
		1	LfULG	VITA-MIN Projekt: Extremsituationen	Geplant
		1	LMBV	Entwicklung eines EHS-Konzeptes	Abge-schlossen
		1	LMBV	Fortschreibung EHS-Konzept	Geplant
		1	LfULG	Vorhabens- und Sanierungspläne Sachsen	Geplant
		1	LfU	Gewässerentwicklungskonzepte Brandenburg	Geplant
		1	LfULG	Konzept zur Wasserüberleitung und zu Rückhaltevorhaben	Laufend

Komplex	Kategorie	Anzahl Einzel-maß-nahmen (1)	Träger	Erläuterung	Status
		1	LBGR	Risikobewertung der Trinkwasserversorgung	Geplant
---	Organi-sation	1	LfU LBGR LMBV	Fachliche Begleitung des EHS-Konzeptes der LMBV zur Entscheidungsfindung und Genehmigung	Laufend
---	Organi-sation	1	Länder Bund LMBV	Sicherung von Finanzmitteln für die Bergbausanierung (Verwaltungsabkommen)	Laufend
---	Organi-sation	1	LfULG LfU LBGR	Überführung der Ergebnisse des Strategischen Hintergrundpapiers zur bergbaubedingten Fließgewässerbelastung in die Bewirtschaftungspläne	Geplant

(1) Die konkreten Maßnahmennummern sind in der Datenbank hinterlegt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Für 95 bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK des Landes Brandenburg kann der **Gewässerzustand** mangels belastbarer Daten nicht auskömmlich beschrieben werden. Die Beschreibung des Gewässerzustandes bildet allerdings die Grundlage für die Prüfung der Zielvorgaben nach OGewV und, im Bedarfsfall, für die Ableitung von Maßnahmen. Der Gutachter empfiehlt deshalb, an den 95 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK **repräsentative Messstellen** einzurichten und an diesen ein OGewV-konformes Monitoring der Wasserbeschaffenheit durchzuführen. Auf die betreffenden Fließgewässer-OWK wird bei der Diskussion des Gewässerzustandes in den Teilgebieten eingegangen. Ergänzend dazu sind sämtliche brandenburgische Fließgewässer-OWK ohne repräsentative Messstelle in Anlage 1 aufgeführt.

Im Rahmen der Ergebnisauswertung wurde die **Konsistenz von räumlicher Abgrenzung und stofflicher Belastung der Fließgewässer-OWK** geprüft. Entsprechend den Vorgaben in EG (2003) soll ein OWK ein kohärenter Flussabschnitt sein, für den eine eindeutige Beschreibung des Zustands möglich ist und die Umweltziele der WRRL gelten. Die Fließgewässer-OWK, die nach Einschätzung des Gutachters deutlich von diesen Vorgaben abweichen, wurden bei der Diskussion des Gewässerzustandes in den Teilgebieten herausgearbeitet und in der Anlage 2 zusammengestellt. Der Gutachter empfiehlt eine Evaluierung und ggf. Anpassung dieser Fließgewässer-OWK.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass es bei einer ungünstigen Konstellation von natürlichen und bergbaubedingten Faktoren zu nicht beabsichtigten, stofflichen Beeinträchtigungen von Fließgewässern kommen kann. Ein Beispiel ist der mehrtägige Versauerungsschub in der Schwarzen Elster im Sommer 2019. Um auf solche Ereignisse zeitnah und angemessen reagieren zu können, ist ein schneller und umfassender Informationsaustausch zwischen den maßgeblichen Akteuren notwendig. Der Gutachter empfiehlt dafür die **Einrichtung von operativen Plattformen (Arbeitskreise) für den Informationsaustausch** in Ergänzung zu den ad-hoc-Arbeitsgruppen der AG Flussgebietsbewirtschaftung. Die Einberufung eines entsprechenden Arbeitskreises erfolgt bedarfsabhängig durch die Behörden der Länder und/oder Landkreise und bezieht die Bergbauunternehmen, fachlich Beteiligte, Experten und Betroffene nach Bedarf mit ein (Tabelle 53).

Die Maßnahmen zur Abwehr der Auswirkungen der Eisen- und Sulfatbelastung auf die Fließgewässer-OWK sind zwischen den fachlich Beteiligten häufig nicht ausreichend abgestimmt und mit unterschiedlicher Detailschärfe erfasst. Der Gutachter empfiehlt deshalb die Einrichtung eines zentralen datenbankgestützten **Dokumentenmanagements**. Im Rahmen des Dokumentenmanagements sollen die von den fachlich Beteiligten übergebenen Maßnah-

meninformationen überarbeitet, systematisiert und vereinheitlicht werden. Die Pflege der Datenbank sollte zur Gewährleistung der inhaltlichen und strukturellen Konsistenz zentral erfolgen. Der Zugriff auf die Datenbank als Informationsquelle wird allen fachlich Beteiligten gewährt (Tabelle 53).

Die Bundesländer Sachsen und Brandenburg wirken darauf hin, dass im kommenden sechsten ergänzenden **Verwaltungsabkommen zur Braunkohlensanierung** zwischen dem Bund und den Braunkohlenländern die erforderlichen Finanzmittel für die im Strategischen Hintergrundpapier zur Ausführung empfohlenen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen der LMBV an den Fließgewässer-OWK eingeplant werden (Tabelle 53).

Die Potenziale der naturräumlichen Wasserbehandlung sind in Anbetracht des langen Zeithorizontes der bergbaulichen Stoffeinträge in die Fließgewässer bislang unterbeleuchtet. Das liegt u. a. an der fehlenden technischen Normierbarkeit und an mangelnder Akzeptanz. Gleichzeitig werden gerade diese Verfahren dem Anspruch an Nachhaltigkeit in besonderer Weise gerecht. Zur Untersuchung von ortsangepassten Maßnahmen zur Verringerung bergbaulicher Belastungen, insbesondere von **innovativen Verfahren der naturräumlichen Wasserbehandlung**, ist die Einrichtung von **Versuchs- und Experimentierfeldern** an ausgewählten Standorten vorgesehen. Die Länder und Behörden unterstützen die Bergbauunternehmen als Maßnahmenträger bei der Konzeption, Genehmigung und Einrichtung dieser Versuchs- und Experimentierfelder (Tabelle 53).

Ausgehend von dem geplanten Gesamtkonzept zum ökologischen Potential von sauren Bergbaufolgeseen (vgl. Tabelle 52) sowie fallkonkreten Bewertungen sollen in einer ergänzenden Studie konkrete **Maßnahmen zur Anbindung saurer Bergbaufolgeseen an die Vorflut** abgeleitet werden (Tabelle 53).

Der Bund und die Länder haben im fünften ergänzenden Verwaltungsabkommen (VA VI) zur Braunkohlensanierung in den Jahren 2018-2022 u. a. vereinbart, während der Laufzeit dieses Vertrages die Vorgehensweise für eine darüber hinausreichende Fortführung der Braunkohlensanierung abzustimmen. Dazu ist u. a. die Organisation der wasserwirtschaftlichen Tätigkeiten in den Flussgebieten der Spree und der Schwarzen Elster zu analysieren und es sind **Konzepte für eine vom Bund unabhängige Trägerstruktur** nach § 5 dieses Verwaltungsabkommens abzuleiten (Tabelle 53).

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass eine unterschiedliche Semantik nicht selten ein Planungs- und Genehmigungshindernis darstellt. Das betrifft z. B. einen Bergbaufolgesee, der in Sachsen als Industrielle Absetzanlage (IAA) und in Brandenburg als Standgewässer-OWK geführt wird. Weitere Beispiele sind von den Vorgaben in EG (2003) abweichende Deklarationen von Fließgewässer-OWK sowie die Abgrenzung von Eisenhydroxidschlämmen in Fließ- und Standgewässern von Gewässersedimenten. Der Gutachter empfiehlt in einer Studie Vorschläge für eine **länderübergreifende, einheitliche Verwendung der grundlegenden Begriffe der Maßnahmenplanung** und von Maßnahmenkonzepten zu erarbeiten. Die Studie sollte durch die Fachbehörden mit juristischer Expertise zum Umwelt-, Wasser- und Abfallrecht begleitet werden (Tabelle 53).

Die Wirkungen des Braunkohlenausstiegs sowie des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Lausitz sollen in verschiedenen Studien untersucht werden (vgl. Tabelle 52). Der Gutachter empfiehlt, in einer vertiefenden und ergänzenden Studie unter Einbeziehung des Stoffhaushaltes die **wasserwirtschaftlichen Konfliktfelder des Kohleaustiegs** hinsichtlich der Landwirtschaft, der Brauchwasserversorgung der Industrie (z. B. am Industriestandort Schwarze Pumpe), der Vorflut für das Abwasser, den FFH-Gebieten und Biosphärenreservaten, dem Tourismus (z. B. im Spreewald), der Speicherbewirtschaftung an der Spree und Schwarzen Elster, der Trinkwasserversorgung aus Uferfiltrat sowie der Wasserführung und

der Wasserbeschaffenheit der Spree in Berlin aufzuzeigen und dafür geeignete Lösungskonzepte abzuleiten (Tabelle 53).

Konnte bei einem **Fließgewässer-OWK** weder ein räumlich dominanter **Bergbaueinfluss** ermittelt noch ein direkter Bergbaueinfluss ausgeschlossen werden, wurden diese als sogenannte „**Prüffälle**“ eingestuft. Wenn in solchen OWK die Orientierungswerte für Eisen, Sulfat und pH-Wert nicht eingehalten werden, sind **Untersuchungen zu den Ursachen und Eintragsquellen** durchzuführen. Neben dem Sanierungs- und Gewinnungsbergbau (Braunkohle) sind dabei weitere Einflussfaktoren wie z. B. Altbergbau ohne Rechtsnachfolger, Bergbau auf Steine- und Erden, Melioration, Grundwasserentnahmen und Niedermoore zu berücksichtigen. Solange kein konkreter Verursacher ermittelt werden kann, handelt es sich zunächst um eine hoheitliche Aufgabe (Tabelle 53).

In einer Studie sollen die Wirkungen des Braunkohlenausstiegs auf den Wasserhaushalt der Lausitz dargestellt werden. Dabei sind insbesondere die rückläufige Entwicklung der Sümpfungswassermengen des Braunkohlenbergbaus und der Rückgang der Einleitmengen in die Fließgewässer zu betrachten. Im Rahmen der **Wassermengenstudie** sollen des Weiteren Aussagen zu den Auswirkungen der Ausleitungen aus Bergbaufolgeseen auf das Abflussregime der Spree und Schwarzen Elster getroffen werden. Daneben stehen Aspekte der Nutzung von Bergbaufolgeseen für die Niedrigwasseraufhöhung im Fokus (Tabelle 53).

In einer Studie sollen die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Lausitz vertiefend betrachtet werden. Der Fokus der **Klimastudie** soll dabei auf der zukünftigen Entwicklung der verfügbaren Niederschlagsmengen, der Gebietsverdunstung und auf der Gewässerverdunstung aus den Bergbaufolgeseen liegen (Tabelle 53).

Bergbaufolgeseen, die bislang noch unter Bergaufsicht stehen, wurden in Sachsen und Brandenburg bisher nicht als Oberflächenwasserkörper in die Berichterstattung zur EG-WRRL aufgenommen. Die vollständige Berücksichtigung der Bergbaufolgeseen im Bewirtschaftungsplan und im Maßnahmenprogramm erfolgt erst nach der Fertigstellung der Gewässer und nach der weitgehenden Erfüllung der Auflagen der wasserrechtlichen Anforderungen in den Planfeststellungsbeschlüssen. Da es sich bei Bergbaufolgseen um künstliche Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL handelt, richtet sich die Zustandsbewertung nicht am ökologischen Zustand, sondern am ökologischen Potential aus. Mit einem **Gesamtkonzept zum ökologischen Potential**, insbesondere **von sauren Bergbaufolgeseen**, sollen die methodischen Grundlagen für die Zustandsbewertung geschaffen werden. In einer Studie sollen Ansätze zur Bewertung des ökologischen Potentials von Bergbaufolgeseen entwickelt und diese Bewertung in den Folgejahren durchgeführt werden (Tabelle 53).

Auf Initiative des LfULG und des SMEKUL wurden zwei Studien zur Realisierbarkeit eines lausitzübergreifenden numerischen **Wasserhaushaltsmodell**s angefertigt. Das Modell sieht eine quantitative Kopplung der Grundwasserströmung mit den Oberflächengewässern und dem Gebietswasserhaushalt (Grundwasserneubildung) vor. Es soll als Entscheidungsgrundlage sowohl für die länderübergreifenden langfristigen wasserwirtschaftlichen Planungen als auch für kurz- und mittelfristige wasserwirtschaftliche Entscheidungen dienen (Tabelle 53).

Sind für **bergbaubeeinflusste Fließgewässer-OWK** die Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG (2018) im zweiten BWZ oder, nach erneuter Fristverlängerung, auch im dritten BWZ nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erreichbar, können durch die zuständigen Behörden **weniger strenge Bewirtschaftungsziele** festgelegt werden. Als Grundlage für diese Entscheidungen sind Zielwerte für Eisen, Sulfat bzw. den pH-Wert abzuleiten und fachlich zu begründen. Hierbei sind die konkreten Standortbedingungen zu berücksichtigen, insbesondere die Wirkung auf unterstromig gelegene Fließgewässer, Gewässernutzungen, Schutzgebiete etc. (Tabelle 53).

Zur besseren Analyse von Schadstoffquellen und zur **Abgrenzung des Bergbaueinflusses** werden bei Bedarf unter Einbeziehung maßgeblicher Akteure **Sondermonitorings** eingerichtet. Die Messstellenanzahl, der Messrhythmus, die Messdauer und der Untersuchungsumfang richten sich nach der konkreten Problemstellung. Ein ereignisbezogenes Monitoring kann sich bei entsprechendem Erfordernis zu einem systematischen Monitoring entwickeln (Tabelle 53).

Die **Ländermessnetze** für das Monitoring der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässer-OWK sind fortlaufend zu evaluieren. Das betrifft u. a. die Lage der **repräsentativen Messstellen** innerhalb von OWK, die Ausweisung von OWK, ggf. Vorschläge zur Teilung oder Aberkennung des Status als OWK, die Harmonisierung mit den Messnetzen zur Erfassung der Durchflüsse. Die Messhäufigkeiten richten sich nach den Anforderungen der OGewV. Ziel ist die Komplettierung der Messnetze für eine umfassende Zustandsbeschreibung der OWK (Tabelle 53).

Tabelle 53: Empfohlene konzeptionelle Maßnahmen mit Bezug zum gesamten bergbaulich beeinflussten Untersuchungsraum.

Komplex	Kategorie	Anzahl Einzel-maß-nahmen (1)	Träger	Erläuterung	Status
---	Organi-sation	1	Behör-den	Gründung von operativen Plattformen (Arbeitskreisen) für den überinstitutionellen Informationsaustausch	Zusätzlich
		1	Behör-den LMBV LE-B	Überarbeitung, Systematisierung und Vereinheitlichung der Maßnahmenerfassung (Dokumentenmanagement)	Zusätzlich
---	Organi-sation	1	Länder Bund LMBV	Sicherung von Finanzmitteln für die Bergbausanierung (Verwaltungsabkommen)	Zusätzlich
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	1	Behör-den	Begleitung von Versuchs- und Experimentierfeldern zur naturräumlichen Wasserbehandlung	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	1	LMBV	Maßnahmenkonzept für saure Bergbaufolgeseen	Zusätzlich
		1	Behör-den LMBV	Konzept einer Trägerstruktur für die wasserwirtschaftliche Organisation im Flussgebiet	Zusätzlich
		1	Behör-den LMBV LE-B	Studie zur Ableitung begrifflicher und inhaltlicher „Konventionen“	Zusätzlich
		1	Behör-den	Wasserwirtschaftliche Konfliktfelder des Kohleausstiegs und Lösungskonzepte	Zusätzlich
		1	Behör-den	Klären von Prüffällen hinsichtlich der bergbaulichen Verursachung sulfat- und eisenbelasteter Fließgewässer-OWK	Zusätzlich
		1	Behör-den	Ableitung und fachliche Begründung der Inanspruchnahme von Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen für bergbaubeeinflusste Fließgewässer-OWK	Zusätzlich
		1	LfULG	Wassermengenstudie (rückläufige Wassermengen Bergbau, Ausleitung Bergbaufolgeseen und Niedrigwasserkonzept)	Zusätzlich
		1	LfULG	Klimastudie (Verfügbare Niederschlagsmengen, Gebietsverdunstung, Verdunstung aus Bergbaufolgeseen)	Zusätzlich
		1	LBGR	Konzept ökologisches Potential saurer Bergbaufolgeseen	Zusätzlich
		1	LfULG	Wasserhaushaltsmodell Lausitz	Zusätzlich

Komplex	Kategorie	Anzahl Einzel-maß-nahmen (1)	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	1	Behör-den	Ereignisbezogene Sondermonitorings zur Eisen- und Sulfatbelastung	Zusätzlich
		1	Behör-den	Erweiterung und Anpassung der Ländermessnetze für das Monitoring der Fließgewässer-OWK	Zusätzlich

(1) Die konkreten Maßnahmennummern sind in der Datenbank hinterlegt.

6.3 Spree

6.3.1 Flusseinzugsgebiet

Gewässerzustand

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in der Spree nahezu durchgehend überschritten (Tabelle 54). Die erhöhte Sulfatbelastung der Spree ist vor allem auf die Einleitungen sulfatreichen Sümpfungswassers aus den GWBA Kringelsdorf, Tzschelln und Schwarze Pumpe (alle LE-B) sowie auf die Einleitungen aus den Bergbaufolgeseen des Sanierungsbergbaus der LMBV (Speichersystem Lohsa II) im oberen Einzugsgebiet der Spree zwischen den Talsperren Bautzen und Spremberg zurückzuführen (Bild 30). Im weiteren Spreeverlauf bis zum Pegel Leibsch erfolgen weitere bergbaubedingte Sulfateinträge aus der GWBA Jänschwalde (LE-B) und aus den Bergbaufolgeseen im Nordraum der LMBV. Die Einträge führen aufgrund der deutlich geringeren Sulfatkonzentrationen (GWBA Jänschwalde) bzw. geringerer Volumenströme (Bergbaufolgeseen) zu keiner weiteren Erhöhung der Sulfatkonzentration in der Spree (Bild 30). Im weiteren Spreeverlauf bis Berlin wird die Sulfatkonzentration durch Zuflüsse sulfatarmen Wassers aus dem bergbaulich unbeeinflussten Einzugsgebiet fortlaufend verdünnt (Bild 30).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden nur in den Fließgewässer-OWK im oberen Spreeeinzugsgebiet (DESN_582-4, DEBB582_1724) bis zur Talsperre Spremberg überschritten (Tabelle 54 und Bild 31). Die erhöhten Eisenkonzentrationen in diesem Spreeabschnitt sind auf die Exfiltration bergbaulich beeinflussten, eisenreichen Grundwassers in die Spree und in die Kleine Spree vor allem im Bereich der Spreewitzer Rinne zurückzuführen. Das aus dem Grundwasser eingetragene Eisen(II) oxidiert in der Spree, fällt als Eisen(III)hydroxid aus und sedimentiert (siehe Abschnitt 5.1.1). Dadurch verringert sich die Eisenkonzentration der Spree im weiteren Flusslauf. Der überwiegende Teil des Eisens wird in der Vorsperre Bühlow und in der Hauptsperre der Talsperre Spremberg zurückgehalten. Im weiteren Spreeverlauf zwischen der Talsperre Spremberg und Berlin werden die Orientierungswerte für Eisen durchgehend eingehalten. Die Eiseneinträge über die Fließe aus dem Sanierungsgebiet Nordraum (LMBV) führen zu keiner nennenswerten Erhöhung der Eisenbelastung der Spree (Tabelle 54 und Bild 31).

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird nur in einem Fließgewässer-OWK (DEBB-582_1724) im oberen Spreeeinzugsgebiet gering unterschritten (Tabelle 54). Der verringerte pH-Wert in diesem OWK ist auf die Oxidation des aus dem Grundwasser eingetragenen zweiwertigen Eisens und die damit verbundene Versauerung zurückzuführen (siehe Abschnitt 5.1.1). Die Versauerung ist allerdings räumlich begrenzt und wird durch Zuflüsse gepufferten Wassers (z. B. aus der GWBA Schwarze Pumpe) kompensiert (Bild 32). Im weiteren Spreeverlauf bis Berlin liegt der pH-Wert der Spree dann durchgehend über dem Orientierungswert. Die Einträge aus dem Sanierungsgebiet Nordraum (LMBV) führen zu keinem nennenswerten Absinken des pH-Wertes in der Spree.

Tabelle 54: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK der Spree zwischen der Talsperre Bautzen und Berlin.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Teilgebiet	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
			Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_582-3	Spree-3	Spree 1.8	☐	☐	83	1,5	7,2
DESN_582-4	Spree-4	Spree 2.8	■	☐	359	5,4	7,0
DEBB582_1724	Spree	Spree 2.8	■	☐	366	4,8	6,7
DEBB582_40	Spree	Spree 3.8 bis 6.8	■	☐	291	0,9	7,1
DEBB582_38	Spree	Spree 6.8	☐	■	296	0,6	7,3
DEBB582_1744	Spree	Spree 7.8	☐	■	257	0,5	7,3
DEBB582_1743	Spree	Spree 7.8 bis 8.8	☐	■	241	0,4	7,4
DEBB582_36	Spree	Spree 8.8	☐	■	223	0,5	7,4
DEBE_582_6	Spree	Spree 8.8	☐	■	---	---	---
DEBE_582_1	Spree	Spree 8.8	☐	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1

Tabelle 55: Erläuterung der Symbolik zur Angabe des Bergbaueinflusses

Symbol	Erläuterung
☐	kein Bergbaueinfluss vorhanden
■	Bergbaueinfluss vorhanden

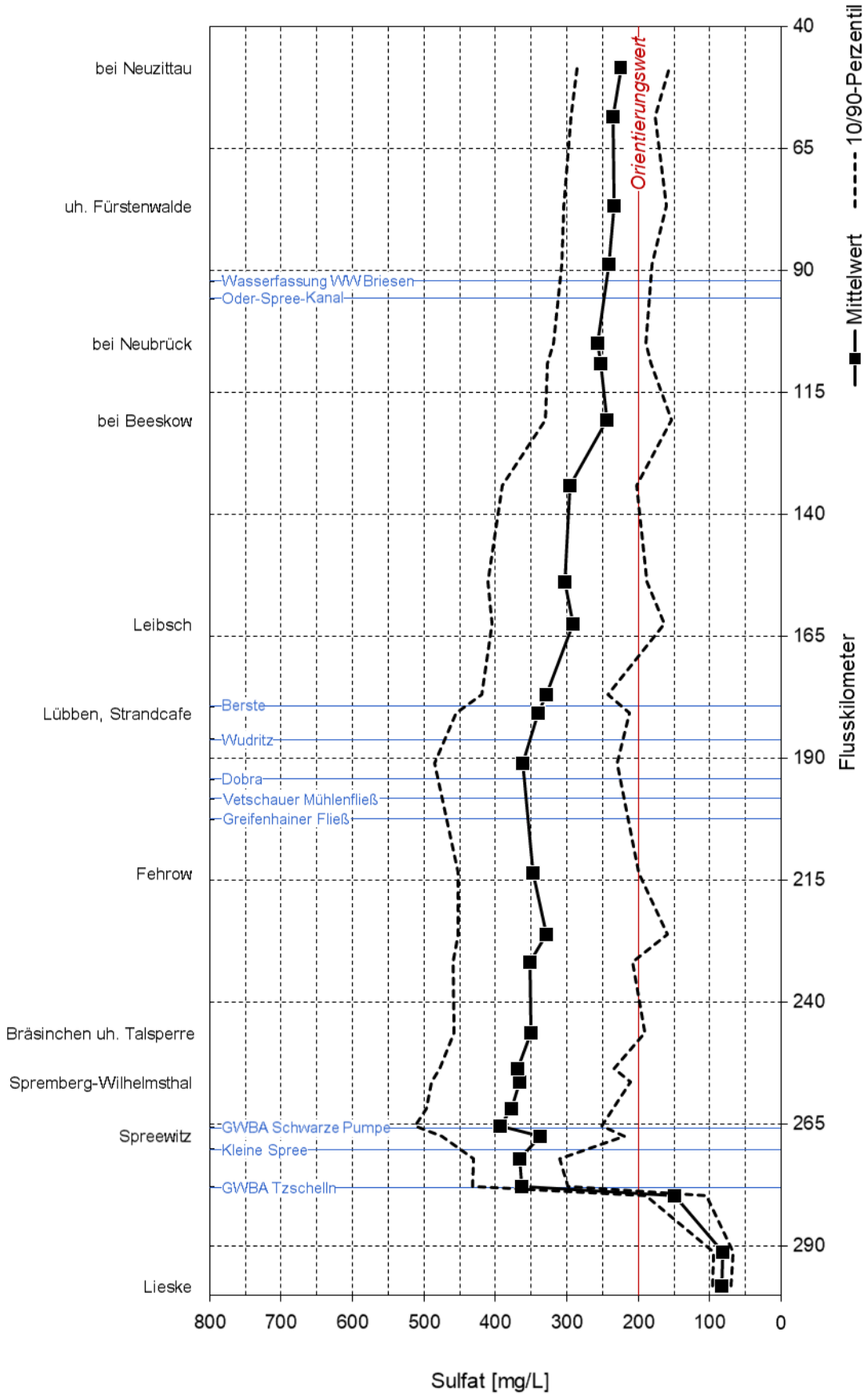


Bild 30: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Sulfatkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Spree.

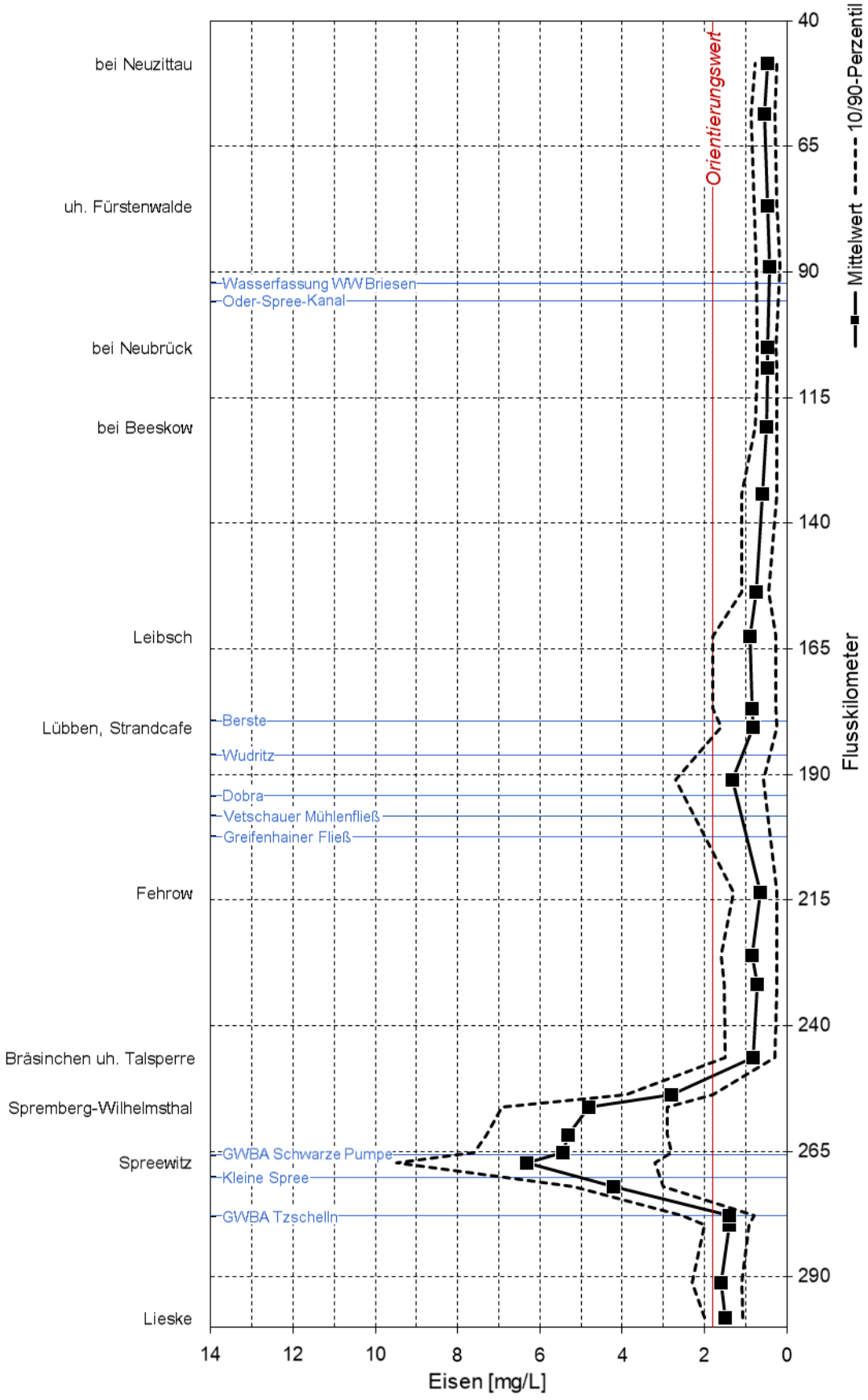


Bild 31: **Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Eisenkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Spree.**

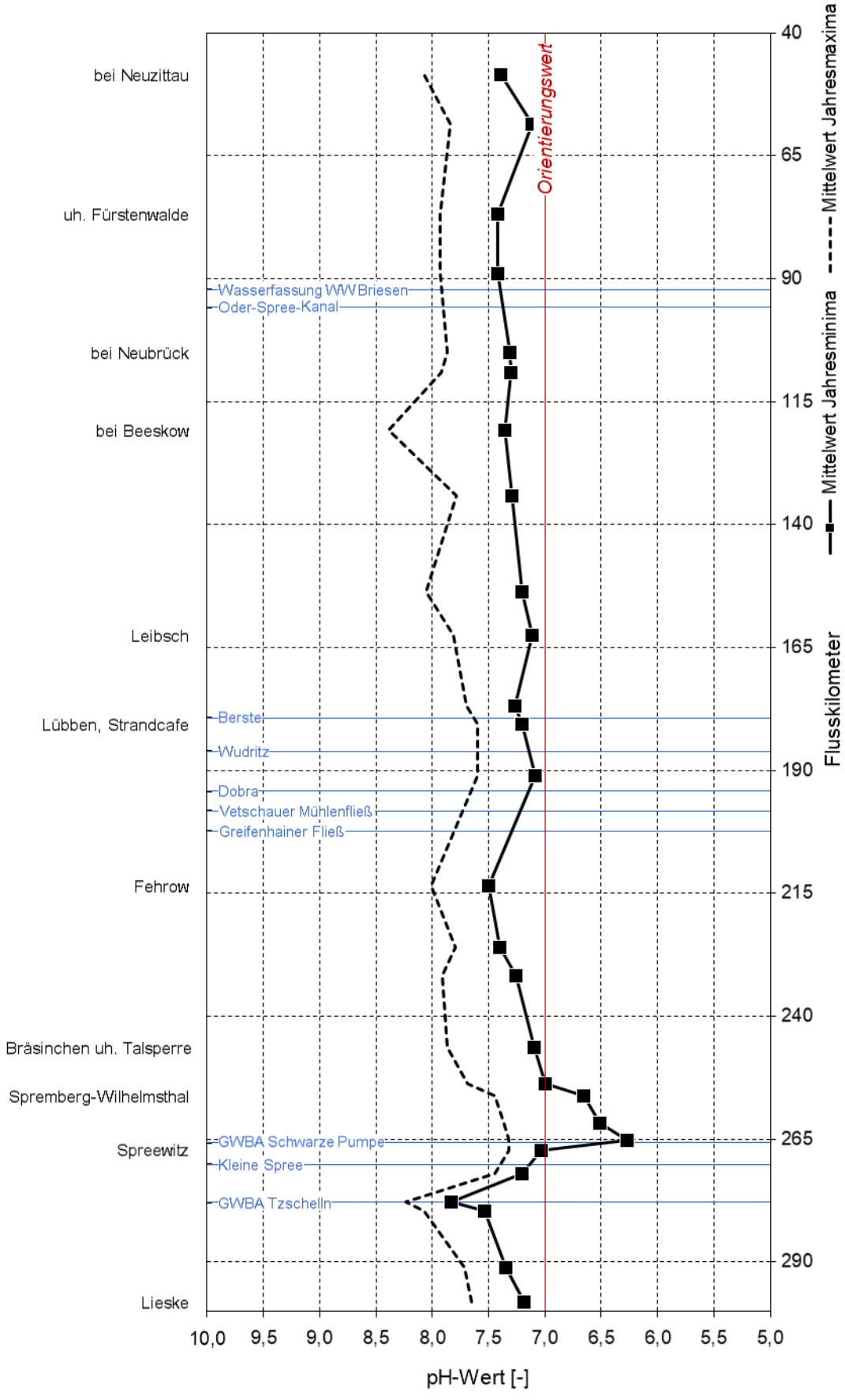


Bild 32: Mittelwerte der jährlichen Minima und Maxima des pH-Wertes (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Spree.

Derzeitige Maßnahmen

Die **Sulfatlaststeuerung der Spree** hat das Ziel, durch eine wassergütewirtschaftliche Steuerung der Bergbaufolgeseen (Speichersystem Lohsa II, Speicher Bärwalde) und der Talsperren (Quitzdorf, Bautzen) im oberen Spreeeinzugsgebiet die Immissionszielwerte für Sulfat in der Spree einzuhalten. Die modellgestützte Wassergütebewirtschaftung im Spreegebiet erfolgt in der Kombination mit der Wassermengensteuerung Spree-Schwarze Elster (siehe Abschnitt 6.2) und in enger Abstimmung mit den maßgeblichen Gewässernutzern (LMBV und LE-B), Fachbehörden (LDS und LfU) und Landesbetrieben (LTV). Die Bewirtschaftungsziele und Bewirtschaftungsregeln werden regelmäßig in der länderübergreifenden AG Flussgebietsbewirtschaftung abgestimmt. Zur Überwachung der Immissionsziele werden an relevanten Profilen Online-Messstellen betrieben. Der Maßnahmenkomplex Sulfatlaststeuerung der Spree beinhaltet zwölf Einzelmaßnahmen (Tabelle 56).

Im Maßnahmenkomplex **Sonderbetriebsplan Südraum** (SBP Südraum) sind Maßnahmen der LMBV zusammengefasst, mit denen die Eisenbelastung der Spree bis zum Pegel Zerre (siehe Bild 31) auf < 1,8 mg/L (Orientierungswert) vermindert werden soll. Die erforderlichen Maßnahmen wurden in einer Studie erarbeitet und modellgestützt bemessen. Die technischen Maßnahmen schließen die Fassung eisenreichen Grundwassers durch flussnahe Fassungen, dessen Überleitung in Wasserbehandlungsanlagen sowie den Bau und Betrieb der Anlagen ein. Eine Dichtwand am Nordufer des Speichers Lohsa II komplettiert den Maßnahmenkomplex. Die Wirkung der Dichtwand auf den Stofftransport in der Spreewitzer Rinne wird modellgestützt untersucht. Zur Präzisierung der Bemessungsgrundlagen sowie zur Vertiefung des Kenntnisstandes werden regelmäßig Monitorings und Erkundungen mit unterschiedlicher räumlicher und inhaltlicher Ausrichtung durchgeführt. Der Maßnahmenkomplex Sonderbetriebsplan Südraum umfasst 23 Einzelmaßnahmen (Tabelle 56).

Tabelle 56: Relevante technische Maßnahmen einschließlich deren konzeptioneller Begleitung (Maßnahmenkomplexe) im Flussgebiet der Spree und Bewertung ihrer Wirkungen.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maßnahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Sulfatlaststeuerung Spree	Wassergütesteuerung	B211 B212 B392 E638 E641	LMBV LDS LTV	Modellgestützte wassergütewirtschaftliche Steuerung der Abgaben aus Bergbaufolgeseen und Talsperren zur Einhaltung der Immissionszielwerte für Sulfat in der Spree	Laufend	0	+1	0	0
	Modellierung	E609	LMBV LDS LfU	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb des Gütesteuermodells Spree (GSM Spree)	Laufend	0	0	0	0
	Monitoring	E692 E693 E694 E714	LMBV LfU	Bau und Betrieb von Online-Immissionsmessstellen der elektrischen Leitfähigkeit an der Spree zur aktiven Sulfatlaststeuerung	Laufend	0	0	0	0
	Organisation	E724	LDS LMBV LTV LfU	Flutungszentrale Lausitz: Wöchentliche Abstimmung Gütesteuerung	Laufend	0	0	0	0
		E725	LDS LTV LfU LfULG LBGR LMBV LE-B	AG Flussgebietsbewirtschaftung: Entwicklung und Abstimmung von Bewirtschaftungsgrundsätzen und Vorgaben zur Gütesteuerung	Laufend	0	0	0	0

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
SBP Südraum Spree	Wasser-fassung	B205 B207	LMBV	Fassung des eisenbelasteten Grundwassers an der Kleinen Spree in den PB3.1 und PB4	Laufend	-1	0	+1	+1
		B206	LMBV	Fassung des eisenbelasteten Grundwassers an der Kleinen Spree im PB2.2	Im Bau	-1	0	+1	+1
		E613	LMBV	Flussnahe Fassung eisenbelasteten Grundwassers linksseitig der Spree	Geplant	-1	0	+1	0
	Wasser-überleitung	B208 B210	LMBV	Überleitung eisenbelasteten Grund-wassers aus den PB3.1 und PB4 zur GWBA Schwarze Pumpe	Laufend	0	0	0	0
		B209	LMBV	Überleitung eisenbelasteten Grund-wassers aus PB2.2 zur MWBA Burgneudorf	Im Bau	0	0	0	0
	Wasserbe-handlung in Anlagen	E749	LMBV	Mitbenutzung der GWBA Schwarze Pumpe zur Behandlung von maximal 0,1 m³/s eisenreichem Grundwasser	Laufend	+1	-1	+1	+1
		B203	LMBV	Errichtung der MWBA Burgneudorf	Abge-schlossen	0	0	0	0
		B204	LMBV	Betrieb der MWBA Burgneudorf zur Reinigung des eisenbelasteten Grundwassers an der Kleinen Spree, Einleitung des gereinigten Wassers in die Kleine Spree	Laufend	+1	-1	+1	+1
		E660	LMBV	2. Ausbaustufe der MWBA Burgneudorf: Sandfiltration	Geplant	0	0	+1	0
		E743	LMBV	Verfahrensoptimierung der MWBA Burgneudorf	Geplant	0	0	+1	0
		B439	LMBV	Errichtung der temporären MWBA Neustadt	Abge-schlossen	0	0	0	0
		B441	LMBV	Betrieb temporäre MWBA Neustadt zur Reinigung des eisenbelasteten Wassers aus dem Graben Neustadt einschließlich Wasserentnahme, Einleitung des gereinigten Wassers in die Spree	Laufend	0	0	+1	+1
		B440	LMBV	Errichtung einer temporären MWBA Ruhlmühle	Im Bau	0	0	0	0
		B442	LMBV	Betrieb temporäre MWBA Ruhlmühle zur Reinigung des eisenbelasteten Wassers aus dem Altarm der Spree einschließlich Wasserentnahme, Einleitung des gereinigten Wassers in die Spree	Geplant	0	0	+1	+1
	Monitoring	E653	LMBV	Monatliches Quellenmonitoring Südraum zur Bilanzierung der Eisen- und Sulfatbelastung.	Laufend	0	0	0	0
		E654	LMBV	Temporäres, zeitlich verdichtetes Hotspotmonitoring Spree zur räumlichen Abgrenzung von Stoffeinträgen	Laufend	0	0	0	0
		E655	LMBV	Temporäres, zeitlich verdichtetes Hotspotmonitoring Kleine Spree zur räumlichen Abgrenzung von Stoffeinträgen	Laufend	0	0	0	0
	Erkundung	E600	LMBV	Erkundung von Hotspots der Stoffeinträge in die Spree	Abge-schlossen	0	0	0	0
		E602	LMBV	Hydrochemische Erkundung der Spreewitzer Rinne	Abge-schlossen	0	0	0	0

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
	Studien und Konzepte	E723	LMBV	Ableitung der erforderlichen Maß-nahmen zur Wasserbehandlung der Spree im Südraum der LMBV: Konzeptioneller Teil	Abge-schlossen	0	0	0	0
	Modellie-rung	E748	LMBV	2D-Stofftransportmodellierung der Spreewitzer Rinne	Laufend	0	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

In den **Förderräumen der Tagebaue Nochten, Reichwalde, Jänschwalde, Cottbus-Nord und Welzow-Süd** überwacht die LE-B im Rahmen von **Monitoringprogrammen** den Wasserstand und die Beschaffenheit des **Grundwassers**, den Durchfluss und die Beschaffenheit der **Fließgewässer** sowie den Wasserstand, die Beschaffenheit und die Biologie der **Standgewässer**. Die vorgenannten Monitorings in den Förderräumen enthalten derzeit 14 Einzelmaßnahmen (Tabelle 57).

Die Wasserbehandlungsanlagen der LE-B werden zur Prozesssteuerung und zur Ausleitkontrolle kontinuierlich überwacht. Im Rahmen des **Anlagenmonitorings** werden verfahrensrelevante Kennwerte und Volumenströme an mehreren Stellen in den Anlagen sowie am Ablauf systematisch. Die Anlagenmonitorings umfassen derzeit fünf Einzelmaßnahmen (Tabelle 57).

Zur Planung der Tagebauentwässerung betreibt die LE-B für die **Förderräume** der Tagebaue Nochten, Reichwalde, Jänschwalde/Cottbus-Nord und Welzow-Süd numerische **hydrogeologische Großraummodelle** (HGM). Der Maßnahmenkomplex umfasst vier Einzelmaßnahmen (Tabelle 57).

Die Bundesländer Sachsen und Brandenburg überwachen im Rahmen des **länderübergreifenden Sulfat- und Eisenmonitorings** regelmäßig die Sulfat- und Eiseneinträge in die Spree zwischen Bautzen und Berlin. Das Monitoring erfolgt ergänzend zu den Fließgewässermonitorings der Länder. Der Maßnahmenkomplex beinhaltet drei Einzelmaßnahmen (Tabelle 57).

Das Ziel des Sanierungsbergbaus ist die Herstellung einer nachbergbaulichen Landschaft, die dem Grundsatz eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes möglichst nahekommt. Dafür wurden im Auftrag der LMBV **wasserwirtschaftliche Konzeptionen** erarbeitet, die die Aspekte Gewässernetz, Wasserdargebot und Wasserbeschaffenheit zu einem ganzheitlichen Ansatz zusammenführen und daraus Vorschläge für die Gestaltung des nachbergbaulichen Wasserhaushaltes ableiten. Wasserwirtschaftliche Konzeptionen wurden bislang für die Sanierungsbereiche der Schlabendorfer Felder, die Seeser Felder und Greifenhain/Gräbendorf entwickelt. Der Maßnahmenkomplex umfasst drei Einzelmaßnahmen (Tabelle 57).

Zur Prognose der langfristigen Entwicklung der Sulfatbelastung der Spree wurde im Auftrag des LBGR Brandenburg auf der Grundlage des Langfristbewirtschaftungsmodells WBalMo Spree-Schwarze Elster ein **Sulfatprognosemodell** entwickelt. Die Modellergebnisse dienen der wasserwirtschaftlichen Planung. Das Sulfatprognosemodell wird fortlaufend weiterentwickelt und qualifiziert (Tabelle 57).

Die LE-B hat Mitte 2019 mit den Ländern Brandenburg und Sachsen **Vorsorgevereinbarungen zur Sicherung der Wiedernutzbarmachungs- sowie etwaiger Nachsorgeverpflichtungen** für ihre Lausitzer Tagebaue abgeschlossen. Die Vereinbarungen basieren auf dem Revierkonzept der LE-B vom 30. März 2017 einschließlich der Vorsorgekonzepte für die einzelnen Tagebaue und den darin getroffenen Annahmen hinsichtlich der Maßnahmen und Kosten der Wiedernutzbarmachung. Zur Sicherung der Transparenz wird LE-B diese Vorsorgekonzepte regelmäßig (im zweijährigen Zyklus) überprüfen. Bei Bedarf sind die prognostischen Annahmen zum zeitlichen Anfall, zum Umfang und zu den Kosten der zukünftigen bergrechtlichen Wiedernutzbarmachungsverpflichtungen anzupassen (Tabelle 57).

Tabelle 57: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Flussgebiet der Spree.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
Grundwasser-standsmoni-toring in den Förderräumen	Monitoring	B234 B385 B415 B421 B474	LE-B	Monitoring des Grundwasserstandes in den Förderräumen der Tagebaue Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow Süd	Laufend
Grundwasser-beschaffen-heitsmoni-toring in den Förderräumen	Monitoring	B233 B381 B411 B420 B473	LE-B	Monitoring der Grundwasserbeschaffenheit in den Förder-räumen der Tagebaue Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänsch-walde und Welzow Süd	Laufend
Fließgewässer monitoring in den Förder-räumen	Monitoring	B408 B409	LE-B	Monitoring des Durchflusses und der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in den Förderräumen der Tagebaue Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow Süd	Laufend
Stand-gewässer-monitoring in den Förder-räumen	Monitoring	B410 E679	LE-B	Monitoring des Wasserstandes, der Wasserbeschaffenheit und der Biologie von natürlichen Standgewässern und Bergbau-folgeseen in den Förderräumen der Tagebaue Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow Süd	Laufend
Monitoring der Wasserbe-handlungs-anlagen	Monitoring	E797 E798 E799 E800 E801	LE-B	Monitoring der Wassermenge und der Wasserbeschaffenheit in den Grubenwasserbehandlungsanlagen der LE-B	Laufend
länderüber-greifendes Eisen- und Sulfat-monitoring	Monitoring	B200 B386 B416	LfULG LfU	Monitoring der Eisen- und Sulfateinträge in die Spree zwischen Bautzen und Berlin durch die Bundesländer Sachsen und Brandenburg	Laufend
HGM für die Förderräume	Modellie-rung	B378 B402 E574 E678	LE-B	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb von hydrogeologischen Großraummodellen (HGM) für die Förderräume Nochten/Reichwalde, Cottbus/Jänschwalde und Welzow-Süd der LE-B	Laufend
Wasserwirt-schaftliche Konzeptionen Spree	Studien und Konzepte	E719	LMBV	Wasserwirtschaftliche Konzeption Greifenhain/Gräbendorf	Abge-schlossen
		B050 B051 B052	LMBV	Wasserwirtschaftliche Konzeption Seeser Felder	Abge-schlossen
		B538	LMBV	Wasserwirtschaftliche Konzeption Schlabendorfer Felder	Abge-schlossen
---	Modellie-rung	E690	LBGR	Aufbau, Weiterentwicklung und Betrieb des Sulfatprognose-modells für die Spree	Laufend
---	Organi-sation	E785	LfULG LfU LE-B	Vorsorgevereinbarung: Überprüfung der Aufwendungen	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die erhöhte **Sulfatbelastung** der Spree wird maßgeblich durch die Sümpfungswassereinleitungen aus den GWBA der LE-B verursacht. Die technische Entfernung von Sulfat aus dem Sümpfungswasser ist aufgrund der hohen Volumenströme wirtschaftlich nicht darstellbar, mithin unverhältnismäßig, LBGR (2020b). Mit dem Ende der Braunkohlenförderung in der Lausitz und der damit verbundenen Verringerung der Sümpfungswassereinleitungen wird auch die Sulfatbelastung der Spree mittelfristig deutlich zurückgehen. Bis zu diesem Zeitpunkt ist die **Sulfatlaststeuerung der Spree** die einzige verhältnismäßige Maßnahme zur Minderung der Sulfatlast der Spree. Es wird empfohlen, die bisher auf das obere Einzugsgebiet der Spree begrenzte Sulfatlaststeuerung auf das gesamte bergbaulich beeinflusste Einzugsgebiet der Spree bis einschließlich Leibsch zu erweitern und die Bergbaufolgeseen im Sanierungsbereich Nordraum der LMBV in die Sulfatlaststeuerung einzubeziehen. Dafür ist eine Vertiefung des Kenntnisstandes zum Sulfattransport im stark verzweigten Gewässernetz des Spreewaldes notwendig. Dafür ist die Einrichtung von Dauermessstellen im Spreewald vorgesehen (Tabelle 59).

Die zur Minderung der **Eisenbelastung** der Spree erforderlichen Maßnahmen sind im Sonderbetriebsplan Südraum dargestellt und befinden sich teilweise bereits in Umsetzung. Die Errichtung einer Dichtwand an der Nordmarkscheide des Speichers Lohsa II ist essenziell zur Erreichung des Orientierungswertes von 1,8 mg/L in der Spree und wird daher zur Umsetzung dringend empfohlen (Tabelle 58).

Zur weiteren Vertiefung des Kenntnisstandes bezüglich der Eiseneinträge (Stofffrachten, Lokalisierung) in die Spree und in die Kleine Spree wird die **Fortführung der Monitorings der Fließgewässer und des Grundwassers** empfohlen (Tabelle 59).

Derzeit liegen erste Abschätzungen zur zeitlichen Entwicklung der Eiseneinträge in die Spree und in die Kleine Spree auf Grundlage einer 2D-Stofftransportmodellierung für ein Transekt der Spreewitzer Rinne vor (vgl. Tabelle 56). Zur Präzisierung wird die **numerische 3D-Modellierung des reaktiven Stofftransportes in der Spreewitzer Rinne** zwischen dem Speicher Lohsa II und der Spree empfohlen (Tabelle 59).

Das Speichersystem Lohsa II wird als wasserwirtschaftlicher Speicher zur Niedrigwasseraufhöhung in der Spree betrieben. Die Ausleitung aus dem Speichersystem erfolgt über die Kleine Spree in die Spree. Damit die Kleine Spree die Abgabemengen aus dem Speichersystem aufnehmen und schadfrei abführen kann, wird die Kleine Spree entsprechend ausgebaut. Die veränderten Potentialverhältnisse zwischen der Kleinen Spree und dem umgebenden Grundwasser erhöhen den Grundwasserzustrom und den damit verbundenen Eiseneintrag. Die **Auswirkungen des Ausbaus der Kleinen Spree auf den diffusen Stoffeintrag** werden mit einem geohydraulischen Modell geprüft (Tabelle 59).

Die LE-B kann die künftigen **wassergütewirtschaftlichen Herausforderungen** im Rahmen der **wasserwirtschaftlichen Restraumgestaltung** derzeit noch nicht im Detail benennen. Zum rechtzeitigen Erkennen der wassergütewirtschaftlichen Herausforderungen und zur frühestmöglichen Planung von Abwehr- und Kompensationsmaßnahmen sind Metastudien analog den wasserwirtschaftlichen Konzeptionen der LMBV (vgl. Tabelle 57) zu erarbeiten. Hier sollen die Ergebnisse der Erkundung, der Monitorings und von Detailuntersuchungen in eine Systemanalyse zusammengeführt und hieraus der notwendige Handlungsbedarf (Maßnahmenkonzepte) abgeleitet werden (Tabelle 59).

Der Ausstieg aus der Braunkohlenverstromung und damit auch aus der Braunkohlenförderung soll im Lausitzer Braunkohlenrevier spätestens bis zum Jahr 2038 erfolgen. Die **wasserwirtschaftlichen Konsequenzen des Braunkohlenausstiegs** sind derzeit aller-

dings noch unterbeleuchtet. So werden die sommerliche Wasserführung in der Spree und das sommerliche Wasserdargebot des Spreewaldes derzeit maßgeblich durch die Einleitung behandelter Sümpfungswässer des Gewinnungsbergbaus der LE-B von im Mittel etwa 8 m³/s stabilisiert. Mit dem Braunkohleaustieg werden die Sümpfungswassereinleitungen deutlich zurückgehen und perspektivisch ganz verschwinden. Die Konsequenzen für die Wasserführung der Spree und für das Wasserdargebot des Spreewaldes einerseits sowie auf die Wasserbeschaffenheit der Spree andererseits blieben bislang unbeachtet. In einer Studie sind diese Folgen aufzuzeigen (Tabelle 59).

Derzeit werden die Abflüsse in den Fließgewässern im Umfeld der LE-B Tagebaue durch die Einleitung von geeignetem, ggf. aufbereitetem Sümpfungswasser aufrechterhalten. Für den Übergangszeitraum von abnehmender Sümpfung und Grundwasserwiederanstieg und darüber hinaus sind **Prognosen zu Menge und Beschaffenheit** des über die zukünftigen **Kippenvorfluter und die angebundenen Fließgewässer** abfließenden Wassers zu erarbeiten und bei Notwendigkeit Maßnahmen abzuleiten (Tabelle 59).

Die ursprünglich vorrangig für die Bedürfnisse der Tagebausümpfung entwickelten **geohydraulischen Modelle der LE-B** wurden in den letzten Jahren bereits für die **Prozesse der Flutung und des Grundwasseranstiegs** qualifiziert. Um die Örtlichkeiten und die Volumenströme der zukünftig zu erwartenden Wechselwirkungen zwischen Oberflächengewässern und dem Grundwasser prognostizieren und ausweisen zu können, sind die Modelle dem Stand der Technik entsprechend weiterzuentwickeln (Tabelle 59).

Tabelle 58: Zusätzliche technische Maßnahmen im Flussgebiet der Spree und Bewertung ihrer Wirkungen.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
SBP Südraum	Hydraulische Barriere	N606	LMBV	Dichtwand an der Nordmarkscheide des Speichers Lohsa II	Zusätzlich	+1	0	+1	+1
	Wasserbehandlung in Anlagen	N750	LMBV	Mitbenutzung der GWBA Schwarze Pumpe zur Behandlung von maximal 1,0 m³/s eisenreichem Grundwasser	Zusätzlich	+1	-1	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 59: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Flussgebiet der Spree.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
Sulfatlast-steuerung Spree	Modellierung	N713	LMBV	Erweiterung des GSM Spree bis zum Pegel Leibsch, Aufnahme der Bergbaufolgeseen im Nordraum und des Cottbuser Sees in die Sulatlaststeuerung Spree	Zusätzlich
	Monitoring	N714	LMBV	Einrichtung von Online-Dauermessstellen der elektrischen Leitfähigkeit im Spreewald zur Untersuchung des Sulfattransportes im Spreewald	Zusätzlich
SBP Südraum	Erkundung	N601	LMBV	Vertiefende Erkundung von Hotspots der Stoffeinträge in die Spree	Zusätzlich
		N603	LMBV	Vertiefende hydrochemische Erkundung der Spreewitzer Rinne	Zusätzlich
		N649	LMBV	Verdichtende örtliche Erkundung der Eintragsquellen im unteren Einzugsgebiet der Kleinen Spree	Zusätzlich
	Modellierung	N650	LMBV	3D-Modellierung des reaktiven Stofftransportes in der Spreewitzer Rinne zwischen dem Speicher Lohsa II und der Spree	Zusätzlich
		N651	LMBV	Modellgestützte Prüfung der Wirkung des Ausbaus der Kleinen Spree auf die diffusen Stoffeinträge	Zusätzlich

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	N773	LE-B	Evaluation künftiger wassergütewirtschaftlicher Aufgaben der Wiedernutzbarmachung	Zusätzlich
		N774	LE-B	Untersuchungen zu den wassermengen- und wassergüte-wirtschaftlichen Folgen des Braunkohlenausstiegs auf die Spree	Zusätzlich
		N802	LE-B	Prognose der Abflussverhältnisse von Kippenvorflut und angebundenen Fließgewässern	Zusätzlich
---	Modellie-rung	N779 N782 N783	LE-B	Qualifizierung der numerischen geohydraulischen Modelle in den Förderräumen für den Grundwasserwiederanstieg	Zusätzlich

6.3.2 Weißer Schöps

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Weißer Schöps** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Weißen Schöps und beinhaltet 13 Fließgewässer-OWK (Bild 33). Der Unterlauf des Weißen Schöps (DESN_58248-4) sowie die Raklitza sind durch den Tagebau Reichwalde bergbaulich beeinflusst (Tabelle 60).

Tabelle 60: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Weißer Schöps.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_582488142	Dammlache	☐	☐	87	1,3	6,4
DESN_5824864	Gertiggraben	☐	☐	49	1,8	6,3
DESN_582484	Großer Graben	☐	☐	124	1,8	6,0
DESN_5824881422-2	Großer Graben	☐	☐	93	1,1	6,4
DESN_582482	Königshainer Wasser	☐	☐	73	0,9	7,1
DESN_582486	Neugraben	☐	☐	67	1,6	7,1
DESN_5824814	Pfaffendorfer Wasser	☐	☐	98	0,6	7,4
DESN_582488	Raklitza	■	☐	71	2,9	7,0
DESN_58248814	Schutzgraben	☐	☐	87	1,3	6,7
DESN_58248-1	Weißer Schöps-1	☐	☐	99	0,5	7,2
DESN_58248-2	Weißer Schöps-2	☐	☐	86	0,4	7,4
DESN_58248-3	Weißer Schöps-3	☐	☐	86	1,3	7,0
DESN_58248-4	Weißer Schöps-4	■	☐	73	1,3	7,2

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die **Sulfatbelastung** liegt in vier bergbaulich unbeeinflussten Fließgewässer-OWK geringfügig über den Orientierungswerten. Die Ursachen für die erhöhten Sulfatkonzentrationen in diesen OWK sind nicht bekannt. In den bergbaulich beeinflussten OWK werden die Orientierungswerte für Sulfat eingehalten (Tabelle 60).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in zwei Fließgewässer-OWK überschritten (Tabelle 60 und Bild 33). Die Überschreitung in der Raklitza wird auf die bergbauliche Beeinflussung durch den Tagebaue Reichwalde zurückgeführt. Ein Bergbaueinfluss wird als Ursache für die geringfügige Überschreitung im Königshainer Wasser ausgeschlossen.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in drei bergbaulich unbeeinflussten Fließgewässer-OWK geringfügig unterschritten. Die Ursachen für die Unterschreitungen sind nicht bekannt. In den bergbaulich beeinflussten OWK werden die Orientierungswerte für den pH-Wert eingehalten (Tabelle 60).

Derzeitige Maßnahmen

Im Rahmen der Erweiterung des Tagebaus Reichwalde wurde der Weiße Schöps zwischen der Ortschaft Rietschen und der Mündung in den Schwarzen Schöps durch die LE-B verlegt. Die verschiedenen Nebenfließe, darunter auch die Raklitza, wurden an den **neuen Lauf des Weißen Schöps** angebunden (Tabelle 61). Der **Grundwasserstand** und die **Grundwasserbeschaffenheit** im Bereich des verlegten Weißen Schöps werden durch die LE-B im Rahmen eines Sondermonitorings überwacht (Tabelle 62).

Tabelle 61: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Weißer Schöps.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Land-schafts- und Wasserbau	B511 B512	LE-B	Anbindung der Raklitza an den verlegten Weißen Schöps	Abge-schlossen	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 62: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Weißer Schöps.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	B513	LE-B	Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Schöpstrasse und im Umfeld des Tagebaus Reichwalde	Laufend
		B384	LE-B	Monitoring des Grundwasserstandes im Südbereich des Tagebaus Reichwalde im Zuge der Baumaßnahme "Ausbau und Umverlegung Weißer Schöps"	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die erhöhte **Eisenbelastung in der Raklitza** wird auf den Einfluss des Tagebaus Reichwalde zurückgeführt (Tabelle 60 und Bild 33). Zur Planung von Minderungsmaßnahmen sind die derzeit unbekannten Eintragsquellen des Eisens zu erkunden (Tabelle 63).

Tabelle 63: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Weißer Schöps.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N635	LE-B	Örtliche Erkundung der Eintragsquellen des Eisens im Einzugsgebiet der Raklitza	Zusätzlich

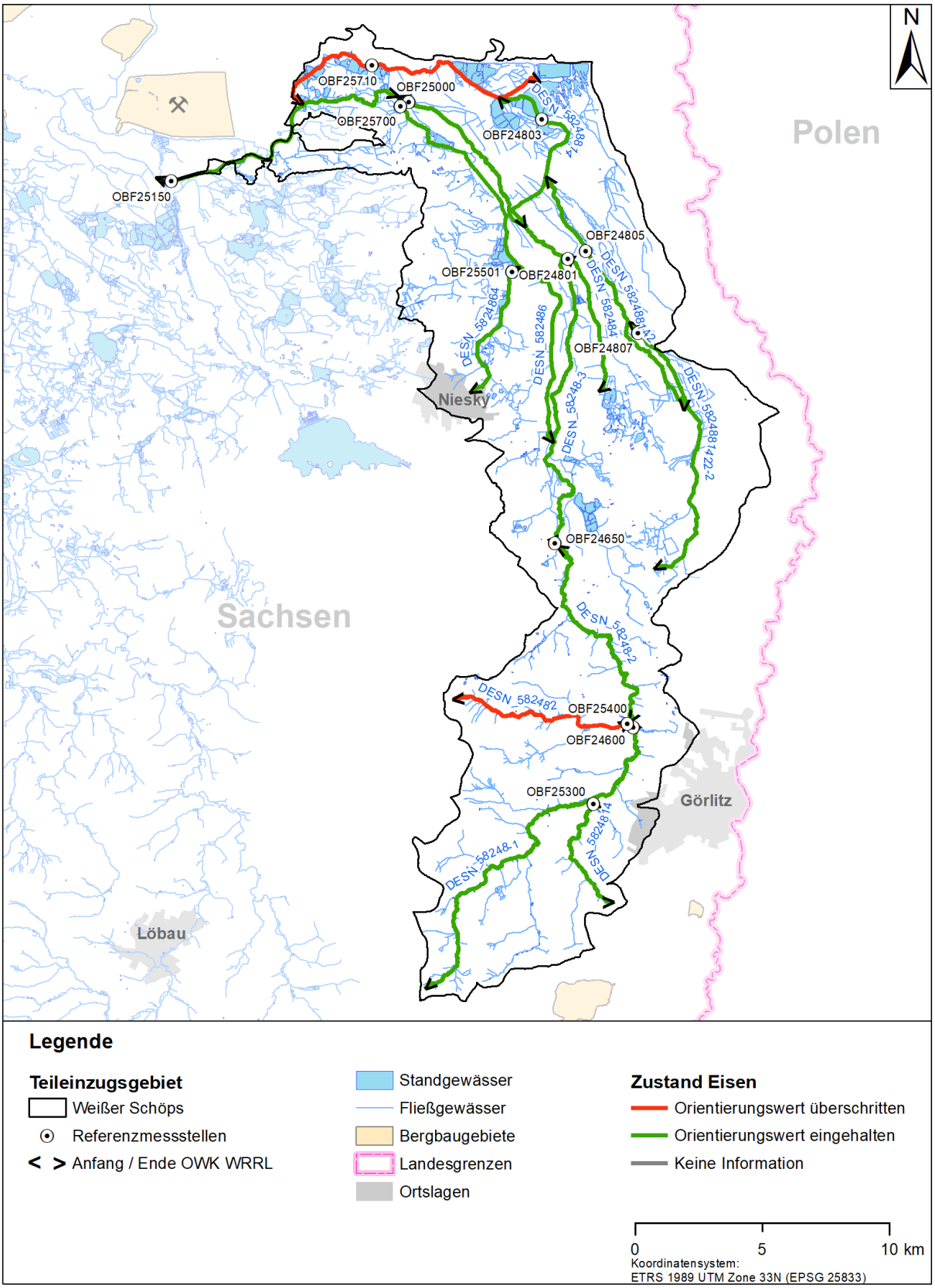


Bild 33: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Weißer Schöps für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.3.3 Schwarzer Schöps 1.2

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet des Schwarzen Schöps vom Ablauf der Talsperre Quitzdorf bis zur Einmündung des Weißen Schöps und schließt vier Fließgewässer-OWK (Bild 34) ein. Für zwei Fließgewässer-OWK wurde ein dominanter Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 64).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** und den **pH-Wert** werden in allen Fließgewässer-OWK eingehalten (Tabelle 64). Die **Eisenbelastung** liegt in drei Fließgewässer-OWK über den Orientierungswerten (Tabelle 64 und Bild 34). Die Überschreitung des Orientierungswertes im Fischgraben wird auf eine bergbauliche Beeinflussung durch den Tagebau Reichwalde zurückgeführt. Zu den Ursachen für die Überschreitungen im Hammergraben und im Seegraben können keine Aussagen getroffen werden.

Tabelle 64: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_58244	Fischgraben	■	☐	65	2,1	6,8
DESN_582438	Hammergraben	☐	☐	58	2,8	6,9
DESN_5824-2	Schwarzer Schöps-2	■	☐	62	0,8	7,3
DESN_582434	Seegraben	☐	☐	56	2,4	6,7

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Derzeitige Maßnahmen

Die Steuerung des Ablaufs der Talsperre Quitzdorf unter wassermengen- und wassergütewirtschaftlichen Aspekten ist Teil der Maßnahmenkomplexe Wassermengensteuerung Spree-Schwarze Elster (siehe Abschnitt 6.2 und Tabelle 51) bzw. der Sulfatlaststeuerung Spree (siehe Abschnitt 6.3.1, Tabelle 56) und wird in den entsprechenden Abschnitten diskutiert. Darüber hinaus sind für das Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2 keine weiteren technischen oder konzeptionellen Maßnahmen bekannt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Zur Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Minderung der **Eisenbelastung im Fischgraben** sind die unbekannten Eintragspfade bzw. -quellen des Eisens zu erkunden (Tabelle 65).

Tabelle 65: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N636	LE-B	Örtliche Erkundung der Eintragsquellen des Eisens im Einzugsgebiet des Fischgrabens	Zusätzlich

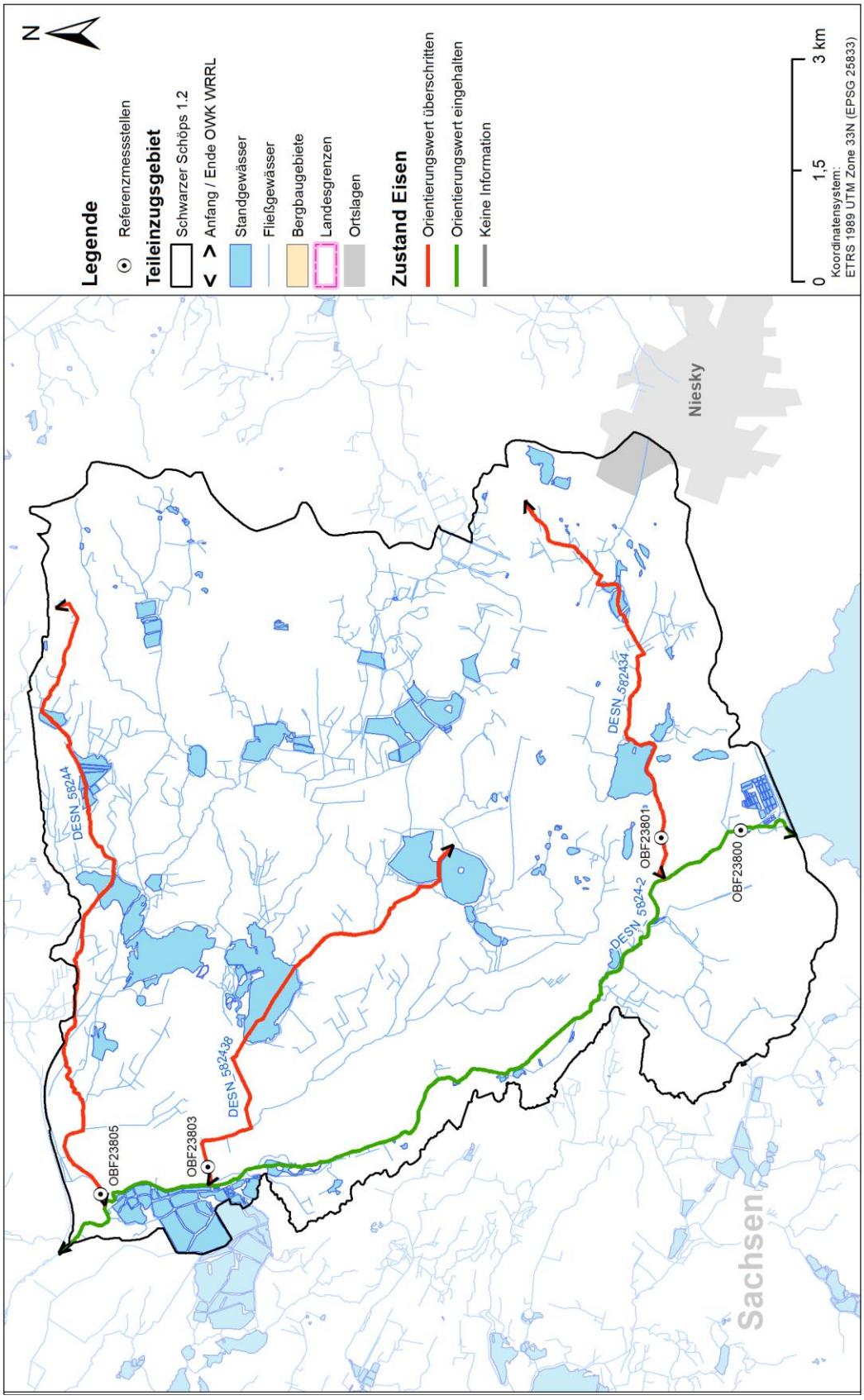


Bild 34: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 1.2 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.3.4 Schwarzer Schöps 2.2

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet des Schwarzen Schöps zwischen der Einmündung des Weißen Schöps und der Mündung in die Spree mit dem Bergbaufolgesee Speicherbecken Bärwalde. Für zwei von drei Fließgewässer-OWK im Teilgebiet wurde ein dominanter Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 66 und Bild 35).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** und für den **pH-Wert** werden in allen Fließgewässer-OWK eingehalten (Tabelle 66).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in den zwei Fließgewässer-OWK des Weigersdorfer Fließes überschritten. Die erhöhte Eisenbelastung im Unterlauf des Weigersdorfer Fließes (DESN_582494-2) wird auf den Bergbaueinfluss (ehemaliger Tagebau Bärwalde) zurückgeführt. Die Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung im Oberlauf (DESN_582494-1) sind nicht bekannt (Tabelle 66 und Bild 35).

Tabelle 66: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_5824-3	Schwarzer Schöps-3	■	□	189	1,3	7,6
DESN_582494-1	Weigersdorfer Fließ-1	□	□	51	2,3	7,0
DESN_582494-2	Weigersdorfer Fließ-2	■	□	44	2,9	7,0

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

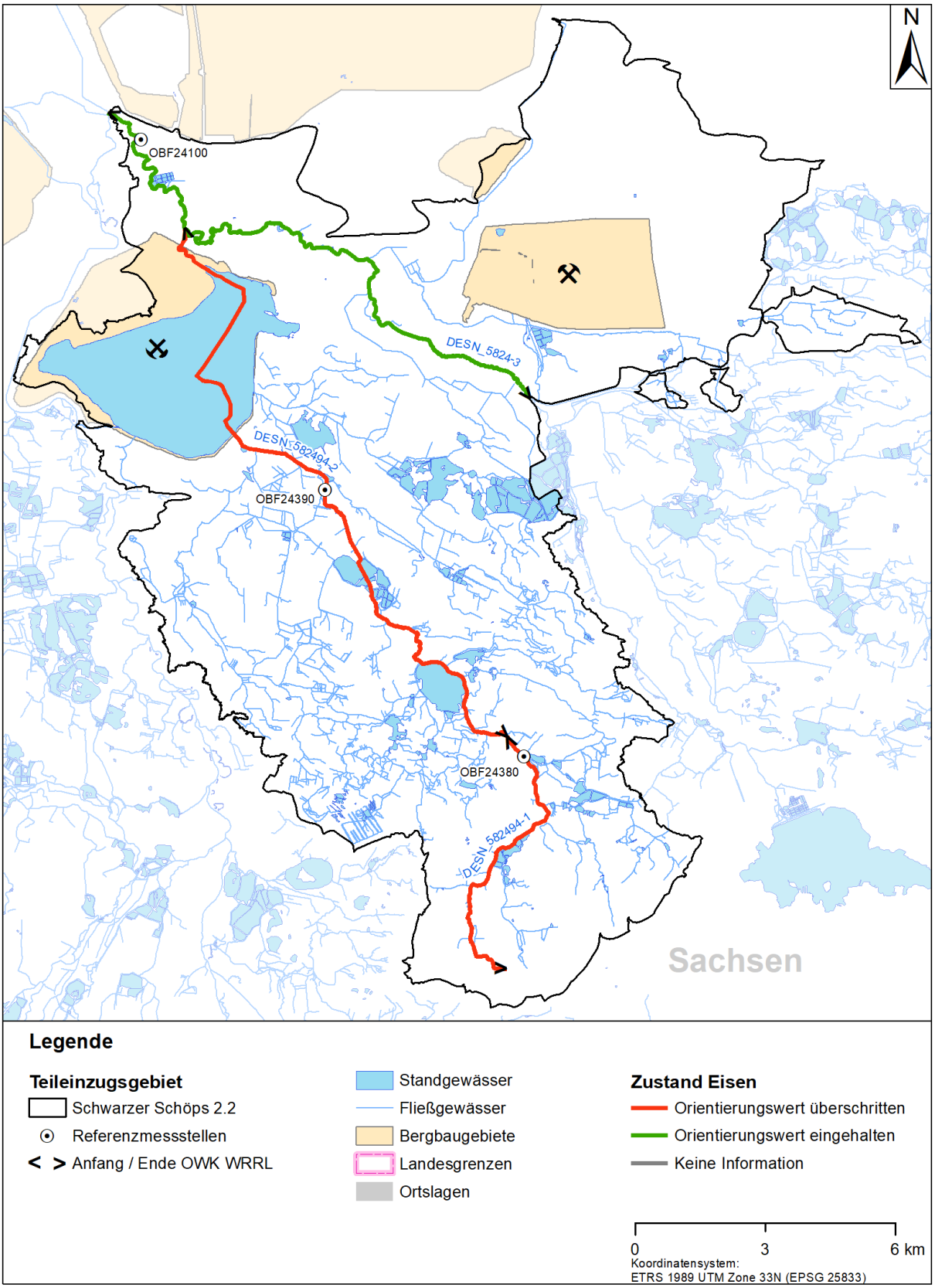


Bild 35: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die LE-B errichtet zur räumlichen Beschränkung des Grundwasserabsenkungstrichters entlang der Süd- und Ostmarkscheide des Tagebaus Reichwalde eine **Dichtwand**. Dadurch soll eine Beeinflussung der Teiche und Feuchtgebiete im Umfeld des Tagebaus vermieden bzw. stark eingeschränkt werden (Tabelle 67).

Das im Bereich des Tagebaus Reichwalde gehobene Sümpfungswasser wird durch die LE-B in der **GWBA Kringelsdorf** aufbereitet und in den Schwarzen Schöps abgeschlagen (Tabelle 67).

Das in der GWBA Kringelsdorf anfallende alkalische Eisenhydroxidwasser (AEW) wurde seit Inbetriebnahme der Anlage im Jahr 1977 als Dünnschlamm in einem Schlammstapelbecken verspült. Das Schlammstapelbecken wird derzeit beräumt. Der dabei anfallende, eingedickte **Eisenhydroxidschlamm (EHS)** wird zur Stabilisierung mit Kraftwerkasche und Kalksteinmehl vermengt und in die Absetzerkippe des Tagebaus Reichwalde verstürzt. Durch die hohe Alkalinität des Schlammes soll die bergbaubedingte Versauerung des Kippenwassers gemindert werden (Tabelle 67).

Das in der GWBA Kringelsdorf anfallende **alkalische Eisenhydroxidwasser (AEW)** wird nahezu vollständig von der P.U.S. GmbH abgenommen und zu **nutzbaren Produkten** (z. B. EHS-Pellets) weiterverarbeitet und vermarktet. Die Produkte werden beispielsweise in der technischen Wasserbehandlung und in Biogasanlagen eingesetzt (Tabelle 67).

Tabelle 67: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Hydrau-lische Barriere	B377	LE-B	Errichtung einer Dichtwand entlang der Süd- und Ostmarkscheide des Tagebaus Reichwalde	Im Bau	+1	0	0	0
---	Wasser-behandlung in Anlagen	B391	LE-B	Behandlung von Sümpfungswässern aus dem Tagebau Reichwalde in der GWBA Kringelsdorf und Abschlag des Klarwassers in den Schwarzen Schöps	Laufend	+1	-1	+1	+1
---	Wasser-behandlung in Anlagen	E808	LE-B	Aufbereitung des AEW der GWBA Kringelsdorf zu nutzbaren Produkten (EHS-Pellets)	Laufend	0	0	0	0
---	Untergrund-wasser-behandlung	B390	LE-B	Einbau von konditioniertem Eisen-hydroxidschlamm (EHS) in die Kippe des Tagebau Reichwalde zur Minderung der bergbaubedingten Versauerung	Laufend	0	+1	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Die **Geochemie** des Vorfeldes sowie der Kippen des Tagebaus Reichwalde wird durch die LE-B erkundet. Die dabei erfassten Daten werden in einer Geochemiedatenbank zusammengeführt und dienen beispielsweise zur Prognose der zukünftigen Beschaffenheit des Kippenwassers (Tabelle 68).

Die zukünftige Entwicklung der Sümpfungswasserbeschaffenheit im Tagebau Reichwalde wurde von der LE-B im Rahmen einer sogenannten **Sümpfungswasserprognose** untersucht (Tabelle 68).

Im Rahmen berg- und wasserrechtlicher Genehmigungsverfahren wurde eine **Prognose zur Wasserbeschaffenheit im künftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Reichwalde** erstellt (Tabelle 68).

Die Wirkung der **Ausleitung aus dem Bergbaufolgesee Speicher Bärwalde** auf die nachfolgenden Fließgewässer Schwarzer Schöps und Spree wird durch die LMBV im Rahmen eines begleitenden Sondermonitorings überwacht (Tabelle 68).

Tabelle 68: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	B375	LE-B	Geochemische Vorfeld- und Kippenerkundung im Tagebau Reichwalde	Laufend
---	Studien und Konzepte	E758	LE-B	Sümpfungswasserprognose Tagebau Reichwalde	Abge-schlossen
		E759	LE-B	Prognose der Wasserbeschaffenheit in dem künftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Reichwalde	Laufend
---	Monitoring	B379	LMBV	Sondermessprogramm Ausleitung Bärwalde, Wasserbeschaffenheit im Schwarzen Schöps	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der Fließgewässer-OWK **Weigersdorfer Fließ-2** (DESN_582494-2) reicht vom Oberlauf des Weigersdorfer Fließes bis zur Mündung in den Schwarzen Schöps und durchfließt dabei den Speicher Bärwalde (Bild 35). Der Speicher Bärwalde stellt hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit eine Zäsur dar und entkoppelt den Oberlauf des Fließgewässer-OWK vom Unterlauf. Der Gutachter empfiehlt daher eine Überprüfung der räumlichen Abgrenzung des OWK (Anlage 2).

Die erhöhte **Eisenbelastung** im Unterlauf des Weigersdorfer Fließes (Tabelle 66 und Bild 35) wird auf einen Bergbaueinfluss zurückgeführt. Zur Planung geeigneter Minderungsmaßnahmen sind die derzeit unbekannten Eintragspfade bzw. Eintragsquellen des Eisens zu erkunden (Tabelle 69).

Die bisherigen **Prognosen zur Sümpfungswasserbeschaffenheit im Tagebau Reichwalde** (vgl. Tabelle 68) sind unter Berücksichtigung von aufgelaufenen Daten zur Sümpfung, neuen Monitoringergebnissen zur Wasserbeschaffenheit, veränderten Tagebauplanungen und neuen Anforderungen an die Wassernutzung bedarfsabhängig fortzuschreiben (Tabelle 69).

Tabelle 69: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarzer Schöps 2.2.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N616	LMBV	Örtliche Erkundung der Eintragsquellen des Eisens im Einzugsgebiet des Weigersdorfer Fließes	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N769	LE-B	Bedarfsabhängige Fortschreibung der Sümpfungswasserprognose Tagebau Reichwalde	Zusätzlich

6.3.5 Kleine Spree

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Kleine Spree** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Kleinen Spree mit den Bergbaufolgeseen Scheibe-See und Speichersystem Lohsa II (Speicherbecken Dreiweibern, Speicherbecken Lohsa II und Bernsteinsee). Das Teilgebiet beinhaltet vier Fließgewässer-OWK (Tabelle 70 und Bild 36). Für die beiden OWK der Kleinen Spree wird von einem dominanten Bergbaueinfluss ausgegangen (Tabelle 70).

Der Orientierungswert für **Sulfat** wird im bergbaulich beeinflussten Unterlauf der Kleinen Spree (DESN_58252-2) überschritten. Die erhöhte Sulfatbelastung ist auf die Ausleitung aus dem Speichersystem Lohsa II sowie die Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers zurückzuführen. In den anderen Fließgewässer-OWK werden die Orientierungswerte für Sulfat eingehalten (Tabelle 70).

Die **Eisenbelastung** liegt in drei Fließgewässer-OWK über den Orientierungswerten. Als Ursache für die deutlich erhöhte Eisenbelastung in den beiden OWK der Kleinen Spree ist vom Bergbaueinfluss auszugehen. Die Eisenbelastung im Unterlauf der Kleinen Spree ist konkret auf die Zutritte eisenreichen Grundwassers zurückzuführen. Die konkreten Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung im Oberlauf der Kleinen Spree sind derzeit nicht bekannt. Dies gilt in gleicher Weise für die Ursache der geringfügig erhöhten Eisenbelastung in der bergbaulich unbeeinflussten Lomschanke (Tabelle 70 und Bild 36).

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird nur im bergbaulich beeinflussten Unterlauf der Kleine Spree (DESN_58252-2) unterschritten. Ursächlich dafür sind die diffusen Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers. In den anderen Fließgewässer-OWK des Teilgebietes werden die Orientierungswerte des pH-Wertes eingehalten (Tabelle 70).

Tabelle 70: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Spree.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_58252-1	Kleine Spree-1	■	☐	65	4,4	7,1
DESN_58252-2	Kleine Spree-2	■	☐	362	12,4	6,2
DESN_5825224	Kronförstchener Wasser	☐	☐	119	1,2	7,1
DESN_582522	Lomschanke	☐	☐	114	1,9	6,9

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

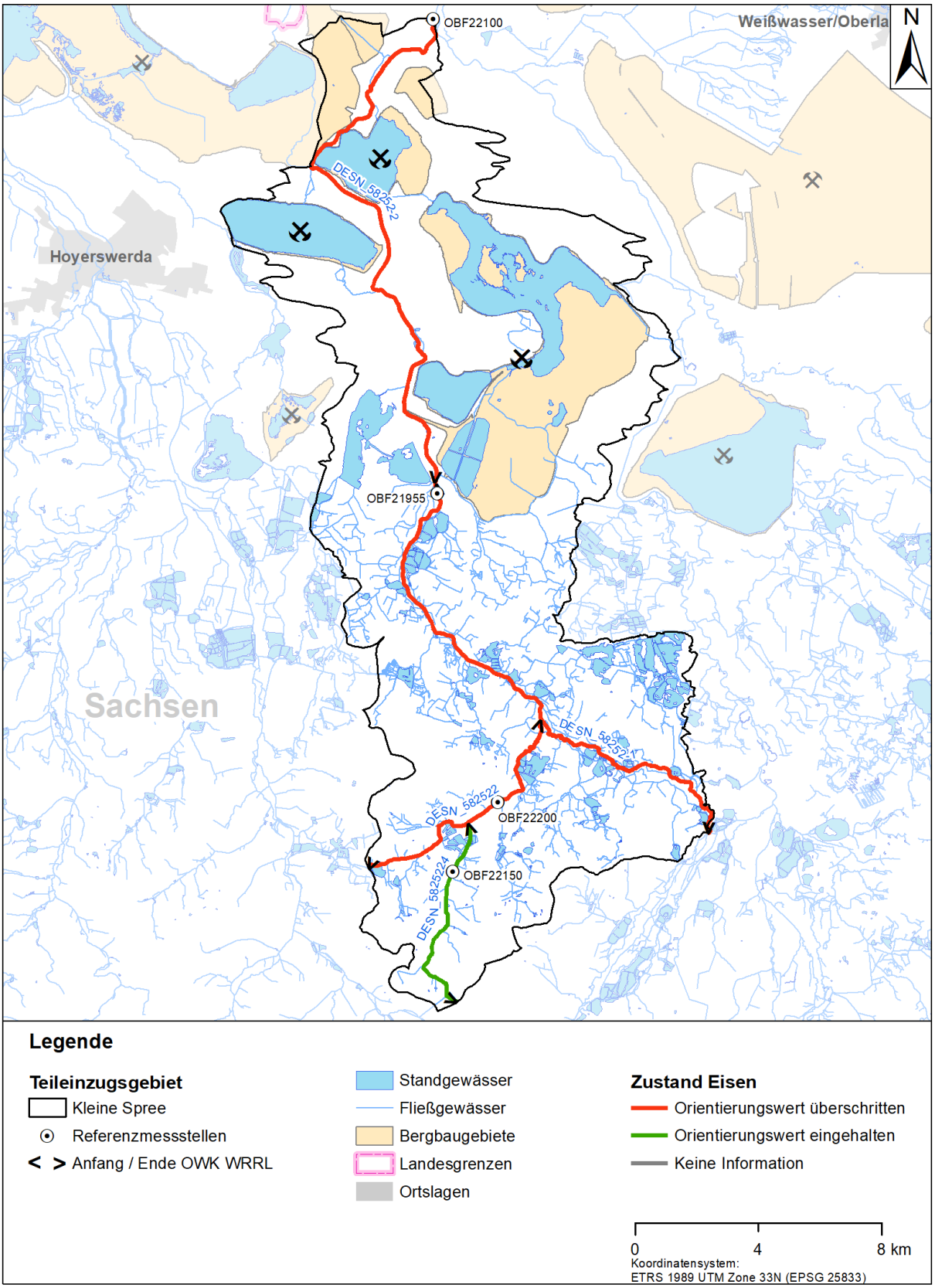


Bild 36: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Spree für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Um eine Wiederversauerung der Bergbaufolgeseen Bernsteinsee, Speicherbecken Lohsa und Scheibe-See zu verhindern und die Ausleitfähigkeit der Seen sicherzustellen, werden die Seen bedarfsabhängig durch Einbringen von Kalkprodukten neutralisiert. Im Speicherbecken Lohsa erfolgt die **Neutralisation** schiffsgestützt und im Bernsteinsee seit dem Jahr 2018 landgestützt nach dem GSD-Verfahren. Die Initialbehandlung des Scheibe-Sees erfolgte ebenfalls nach dem GSD-Verfahren. Das Verfahren für die zukünftige Nachsorgebehandlung des Scheibe-Sees ist noch nicht festgelegt (Tabelle 71).

Um den Aufwand für die schiffsgestützte Neutralisation des **Bernsteinsees** zu minimieren, wird der Speicher im Rahmen einer **wassergütewirtschaftlichen Nachsorge** mit gut gepuffertem Wasser aus der Kleinen Spree gespült. Dabei wird das Wasser der Kleinen Spree bilanzneutral durch den Bernsteinsee geleitet. Als Nebeneffekt kann durch die Spülung auch die Sulfatkonzentration im Bernsteinsee verringert werden (Tabelle 71).

Der grundwasserbürtige Wasserbilanzüberschuss des Scheibe-Sees soll zukünftig in die Kleine Spree abgeschlagen werden. Der **Scheibe-See** soll dazu über ein entsprechendes **Wasserbauwerk** an die Kleine Spree angebunden werden (Tabelle 71).

Die Auswirkungen der Ausleitung aus dem Bernsteinsee auf die Kleine Spree und die Spree werden von der LMBV im Rahmen eines begleitenden **Sondermonitorings** überwacht (Tabelle 72).

Tabelle 71: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Inlake-Wasser-behandlung	B188	LMBV	Neutralisierung und Nachsorge Bernsteinsee	Laufend	0	0	+1	+1
		B191	LMBV	Neutralisierung und Nachsorge Speicherbecken Lohsa	Laufend	0	0	+1	+1
		E645	LMBV	Neutralisierung und Nachsorge Scheibe-See	Laufend	0	0	+1	+1
---	Wassergüte-steuerung	E647	LMBV	Wassergütewirtschaftliche Nach-sorge des Speichers Burghammer durch Spülung aus der Kleinen Spree	Laufend	0	+1	+1	+1
---	Land-schafts- und Wasserbau	B192	LMBV	Anbindung Scheibe-See an die Kleine Spree, Errichtung Wehranlage am Auslauf Scheibe-See	Geplant	+1	-1	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 72: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	B194	LMBV	Sondermessprogramm Ausleitung Burghammer, Wasserbeschaffenheit in der Kleinen Spree	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Um den Aufwand für die Neutralisation des **Scheibe-See**s zu minimieren wird in Analogie zum Bernsteinsee eine ergänzende wassergütewirtschaftliche Nachsorge des Scheibe-Sees mittels **Spülungsflutung** aus der Kleinen Spree empfohlen (Tabelle 73).

Die konkreten Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung im Oberlauf der Kleinen Spree (DESN_58252-1) sind derzeit unbekannt. Für die Planung geeigneter Minderungsmaßnahmen wird daher die **örtliche Erkundung der Eintragspfade und Eintragsquellen** des Eisens empfohlen (Tabelle 74).

Tabelle 73: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Wassergüte-steuerung	N646	LMBV	Wassergütewirtschaftliche Nach-sorge des Scheibe-Sees durch Spülung aus der Kleinen Spree	Zusätzlich	0	+1	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Tabelle 74: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Spree.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N648	LMBV	Örtliche Erkundung der Eiseneintragsquellen im oberen Einzugsgebiet der Kleinen Spree	Zusätzlich

6.3.6 Spree 2.8

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Spree 2.8** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Spree zwischen dem Pegel Lieske und der Talsperre Spremberg mit dem Tagebau Nochten und Teilen des Tagebaus Welzow-Süd (Bild 37). Für alle sechs Fließgewässer-OWK des Teilgebietes wurde ein dominanter Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 75). Der Zustand des OWK Kochsa kann mangels Daten nicht beschrieben werden (vgl. Abschnitt 6.1.1).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in drei Fließgewässer-OWK überschritten. Die erhöhte Sulfatbelastung der Spree ist auf die Einleitungen sulfatreichen Sümpfungswassers aus den GWBA Kringelsdorf, Tzschelln und Schwarze Pumpe (alle LE-B) sowie die Ausleitung sulfatreichen Wassers aus dem Speichersystem Lohsa II (LMBV) zurückzuführen. Die deutlich erhöhte Sulfatbelastung im Unterlauf der Struga (DESN_582512-2) wird durch die Einleitung von unbehandeltem Sümpfungswasser des Tagebaus Nochten verursacht. Das in die Struga eingeleitete Sümpfungswasser wird vollständig über den Sammelzubringer Ost zu den Anlandebecken Ost und West und weiter zur GWBA Schwarze Pumpe (LE-B) geleitet, dort aufbereitet und in die Spree abgeschlagen (Tabelle 75).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in vier Fließgewässer-OWK überschritten. Die erhöhte Eisenbelastung der Spree wird durch die diffusen Zutritte bergbaulich beeinflussten, eisenreichen Grundwassers in die Spree und Kleine Spree verursacht. Die deutlich erhöhte Eisenkonzentration im Unterlauf der Struga ist auf die Einleitung unbehandelten Sümpfungswassers aus dem Tagebau Nochten zurückzuführen, welches jedoch nicht direkt der Spree zufließt, sondern in der GWBA Schwarze Pumpe behandelt und nachfolgend in die Spree

abgeleitet wird. Die konkreten Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung des Rokotschingrabens sind unbekannt (Tabelle 75 und Bild 37).

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in zwei Fließgewässer-OWK unterschritten. Die geringfügige Unterschreitung im Spreeabschnitt oberhalb der Talsperre Spremberg (DEBB582_1724) ist auf die diffusen Zutritte bergbaulich beeinflussten, eisenreichen Grundwassers in die Spree und die mit der Eisenoxidation verbundene Versauerung zurückzuführen (vgl. Abschnitt 6.3.1). Die deutliche Unterschreitung des Orientierungswertes im Unterlauf der Struga wird durch die Einleitung unbehandelten Sümpfungswassers aus dem Tagebau Nochten verursacht. Das Sümpfungwasser wird vollständig zur GWBA Schwarze Pumpe geleitet, dort behandelt und in die Spree abgeleitet (Tabelle 75).

Tabelle 75: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 2.8.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB5825314_1207	Kochsa	■	☐	---	---	---
DESN_58234	Rokotschingraben	■	☐	41	3,7	7,1
DEBB582_1724	Spree	■	☐	366	4,8	6,7
DESN_582-4	Spree-4	■	☐	359	5,4	7,0
DESN_582512-1	Struga-1	■	☐	29	0,8	6,3
DESN_582512-2	Struga-2	■	☐	631	68,0	4,5

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

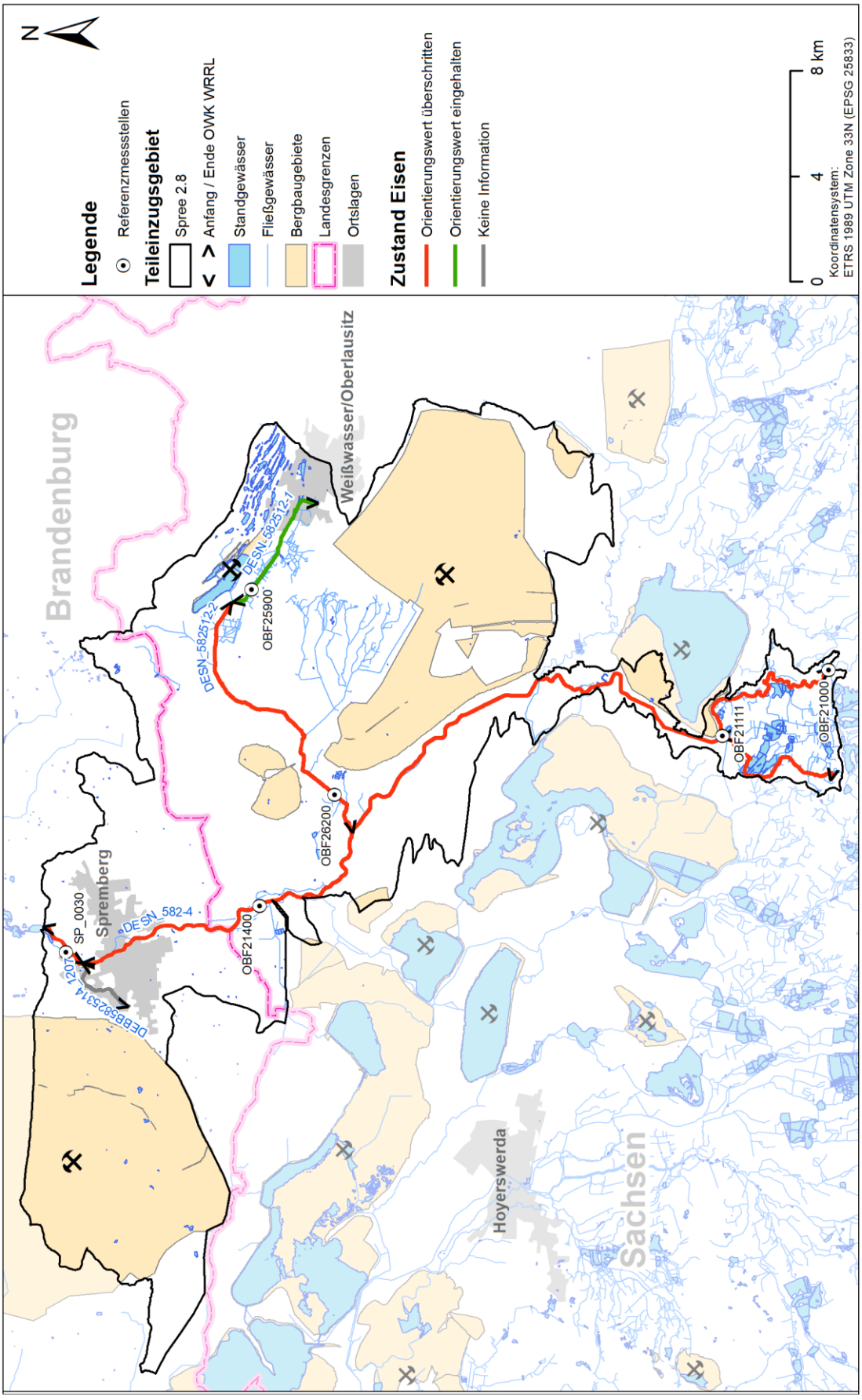


Bild 37: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 2.8 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die in den Tagebauen Welzow-Süd und Nochten gehobenen Sümpfungswässer werden von der LE-B vor der Einleitung in die Vorflut in den **Grubenwasserbehandlungsanlagen** (GWBA) Tzschelln, Schwarze Pumpe und „Am Weinberg“ behandelt (Tabelle 76 und Bild 38). Die in den GWBA Schwarze Pumpe und Tzschelln behandelten Wässer werden direkt über den Industriekanal in die Spree abgeschlagen. Das in der GWBA „Am Weinberg“ behandelte Wasser wird überwiegend als **Stützungswasser** in die von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Welzow-Süd betroffenen Fließe, Teiche und Feuchtgebiete geleitet (vgl. Tabelle 76, Tabelle 80 und Tabelle 90). Die Biologie in den Fließgewässern, Teichen und Feuchtgebieten wird von der LE-B im Rahmen eines **Biomonitorings** überwacht (Tabelle 77).

Die Sulfatbelastung der Spree wird maßgeblich von den Sümpfungswassereinleitungen aus den Behandlungsanlagen der LE-B sowie den Ausleitungen aus den Bergbaufolgeseen der LMBV beeinflusst. Das in der GWBA Tzschelln behandelte Sümpfungswasser des Tagebaus Nochtens wird von der LE-B anteilig für die Flutung des auf der Kippe des Tagebaus Nochten entstehenden Hermannsdorfer Sees sowie als Stützungswasser für den Floßgraben und den Rothwassergraben genutzt. Dadurch verringert sich die Einleitmenge in die Spree und der damit verbundene Sulfateintrag. Die drei vorgenannten Maßnahmen sind im Maßnahmenkomplex **Sulfatlastminderung Spree** zusammengefasst (Tabelle 76 und Bild 38).

Der Ortskern der Gemeinde Trebendorf und das Naturschutzgebiet „Altes Schleifer Teichgelände“ müssen während des Betriebs des Tagebaus Nochten bis zum Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs mit Ökowasser versorgt werden. Das Rohwasser wird aus Sümpfungsbrunnen des Tagebaus Nochten bereitgestellt und vor Einleitung in der **Grubenwasservorbehandlungsanlage (GWVBA) Trebendorf** nach dem Prinzip der naturräumlichen Wasserbehandlung aufbereitet (Tabelle 76 und Bild 38). Die Grundwasserbeschaffenheit im Umfeld der Anlage und die Wasserbeschaffenheit im Ablauf der Anlage werden im Rahmen von **Monitoringprogrammen** überwacht (Tabelle 77 und Tabelle 57).

Die LE-B leitet zur **Stützung des Wasserhaushaltes** und zur Sicherung einer **Mindestwasserführung** in von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Nochten betroffenen Fließen und Feuchtgebieten im **Einzugsgebiet der Struga** (z. B. FFH-Gebiet "Trebendorfer Tiergarten“ und Quellgebiet Lehnikteich) Wasser aus Randriegelbrunnen des Tagebaus Nochten ein (Tabelle 76 und Bild 38).

Zur Minderung der Eisenbelastung der Spree im Zulauf der Talsperre Spremberg wird oberhalb der Vorsperre Bühlow Kalk als **Flockungsmittel in die Spree** dosiert. Dadurch soll die Oxidation des im Spreewasser enthaltenen restlichen zweiwertigen Eisens beschleunigt und die Eisensedimentation in der Vorsperre Bühlow verbessert werden (Tabelle 76 und Bild 38).

Die LE-B errichtet zur räumlichen Beschränkung des Grundwasserabsenkungstrichters zwischen dem Tagebau Welzow-Süd und der Erweiterten Restlochkette eine **Dichtwand**. Dadurch sollen eine Beeinflussung der Seen der Erweiterten Restlochkette durch den Tagebau Welzow-Süd vermieden bzw. stark eingeschränkt sowie die im Tagebaubetrieb zu fördernden Sümpfungswassermengen verringert werden (Tabelle 76 und Bild 38).

Am Altarm der Spree wurde im Rahmen eines **Pilot- und Demovorhaben**s der LMBV untersucht, ob durch **mikrobielle heterotrophe Sulfatreduktion** das im Grundwasser enthaltene Eisen anteilig im Grundwasserleiter zurückgehalten werden kann. Der Versuch hat die grundsätzliche Wirksamkeit des Verfahrens zur Behandlung räumlich begrenzter Hotspots der Eisenbelastung gezeigt (Tabelle 76 und Bild 38).

Tabelle 76: Relevanten technische Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Sulfatlast-minderung Spree	Fremd-flutung und Nachsorge	B399	LE-B	Flutung des Hermannsdorfer Sees aus der GWBA Tzschelln	Laufend	-1	+1	0	0
	Wasser-einleitung zur Stützung	E717	LE-B	Einleitung von sulfatreichem Wasser aus der GWBA Tzschelln in den Rothwassergraben zur Sicherung der Mindestwasserführung	Laufend	-1	+1	0	0
		E718	LE-B	Einleitung von sulfatreichem Wasser aus der GWBA Tzschelln in den Floßwassergraben zur Sicherung der Mindestwasserführung	Laufend	-1	+1	0	0
---	Wasser-behandlung in Anlagen	E610	LE-B	Behandlung von Sümpfungswässern aus dem Tagebau Nochten in der GWBA Tzschelln	Laufend	+1	-1	+1	+1
		E611	LE-B	Behandlung von Sümpfungswässern aus den Tagebau Nochten und Welzow-Süd in der GWBA Schwarze Pumpe	Laufend	+1	-1	+1	+1
		E658	LE-B	Behandlung von Sümpfungswässern aus dem Tagebau Welzow-Süd in der GWBA Am Weinberg	Laufend	+1	-1	+1	+1
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	E612	LE-B	Betrieb der GWVBA Trebendorf zur Minderung der Eisenbelastung des für Stützung verwendeten Rand-riegelwassers	Laufend	0	+1	+1	0
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	E614	LMBV	Dosierung von Flockungsmitteln zur Beschleunigung der Eisenoxidation und Verbesserung der Eisen-sedimentation in der Vorsperre Bühlow	Laufend	0	0	+1	0
---	Hydrau-lische Barriere	B400	LE-B	Errichtung einer Dichtwand zwischen dem Tagebau Welzow-Süd und der Erweiterten Restlochkette	Laufend	+1	0	0	0
---	Wasser-einleitung zur Stützung	B443 B444 B446 B447 B455	LE-B	Einleitung von Stützungswasser in von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Nochten betroffenen Fließen (Einzugsgebiet Struga)	Laufend	+1	0	0	0
		B448 B449 B451 B453	LE-B	Einleitung von Stützungswasser in von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Welzow-Süd betroffenen Fließe (Kochsa) und Feuchtgebiete (Feuchtgebiet Töpferschenke)	Laufend	+1	0	0	0
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	B422	LMBV	Rückhalt von Eisen in gewachsenen GW-Leitern durch mikrobielle heterotrophe Sulfatreduktion mit Injektion organischer Nährstoffe	Abge-schlossen	0	+1	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Die Wirkung der **Ausleitungen aus den Bergbaufolgeseen Bernsteinsee** (Speichersystem Lohsa II) sowie **Speicherbecken Bärwalde** auf die Wasserbeschaffenheit der Spree wird von der LMBV im Rahmen von Sondermessprogrammen überwacht (Tabelle 77).

Die **Geochemie** des Vorfeldes sowie der Kippen in den Tagebauen Nochten und Welzow-Süd wird durch die LE-B erkundet. Die erfassten Daten werden in einer Geochemiedaten-bank zusammengeführt und dienen beispielsweise zur Prognose der zukünftigen Beschaffenheit des Kippenwassers (Tabelle 77).

Die LE-B führt Untersuchungen zu den nachbergbaulich zu erwartenden **Wechselwirkungen der Spree mit dem Grundwasserabstrom aus dem Tagebau Nochten** durch. Durch die Untersuchungen soll geklärt werden, ob nach Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs im Bereich des Tagebaus Nochten mit relevanten grundwasserbürtigen Stoffeinträgen in die Spree zu rechnen ist (Tabelle 77), vergleichbar den Stoffeinträgen linksseitig in die Spree aus der Spreewitzer Rinne im Zuständigkeitsbereich der LMBV.

Aus den Außenhalden des Tagebaus Nochten wird sulfatreiches Sickerwasser in den Grundwasserleiter eingetragen und dort mit der Grundwasserströmung in Richtung Spree und der Trinkwasserfassung Spremberg verfrachtet. Die LE-B hat im Rahmen einer **3D-Stofftransportmodellierung** nachgewiesen, dass die Trinkwassergewinnung aus der **Wasserfassung Spremberg** durch den Abstrom aus den Außenhalden nicht beeinträchtigt wird (Tabelle 77).

Tabelle 77: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	B403	LMBV	Sondermessprogramm Ausleitung Burghammer, Wasserbeschaffenheit in der Spree	Laufend
		B404	LMBV	Sondermessprogramm Ausleitung Bärwalde, Wasserbeschaffenheit in der Spree	Laufend
---	Monitoring	B417	LE-B	Monitoring der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der GWVBA Trebendorf	Laufend
		B419	LE-B	Biomonitoring im Umfeld des Tagebaus Welzow Süd	Laufend
---	Erkundung	B397	LE-B	Geochemische Vorfeld- und Kippenerkundung im Tagebau Nochten	Laufend
		E764	LE-B	Geochemische Vorfeld- und Kippenerkundung im Tagebau Welzow-Süd	Laufend
		E599	LE-B	Untersuchung künftiger Wechselwirkungen der Spree mit dem Grundwasserabstrom aus dem Tagebau Nochten	Laufend
---	Modellie-rung	E604	LE-B	Modellierung des reaktiven Stofftransportes von den Außenhalden Nochten zur Wasserfassung Spremberg	Abge-schlossen
---	Studien und Konzepte	B428	LE-B	Sümpfungswasserprognose Tagebau Nochten	Abge-schlossen
		E758	LE-B	Sümpfungswasserprognose Tagebau Welzow-Süd	Abge-schlossen
		B436	LE-B	Maßnahmen zur Minderung / Vermeidung der Kippenwasserversauerung im Tagebau Welzow-Süd	Abge-schlossen
		E756	LE-B	Untersuchung künftiger Wechselwirkungen der Spree mit dem Grundwasserabstrom aus dem Tagebau Nochten	Laufend
		E760	LE-B	Prognose der Wasserbeschaffenheit in dem künftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Nochten	Laufend
		E761	LE-B	Prognose der Wasserbeschaffenheit in dem künftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Welzow-Süd	Laufend
---	Studien und Konzepte	B434	LMBV	Prüfung von Optionen des Eisenrückhalts in der Spree	Abge-schlossen

Die zukünftige Entwicklung der Sümpfungswasserbeschaffenheit in den Tagebauen Nochten und Welzow-Süd wurde von der LE-B im Rahmen von sogenannten **Sümpfungswasserprognosen** untersucht (Tabelle 77).

Die LE-B hat im Rahmen von Studien und Technikumsversuchen verschiedene **Maßnahmen** zur Minderung bzw. Vermeidung der **Kippenversauerung im Tagebau Welzow-Süd** geprüft (Tabelle 77). Die praktische Umsetzbarkeit der Maßnahmen im Tagebaubetrieb wird derzeit im Rahmen eines Feldversuchs untersucht.

Die LMBV hat im Rahmen einer Studie verschiedene **Optionen zur Verbesserung des Eisenrückhalts in der Spree** geprüft (Tabelle 77). Einige der dabei entwickelten Konzepte wurden bereits umgesetzt (z. B. die Wasserbehandlung an der Vorsperre Bühlow) bzw. fanden Eingang in den Sonderbetriebsplan Südraum (Tabelle 56).

Im Rahmen berg- und wasserrechtlicher Genehmigungsverfahren wurden **Prognosen zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den künftigen Bergbaufolgeseen der Tagebaue Nochten und Welzow-Süd** erstellt (Tabelle 77).

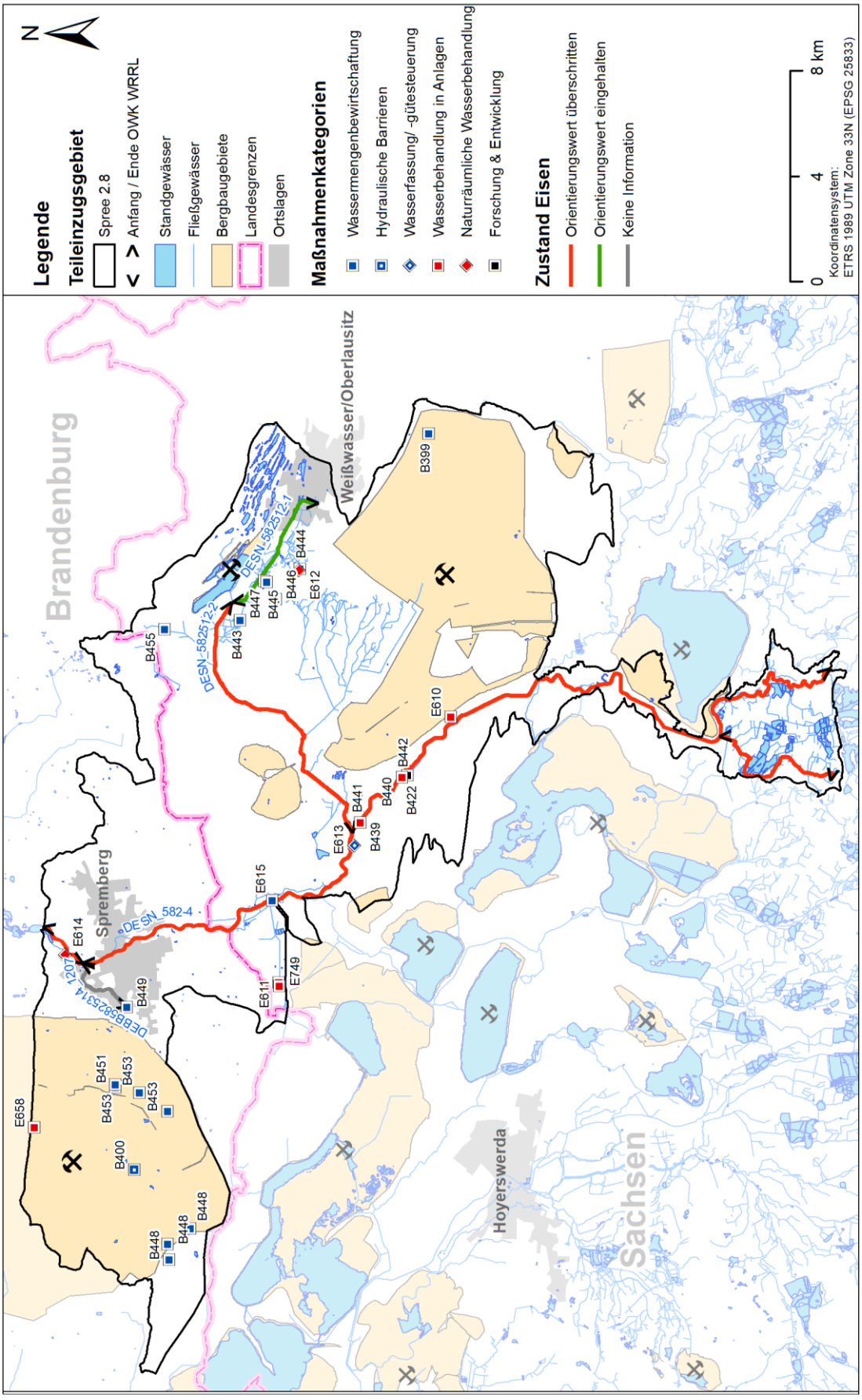


Bild 38: Übersichtskarte der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die Abgrenzung des **OWK Struga-2** (DESN_582512-2) stimmt nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen überein. Der Oberlauf des OWK wird in Höhe der Ortschaft Neustadt durch einen Damm vom Unterlauf abgetrennt. Das in den Oberlauf der Struga eingeleitete Sümpfungswasser wird über den Sammelzubringer Ost zu den Anlandebecken Ost und West und weiter über eine Rohrleitung zur GWBA Schwarze Pumpe geleitet, dort behandelt und in die Spree abgeschlagen. Die Wasserführung im Unterlauf des OWK Struga-2 wird vollständig aus dem Wellenbach gespeist. Die Zustände im Ober- und Unterlauf des OWK sind somit voneinander unabhängig. Um die Veränderung des Gewässerzustandes innerhalb des OWK adäquat abzubilden, empfiehlt der Gutachter eine **Evaluierung** und ggf. Anpassung des OWK Struga-2 (Anlage 2). In dem Anfang des Jahres 2020 (d. h., nach dem Datenschnitt der vorliegenden Bearbeitung) veröffentlichten, überarbeiteten Geodatensatz für die Fließgewässer-OWK des Freistaates Sachsen wurde der Zuschnitt des OWK Struga-2 entsprechend den vorgenannten Hinweisen angepasst.

Das oberirdische Einzugsgebiet der **Kochsa** (Fließgewässer-OWK DEBB5825314_1207) ist kleiner als 10 km². Die Kochsa ist somit kein berichtspflichter Fließgewässer-OWK im Sinne der EG-WRRL. Es wird empfohlen, die Ausweisung der Kochsa als Fließgewässer-OWK DEBB5825314_1207 zu evaluieren (Anlage 2).

Die konkrete Ursache für die erhöhte Eisenbelastung im **Rokotschingraben** ist derzeit unbekannt. Für die Planung geeigneter Minderungsmaßnahmen wird daher die **örtliche Erkundung der Eintragspfade und Eintragsquellen** des Eisens empfohlen (Tabelle 78).

Die Entwicklung der **Grund- und Flusswasserstände im Übergangsbereich vom Tagebau Nochten zur Spree** sollen im Rahmen eines **Langzeitmonitoring**s erfasst und modellgestützt ausgewertet werden. Auf dieser Grundlage sollen die geohydraulischen Parameter des Grundwasserleiters räumlich differenziert bestimmt sowie die Volumenströme des Grundwassers und der hydraulischen Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasserleiter und der Spree quantitativ valide ermittelt werden. Weiterhin wird ein spezielles **Monitoring zur Grundwasserbeschaffenheit** im Übergangsbereich des Tagebaus Nochten zur Spree vorgeschlagen. Das Monitoring zeichnet sich durch ein räumlich verdichtetes Messnetz und einen zeitlich verdichten Messrhythmus aus. Die Monitorings schaffen die Datenbasis für die **vertiefenden Untersuchungen zum Grundwasserabstrom vom Tagbau Nochten zur Spree** (Tabelle 78).

Die bisherigen **Prognosen zur Sümpfungswasserbeschaffenheit in den Tagebauen Nochten und Welzow-Süd** (vgl. Tabelle 77) sind unter Berücksichtigung von aufgelaufenen Daten zur Sümpfung, neuen Monitoringergebnissen zur Wasserbeschaffenheit, veränderten Tagebauplanungen und neuen Anforderungen an die Wassernutzung bedarfsabhängig fortzuschreiben (Tabelle 78).

Nach aktuellen Planungen wird auf der Kippe Welzow-Süd im Teilfeld I ein Netz von Entwässerungsgräben (Kippenvorflut) zur Regulierung des Grundwasserstandes hergestellt. Die Gräben entwässern in den zukünftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Welzow-Süd und beeinflussen dessen Wasserbeschaffenheit. Die **Entwicklung der Wasserbeschaffenheit der Kippenvorflut auf der Innenkippe des Tagebaus Welzow-Süd** soll daher durch geeignete Methoden prognostiziert werden (Tabelle 78).

Der Übergangsbereich vom Tagebau Nochten zur Spree soll in einem geohydraulischen Modell durch eine Modelllupe räumlich fein aufgelöst werden. Das **geohydraulische Detailmodell** bildet die Grundlage zur Auswertung des Monitorings des Grundwasserstandes und der hydraulischen Wechselwirkungen im künftigen **Abstrom vom Tagebau Nochten zur**

Spree. Das entwickelte geohydraulische Modell bildet weiterhin die Grundlage für ein reaktives Stofftransportmodell, womit insbesondere die künftig zu erwartenden Stoffeinträge in die Spree prognostiziert werden können (Tabelle 78).

Die **Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser der Spreewitzer Rinne bzw. der Zentrallausitzer Rinne und der Spree** sind noch unzureichend erforscht. Dies betrifft insbesondere die nachbergbaulich zu erwartende Grundwasserwechselwirkung im derzeit noch abgedichteten Spreeabschnitt zwischen dem Pegel Sprey und dem Wehr Tzschelln. Die Kenntnis der zu erwartenden Wechselwirkungen ist eine maßgebliche Entscheidungsgrundlage für den geplanten Rückbau der Sohldichtung. Daher wird eine vertiefende, modellgestützte Untersuchung der nachbergbaulichen Grundwasserwechselwirkungen im vorgenannten Spreeabschnitt empfohlen (Tabelle 78).

Die notwendigen zusätzlichen Maßnahmen zur geochemischen Erkundung der Spreewitzer Rinne sowie zur vertiefenden Erkundung von Hotspots der Eisenbelastung im Teilgebiet Spree 2.8 sind in Abschnitt 6.3.1 aufgeführt.

Tabelle 78: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Spree 2.8.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N705	LMBV	Örtliche Erkundung der Eintragsquellen des Eisens im Einzugsgebiet des Rokotschingraben	Zusätzlich
---	Monitoring	N775	LE-B	Grundwasserstand und Wechselwirkungen Oberflächenwasser/Grundwasser im künftigen Abstrom vom Tagebau Nochten zur Spree	Zusätzlich
		N776	LE-B	Grundwasserbeschaffenheit im künftigen Abstrom vom Tagebau Nochten zur Spree	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N767	LE-B	Vertiefende Untersuchungen zum künftigen Grundwasserabstrom vom Tagebau Nochten zur Spree	Zusätzlich
		N770	LE-B	Bedarfsabhängige Fortschreibung der Sümpfungswasserprognose Tagebau Nochten	Zusätzlich
		N771	LE-B	Bedarfsabhängige Fortschreibung der Sümpfungswasserprognose Tagebau Welzow-Süd	Zusätzlich
		N805	LE-B	Prognose der Grundwasserbeschaffenheit in den Quellgebieten auf der Innenkippe des Tgb. Welzow-Süd	Zusätzlich
---	Modellie-rung	N777	LE-B	Geohydraulische Modellierung des künftigen Grundwasser-abstroms vom Tagebau Nochten zur Spree als räumlich hoch aufgelöste Modelllupe	Zusätzlich
		N778	LE-B	Reaktive 3D-Stofftransportmodellierung des künftigen Grundwasserabstroms vom Tagebau Nochten zur Spree	Zusätzlich
---	Modellie-rung	N652	LMBV	Wechselwirkung zwischen dem Grundwasser der Spreewitzer Rinne resp. Zentrallausitzer Rinne und der Spree als Entscheidungsgrundlage zum Rückbau der Sohldichtung	Zusätzlich

6.3.7 Talsperre Spremberg

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Talsperre Spremberg** umfasst das oberirdische Eigeneinzugsgebiet der Talsperre Spremberg zwischen dem Zulauf und dem Ablauf der Talsperre mit Teilen des Tagebaus Welzow-Süd (Bild 39). Das Teilgebiet beinhaltet zwei Fließgewässer-OWK mit dominantem Bergbaueinfluss (Tabelle 79 und Bild 39). Der Zustand der beiden OWK kann mangels Daten derzeit nicht beschrieben werden (siehe Abschnitt 6.1.1). Der Zustand der Spree im Zulauf und im Ablauf der Talsperre Spremberg ist in Abschnitt 6.3.6 bzw. in Abschnitt 6.3.8 dargestellt.

Tabelle 79: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Talsperre Spremberg.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB5825334_1208	Hühnerwasser	■	□	---	---	---
DEBB5825334_1209	Hühnerwasser	■	□	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Derzeitige Maßnahmen

Zur Beschleunigung der Oxidation des im Spreewasser enthaltenen zweiwertigen Eisens wird oberhalb der Vorsperre Bühlow **Kalk** als Flockungsmittel in die Spree dosiert (vgl. Tabelle 76). Zur Beschleunigung der Eisensedimentation in der Vorsperre Bühlow werden ergänzend dazu im Zulauf der Vorsperre **Flockungshilfsmittel in die Spree** dosiert. Durch das Flockungshilfsmittel soll die Bildung von Eisenflocken verbessert und der Eisenrückhalt in der Vorsperre Bühlow erhöht werden. Zum Erhalt des erforderlichen Rückhaltevolumens in der Vorsperre ist eine regelmäßige **Schlammberäumung der Vorsperre** erforderlich (Tabelle 80). Die Beräumung der Vorsperre von den sedimentierten Eisenhydroxidschlämmen wird von einem Gremium fachlich begleitet (Tabelle 81).

Durch die vorgenannte Maßnahme wird über die Hälfte des im Spreewasser befindlichen Eisens in der Vorsperre Bühlow abgesetzt. Die verbleibende Eisenfracht der Spree wird dann in der Hauptsperre der Talsperre Spremberg zurückgehalten, so dass die Eisenkonzentration am Ablauf der Talsperre fast ausnahmslos unter 1 mg/L und im Mittel deutlich niedriger liegt. Der Eisenrückhalt in der Hauptsperre ist maßgeblich von der Verweilzeit abhängig. Durch eine **Bewirtschaftung der Talsperre Spremberg** werden ausreichend lange Verweilzeiten für einen höchstmöglichen Eisenrückhalt gewährleistet (Tabelle 80). Die **Sulfat- und Eisenbelastung** im Zulauf und Ablauf der Talsperre Spremberg werden im Rahmen von **zeitlich hochauflösenden Monitoringprogrammen** überwacht (Tabelle 81).

Der vom Tagebau Welzow-Süd überbaggerte **Oberlauf des Hühnerwassers** wird von der LE-B wiederhergestellt (Tabelle 80).

Zur Stützung des Wasserhaushaltes und zur Sicherung eines ökologischen Mindestabflusses leitet die LE-B in die von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Welzow-Süd betroffenen Fließe (Hühnerwasser und Döbberner Graben) und Teiche (Groß Buckower See, Dorfteich Rehnsdorf und Dorfteich Papproth) **Stützungwasser** ein (Tabelle 80). Das Stützungswasser wird aus der GWBA „Am Weinberg“ bzw. aus Brunnen im Inselbetrieb (Groß Buckower See) bereitgestellt (vgl. Tabelle 76). Aufgrund der Herkunft ist das Stützungswasser erhöht sulfathaltig, aber eisenarm und neutral.

Tabelle 80: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Talsperre Spremberg.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	B481	LMBV	Dosierung von Flockungshilfsmitteln zur Verbesserung der Eisensedimen-tation in der Vorsperre Bühlow	Laufend	0	0	+1	0
---	Wassergüte-steuerung	E618	LfU	Gezielte Bewirtschaftung der Talsperre Spremberg zur Gewähr-leistung von ausreichend langen Verweilzeiten zum höchstmöglichen Eisenrückhalt	Laufend	+1	0	+1	0
---	Gewässer-unterhaltung	B480	LMBV	Beräumung der Eisenschlämme aus der Vorsperre Bühlow zur Erhöhung des Rückhaltevolumens	Laufend	0	0	+1	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B482	LE-B	Wiederherstellung des Oberlaufs des Hühnerwassers	Geplant	+1	0	0	0
---	Wasser-einleitung zur Stützung	B486 B487 B488 B489	LE-B	Einleitung von Stützungswasser in von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Welzow-Süd betroffenen Fließen (Hühnerwasser, Döbberner Graben) und Teiche (Groß Buckower See, Dorfteich Rehnsdorf, Dorfteich Papproth)	Laufend	+1	-1	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 81: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Talsperre Spremberg.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
Monitoring Talsperre Spremberg	Monitoring	B484 E681	LMBV LE-B	Zeitlich hochauflösendes Sulfat- und Eisenmonitoring Talsperre Spremberg	Laufend
---	Organi-sation	E700	LfU LMBV	Begleitgremium Beräumung Vorsperre Bühlow	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der Zustand von zwei bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Talsperre Spremberg kann in Ermangelung von Daten derzeit nicht auskömmlich beschrieben werden (Tabelle 79). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1).

Darüber hinaus ist zu prüfen, ob der OWK Hühnerwasser (DEBB5825334_1209) gegenwärtig und in der Zukunft überhaupt den formalen Anforderungen (z. B. Größe des oberirdischen Einzugsgebietes) an einen eigenständigen OWK gerecht wird. Ein pragmatischer Ansatz wäre die Fusion mit dem gleichnamigen OWK Hühnerwasser (DEBB5825334_1208) zu einem OWK.

Derzeit versickert Wasser aus der Talsperre Spremberg und strömt in Richtung des Grundwasserabsenkungstrichters des Tagebaus Welzow-Süd ab. Im nachbergbaulichen Zustand kehrt sich die Grundwasserfließrichtung um, wobei dann Kippenwasser in die pleistozänen Grundwasserleiter der Spreeaue und letztlich in die Talsperre Spremberg strömen wird. Im Rahmen einer Studie sollen die Auswirkungen des künftigen **Grundwasserabstroms vom**

Tagebau Welzow-Süd zur Spree und der Talsperre Spremberg untersucht und das Gefährdungspotenzial für die Wasserbeschaffenheit in der Talsperre Spremberg abgeschätzt werden. Auf Grundlage der Ergebnisse ist dann die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen zu bewerten (Tabelle 82).

Tabelle 82: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Talsperre Spremberg.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	N768	LE-B	Vertiefende Untersuchungen zum künftigen Grundwasserabstrom vom Tagebau Welzow zur Talsperre Spremberg und zur Spree	Zusätzlich

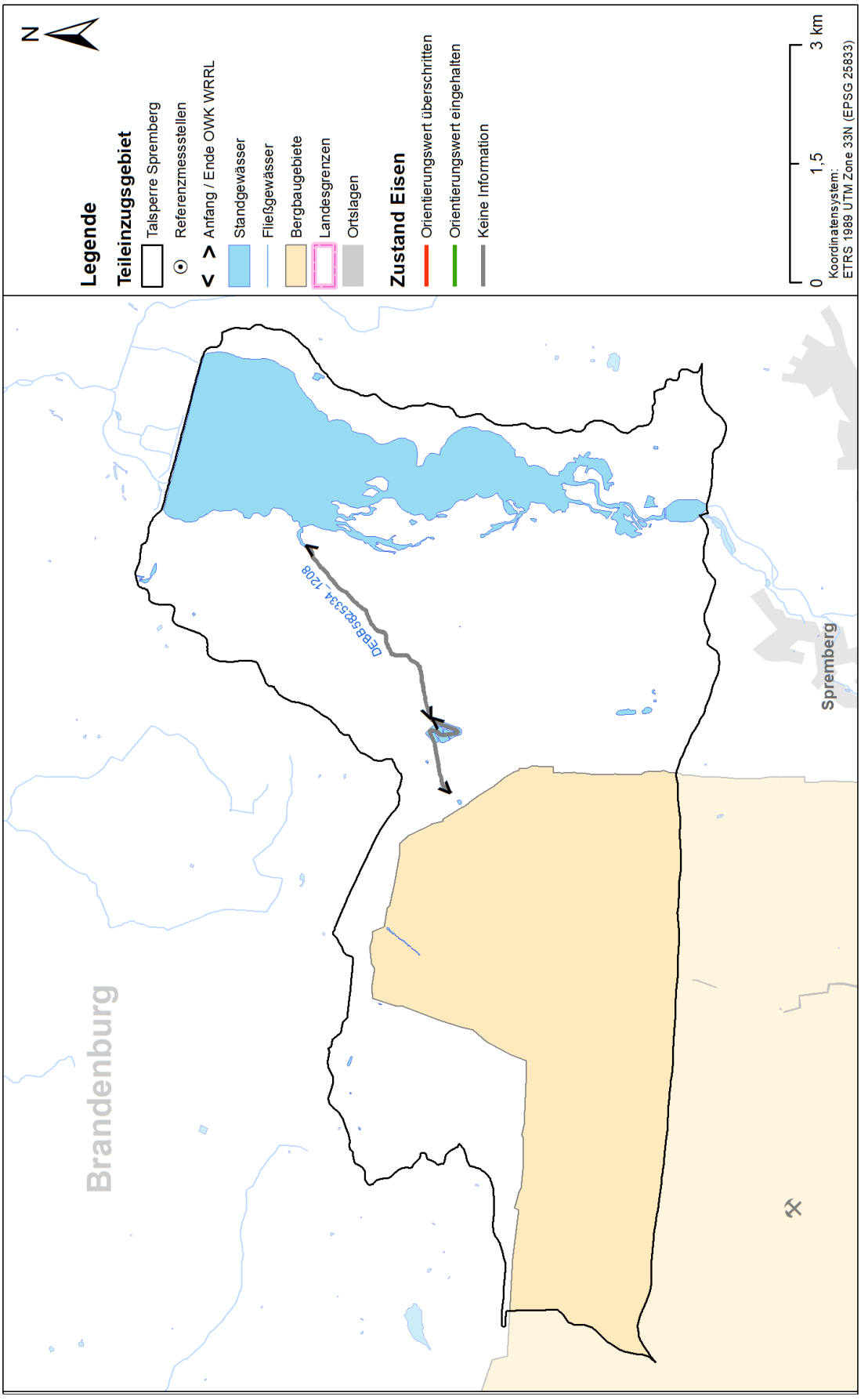


Bild 39: Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Talsperre Spremberg für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.

6.3.8 Spree 3.8

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Spree 3.8** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Spree zwischen dem Ablauf der Talsperre Spremberg und dem Eingang des Oberspreewaldes am Pegel Schmogrow und schließt weitere 21 Fließgewässer-OWK ein. Für 15 Fließgewässer-OWK wurde ein dominanter oder zu prüfender Bergbaueinfluss ermittelt. Der Gewässerzustand kann für zwei bergbaubeeinflusste Fließgewässer-OWK beschrieben werden (Bild 40 und Tabelle 83). Für 13 bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK ist die Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 83: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 3.8.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB5825386_1575	Branitz-Dissencher Hauptgraben	■	□	---	---	---
DEBB582622222_1574	Erlenfließ	□	□	---	---	---
DEBB5825352_1210	Fangegraben Bagenz	□	□	---	---	---
DEBB5825384_1217	Frauendorf-Kahrer-Haasower Landgraben	■	□	---	---	---
DEBB582622214_1213	Hauptvorfluter Bloischdorf	■	□	---	---	---
DEBB582622214_1214	Hauptvorfluter Bloischdorf	■	□	---	---	---
DEBB582622216_1572	Heidegraben Kahsel	□	□	---	---	---
DEBB58262222_1215	Jether Grenzfließ	□	□	---	---	---
DEBB5825382_1216	Koppatz-Kahrener-Haasower Landgraben	■	□	---	---	---
DEBB582622218_1573	Läskegraben	□	□	---	---	---
DEBB58253732_1807	Mühlgraben Madlow Süd	□	■	---	---	---
DEBB582_40	Spree	■	□	291	0,9	7,1
DEBB5825362_1211	Teufelsgraben Groß Döbbern	■	□	---	---	---
DEBB5825362_1212	Teufelsgraben Groß Döbbern	■	□	---	---	---
DEBB5826222_720	Tranitz	■	□	---	---	---
DEBB5826222_721	Tranitz	□	■	---	---	---
DEBB5826222_724	Tranitz	□	□	---	---	---
DEBB582536_716	Tschugagraben	■	□	---	---	---
DEBB582536_717	Tschugagraben	■	□	---	---	---
DEBB582538_718	Verlegung Tranitz	■	□	283	0,6	7,4
DEBB582538_719	Verlegung Tranitz	■	□	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in zwei Fließgewässer-OWK überschritten. Die Ursache für die erhöhte Sulfatbelastung der verlegten Tranitz ist derzeit nicht bekannt. Die erhöhte Sulfatbelastung der Spree ist auf die Einleitungen sulfatreichen Sümpfungswassers aus den GWBA Kringelsdorf, Tzschelln und Schwarze Pumpe (LE-B) sowie der Ausleitung sulfatreichen Wassers aus dem Speichersystem Lohsa II (LMBV) im oberen Einzugsgebiet der Spree zurückzuführen (vgl. Abschnitt 6.3.6). Die Passage der Talsperre Spremberg wirkt dämpfend und verzögernd auf das Sulfatsignal der Spree. Die Sulfatfracht der Spree wird durch die Talsperre Spremberg allerdings nicht beeinflusst (Tabelle 83).

Die Orientierungswerte für **Eisen** und für den **pH-Wert** werden in zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes Spree 3.8 eingehalten (Tabelle 83 und Bild 40).

Derzeitige Maßnahmen

Für das Teilgebiet Spree 3.8 sind keine relevanten technischen oder konzeptionellen Maßnahmen mit Bergbaubezug bekannt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die **verlegte Tranitz** (Fließgewässer-OWK DEBB582538_719 und DEBB582538_718) ist ein künstlich angelegtes Betongerinne zur Kappung von Hochwasserspitzen in der Tranitz und der Ableitung in die Spree. Der Oberlauf der verlegten Tranitz (DEBB582538_718) ist unter normalen Abflussbedingungen der Tranitz nicht wasserführend. Die verlegte Tranitz soll perspektivisch entweder vollständig rückgebaut oder renaturiert werden. Der Gutachter empfiehlt vor diesem Hintergrund, die Ausweisung der verlegten Tranitz als Fließgewässer-OWK DEBB582538_719 und DEBB582538_718 zu evaluieren (Anlage 2).

Der Zustand von 13 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 3.8 kann magels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 83). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1).

Die Ursachen für die erhöhte **Sulfatbelastung in der verlegten Tranitz** (DEBB582538_718, siehe Tabelle 83) sind derzeit nicht bekannt. Das Wasserdargebot aus dem oberen Einzugsgebiet der Tranitz sowie Sümpfungswassereinleitungen können nach derzeitigem Kenntnisstand als Ursachen ausgeschlossen werden. Zur Ursachenermittlung empfiehlt der Gutachter eine Untersuchung der Wasser- und Stoffbilanz im Unterlauf der verlegten Tranitz (Tabelle 84).

Die verlegte Tranitz ist ein Betongerinne, dass zur Ableitung von Hochwasserabflüssen aus dem Einzugsgebiet der Tranitz zur Spree errichtet wurde. Das Betongerinne soll perspektivisch entweder vollständig zurückgebaut oder renaturiert werden. Hierfür sind zuerst die **Zuständigkeiten** zu klären und der bzw. die **Maßnahmenträger für den Rückbau bzw. die Renaturierung der verlegten Tranitz** zu ermitteln.

Tabelle 84: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Spree 3.8.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N729	LE-B	Untersuchung der Wasser- und Stoffbilanz im Unterlauf der verlegten Tranitz zur Klärung der Ursachen für die erhöhte Sulfatbelastung	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N806	LE-B LMBV LfU LBGR	Klärung der Zuständigkeit für die Renaturierung bzw. den Rückbau der verlegten Tranitz	Zusätzlich

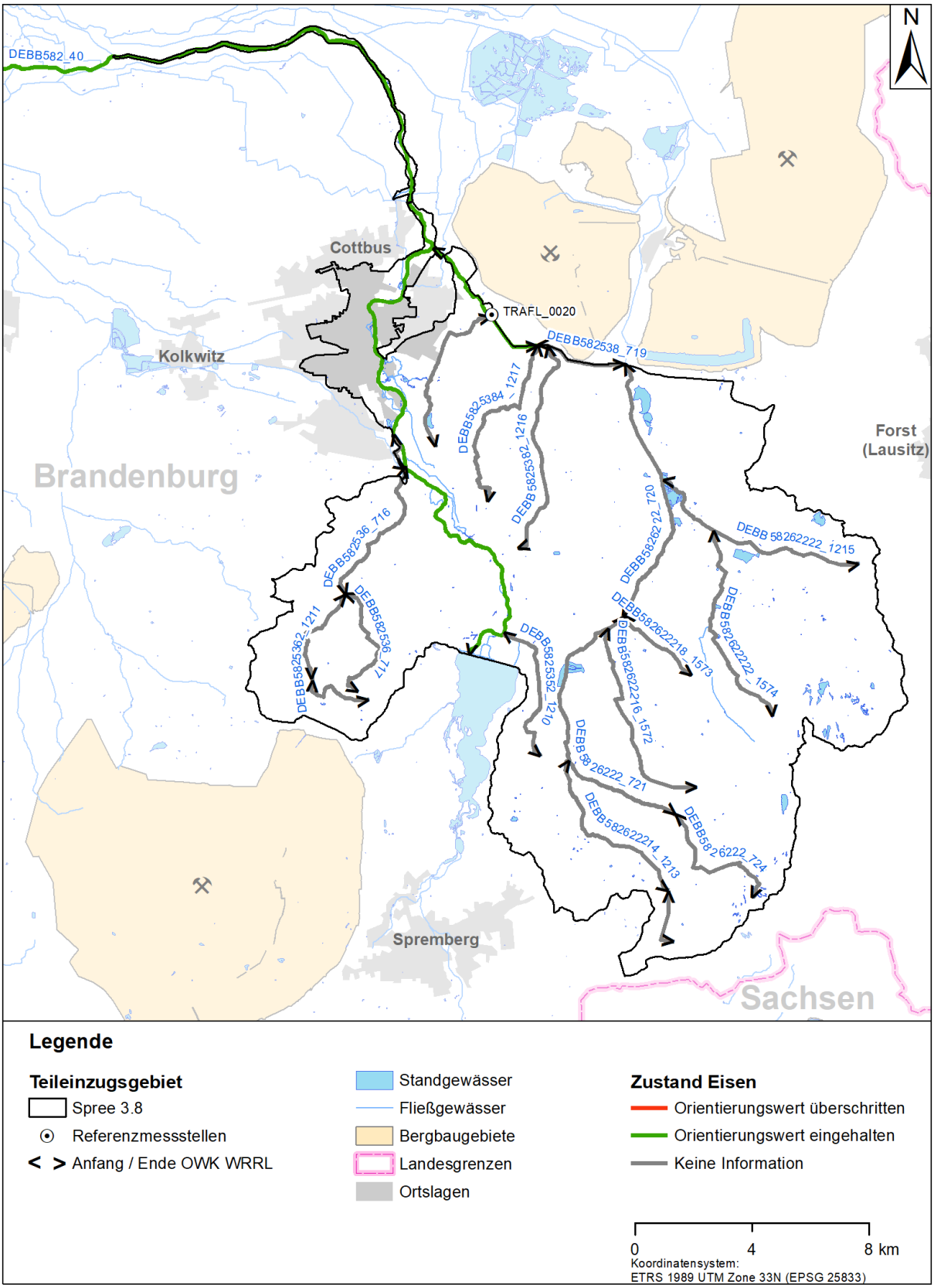


Bild 40: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 3.8 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.3.9 Malxe und Großes Fließ

Gewässerzustand

Das Teilgebiet **Malxe und Großes Fließ** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Malxe bzw. des Großen Fließes bis zum Eingang in den Oberspreewald und beinhaltet den ehemaligen Tagebau Cottbus-Nord und den Tagebau Jänschwalde. Für 15 der 17 Fließgewässer-OWK im Teilgebiet wurde ein dominanter oder zu prüfender Bergbaueinfluss ausgewiesen. Der Gewässerzustand kann für vier bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK beschrieben werden (Tabelle 85 und Bild 41). Für 11 bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK ist die Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 85: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB58262264_1602	Ableiter Kraftwerk Jänschwalde	☐	■	---	---	---
DEBB58262236_2000	Altlauf Malxe	☐	■	---	---	---
DEBB5826228224_1711	Drachhausener Abzugsgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB582622822_1683	Graben von Ottendorf	☐	■	---	---	---
DEBB58262226_1599	Grubenwasserableiter 2	■	☐	---	---	---
DEBB5826226_1247	Hammergraben	☐	■	370	0,9	7,3
DEBB5826226_1248	Hammergraben	■	☐	356	0,7	7,3
DEBB58262238_1601	Lasszinser Wiesengraben	■	☐	---	---	---
DEBB582622_745	Malxe und Großes Fließ	■	☐	313	1,4	7,3
DEBB582622_746	Malxe	■	☐	335	---	6,6
DEBB58262282_1604	Mittelgraben	☐	■	---	---	---
DEBB5826224_1246	Präsidentengraben	☐	■	---	---	---
DEBB582622362_1600	Puschelnitza Jänschwalde	■	☐	---	---	---
DEBB58262268_1603	Schwarzer Graben	☐	■	---	---	---
DEBB5826228_1249	Stutereigraben	☐	■	---	---	---
DEBB5826228226_1712	Tannenwaldkanal	☐	☐	---	---	---
DEBB5826222_1245	Tranitz	■	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in vier Fließgewässer-OWK überschritten (Tabelle 85). Die erhöhte Sulfatbelastung im Hammergraben wird auf die Überleitung von sulfatreichem Spreewasser zurückgeführt. Die erhöhte Sulfatbelastung in der Malxe ist auf die Einleitung von Sümpfungswasser aus dem Tagebau Jänschwalde (DEBB582622_746) bzw. auf die Einleitung von behandeltem Sümpfungswasser aus der GWBA Jänschwalde (DEBB582622_745) zurückzuführen.

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in drei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes Malxe und Großes Fließ eingehalten. Zur Eisenbelastung des OWK DEBB582622_746 liegen keine Daten vor (Tabelle 85 und Bild 41).

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird im Fließgewässer-OWK DEBB582622_746 unterschritten. Die geringfügige Unterschreitung wird auf die Einleitung von unbehandeltem Sümpfungswasser aus dem Tagebau Jänschwalde zurückgeführt. Das eingeleitete Sümpfungswasser wird zur GWBA Jänschwalde übergeleitet, dort behandelt und wieder in die Malxe (DEBB582622_745) abgeschlagen (Tabelle 85).

Derzeitige Maßnahmen

Der in der verbleibenden Hohlform des ehemaligen Tagebaus Cottbus-Nord entstehende **Cottbuser Ostsee** wird bei ausreichendem Wasserdargebot in der Spree von der LE-B über den Hammergraben mit Wasser aus der Spree geflutet (Tabelle 86).

Das in den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde gehobene Sümpfungswasser wird zur **GWBA Jänschwalde** geleitet, dort behandelt und in die Malxe abgeschlagen. Das Sümpfungswasser des Tagebaus Cottbus-Nord wird über die Tranitz (DEBB5826222_1245) und das Sümpfungswasser des Tagebaus Jänschwalde größtenteils über die Malxe (DEBB582622_746) zur GWBA Jänschwalde geleitet (Tabelle 86).

Zur räumlichen Beschränkung der Grundwasserabsenkungstrichter der **Tagebaue Cottbus-Nord** und **Jänschwalde** wurden von der LE-B **Dichtwände** errichtet. Die Dichtwand am Tagebau Cottbus-Nord verläuft entlang der West- und Nordwestmarkscheide des Tagebaus und begrenzt die Grundwasserabsenkung nach Westen (zur Spreeaue und zur Stadt Cottbus) und nach Norden (zu den Peitzer Teichen). Die Dichtwand an der Ostmarkscheide des Tagebaus Jänschwalde schützt die Lausitzer Neiße vor der Grundwasserabsenkung (Tabelle 86).

Tabelle 86: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … [1]			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Fremd-flutung und Nachsorge	E677	LE-B	Flutung des Cottbuser Ostsees aus der Spree/Hammergraben	Laufend	+1	+1	+1	+1
---	Wasser-behandlung in Anlagen	E659	LE-B	Behandlung von Sümpfungswässern aus den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde in der GWBA Jänschwalde	Laufend	+1	-1	+1	+1
---	Hydrau-lische Barriere	B218	LE-B	Errichtung einer Dichtwand an der Ostmarkscheide des Tagebaus Jänschwalde	Abge-schlossen	+1	0	0	0
		B219	LE-B	Errichtung einer Dichtwand an der Nordwestmarkscheide des Tagebaus Cottbus-Nord	Abge-schlossen	+1	0	0	0
---	Wasserein-leitung zur Stützung	B236	LE-B	Bereitstellung von gehobenem Grundwasser für die Bewirtschaftung der Bärenbrücker Teiche	Laufend	+1	0	0	0
		B237	LE-B	Grundwasseranreicherung Jänschwalder Laßzinswiesen	Laufend	+1	0	0	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B220 B222	LMBV	Bau eines Zuleiter- und Ableiter-grabens zur Anbindung des Gruben-teiches Jänschwalde an die Tranitz	Geplant	+1	0	0	0
		B223	LMBV	Renaturierung des Gewässerprofils der Tranitz zwischen den Tagebauen Jänschwalde und Cottbus, Abbruch von Betonelementen	Geplant	+1	0	0	0

[1] Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Zur Stützung des Wasserhaushaltes in den von der Grundwasserabsenkung der Tagebaue Cottbus-Nord und Jänschwalde betroffenen Bärenbrücker Teichen und den Laßzinswiesen leitet die LE-B **Stützungswasser** ein (Tabelle 86).

Der **Grubenteich Jänschwalde** soll perspektivisch an die Tranitz angebunden werden. Zu diesem Zweck hat die LMBV den Bau von entsprechenden Zu- und Ableitern vorgesehen (Tabelle 86).

Die **Tranitz** (DEBB5826222_1245) verläuft zwischen den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde und wird für die Überleitung von Sümpfungswässern zur GWBA Jänschwalde als sogenannter Grubenwasserableiter genutzt. Das Gewässerbett der Tranitz wurde mit Betonelementen gegen Versickerung in das Grundwasser abgedichtet. Die Tranitz soll zukünftig renaturiert und die Betonelemente sollen entfernt werden (Tabelle 86).

Die Auswirkungen der **Grundwasserabsenkung des Tagebaus Jänschwalde** auf die nördlich des Tagebaus gelegenen Seen und Teiche (z. B. der Pastlingssee) werden von der LE-B im Rahmen eines entsprechendes **Sondermonitorings** überwacht (Tabelle 87).

Die **Geochemie** des Vorfeldes sowie der Kippen in den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde wurde bzw. wird durch die LE-B erkundet. Die erfassten Daten werden in einer Geochemiedatenbank zusammengeführt und dienen beispielsweise zur Prognose der zukünftigen Beschaffenheit des Kippenwassers (Tabelle 87).

Im Rahmen berg- und wasserrechtlicher Genehmigungsverfahren wurden **Prognosen zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den künftigen Bergbaufolgeseen der Tagebaue Cottbus-Nord und Jänschwalde** erstellt (Tabelle 87).

Tabelle 87: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	E680	LE-B	Sondermonitoring im nördlichen Absenkungsbereich des Tagebaus Jänschwalde	Laufend
---	Erkundung	E765	LE-B	Geochemische Vorfeld- und Kippenerkundung im Tagebau Cottbus-Nord	Abge-schlosen
		E766	LE-B	Geochemische Vorfeld- und Kippenerkundung im Tagebau Jänschwalde	Laufend
---	Studien und Konzepte	E762	LE-B	Prognosen der Wasserbeschaffenheit in dem künftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Cottbus-Nord	Abge-schlossen
		E763	LE-B	Prognosen der Wasserbeschaffenheit in dem künftigen Bergbaufolgesee des Tagebaus Jänschwalde	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die **Malxe** (Fließgewässer-OWK DEBB582622_746) wird für die Überleitung von Sümpfungswasser aus dem Tagebau Jänschwalde zur GWBA Jänschwalde genutzt. Der Gewässerabschnitt hat eher den Charakter einer wasserwirtschaftlichen Anlage als eines natürlichen Fließgewässers. Das oberirdische Einzugsgebiet des Fließgewässer-OWK ist zudem kleiner als 10 km². Der Gewässerabschnitt der Malxe ist somit kein berichtspflichtiger Fließgewässer-OWK im Sinne der WRRL. Der Gutachter empfiehlt daher, die Ausweisung des Fließgewässer-OWK DEBB582622_746 zu evaluieren (Anlage 2).

Die **Tranitz** (Fließgewässer-OWK DEBB5826222_1245) wird ebenfalls für die Überleitung von Sümpfungswasser zur GWBA Jänschwalde genutzt. Der Gewässerabschnitt zwischen dem Verteilerwehr Kathlow und der Einmündung in die Malxe ist ein künstlich angelegtes Betongerinne. Der gesamte OWK ist hydromorphologisch hochgradig verändert und weist

daher größere Ähnlichkeit mit einer wasserwirtschaftlichen Anlage als mit einem natürlichen Fließgewässer auf. Vor diesem Hintergrund wird die Evaluierung der Einordnung der Tranitz als Fließgewässer-OWK empfohlen (Anlage 2).

Der **Grubenwasserableiter 2** (Fließgewässer-OWK DEBB58262226_1599) ist ein künstlich angelegter Betongefluder zur Ableitung von gehobenem Sümpfungswasser. Der Grubenwasserableiter 2 besitzt kein oberirdisches Einzugsgebiet und ist demnach kein berichtspflichtiger Fließgewässer-OWK im Sinne der EG-WRRL. Der Gutachter empfiehlt daher, die Ausweisung des Fließgewässer-OWK DEBB58262226_1599 zu evaluieren (Anlage 2).

Der **Ableiter Kraftwerk Jänschwalde** (Fließgewässer-OWK DEBB58262264_1602) ist ein künstlich angelegtes Gerinne zur Ableitung der Abflut des Kraftwerkes Jänschwalde zum Hammmergraben. Es handelt sich um eine betriebliche, technische Anlage des Kraftwerkes Jänschwalde. Der Ableiter besitzt kein oberirdisches Einzugsgebiet und ist somit kein berichtspflichtiger Fließgewässer-OWK im Sinne der EG-WRRL. Die Ausweisung des Fließgewässer-OWK DEBB58262264_1602 ist daher zu evaluieren (Anlage 2).

Das oberirdische Einzugsgebiet der **Puschelnitza Jänschwalde** (Fließgewässer-OWK DEBB58262234_1600) ist rund 2 km² groß. Die Puschelnitza ist demnach kein berichtspflichtiges Fließgewässer im Sinne der EG-WRRL. Die Ausweisung der Puschelnitza Jänschwalde als Fließgewässer-OWK sollte daher evaluiert werden (Anlage 2).

Der Zustand von elf bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ kann mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 83). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1). Weiterhin wird empfohlen, das untersuchte Kennwertspektrum an der repräsentativen behördlichen Messstelle der Malxe (DEBB582622_746) um den Kennwert Eisen-gesamt zu ergänzen.

Die Malxe wurde vom Tagebau Jänschwalde zwischen Forst und Heinersbrück durchschnitten. Der Oberlauf der Malxe wurde über den sogenannten Malxe-Neiße-Kanal an die Lausitzer Neiße angebunden. Im Rahmen der **Rekultivierung des Tagebaus Jänschwalde** ist die **Rückverlegung der Malxe** in den ursprüngliche Gewässerverlauf über die Tagebaukippe vorgesehen. Für den Trassenbereich der Malxe ist eine **Prognose der Wasserbeschaffenheit** des später der Malxe zufließenden Kippenwassers zu erstellen. Für den Fall einer Versauerungsdisposition und hoher Eisenkonzentrationen des Kippenwassers müssen geeignete Abwehrmaßnahmen konzipiert werden (Tabelle 88).

Die Gestaltung des nachbergbaulichen Wasserhaushaltes, insbesondere die Wiederherstellung der Lage der überregionalen Wasserscheide zwischen Neiße (Ostsee) und Elbe (Nordsee) sowie die Vermeidung örtlicher Vernässungen, erfordern eine abschnittsweise **Perforation der Dichtwand an der Ostmarkscheide des Tagebaus Jänschwalde**. Dadurch wird stärker mineralisiertes und lokal versauerungsdisponiertes Kippenwasser in die Neißeaue abströmen und sich als diffuser Stoffeintrag manifestieren. Durch eine numerische **3D-Stofftransportmodellierung im Grundwasser** sollen die Grundlagen für eine Gefährdungsabschätzung des Stoffaustrages aus der Kippe und des Stoffeintrages in die Neiße gelegt werden. Mit dem Modell soll eine zeitliche Entwicklung der Volumenströme und Stoffkonzentrationen der kippenbürtigen Einträge in die Neiße aufgezeigt werden (Tabelle 88).

Der Tagebau Jänschwalde bildet vor allem nach Westen und nach Norden einen Grundwasserabsenkungstrichter aus. Zur Begrenzung der nachteiligen Auswirkungen der Grundwasserabsenkung auf das grundwasserabhängige **Landökosystem Laßzinswiesen** wird Wasser in Gräben und Schluckbrunnen versickert. Das versickerte Wasser strömt in Richtung des Tagebaus ab. Im nachbergbaulichen Zustand erhalten die Laßzinswiesen

wieder Grundwasseranschluss und es kommt zu einer Umkehr der Grundwasserfließrichtung. Zu einem gegebenen Zeitpunkt wird das stärker mineralisierte und lokal versauerungsdisponierte Kippenwasser des Tagebaus Jänschwalde die Laßzinswiesen erreichen. Mit einem numerischen **3D-Stofftransportmodell** soll die zeitliche Entwicklung der kippenbürtigen Stoffeinträge in die Laßzinswiesen aufgezeigt werden (Tabelle 88).

Tabelle 88: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Malxe und Großes Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	N772	LE-B	Studie zur Wasserbeschaffenheit der rückverlegten Malxe (Kippe Tagebau Jänschwalde)	Zusätzlich
---	Modellie-rung	N780	LE-B	Reaktive 3D-Stofftransportmodellierung des künftigen Grundwasserabstroms aus der Kippe des Tagebaus Jänschwalde zur Neiße beim Schlitzen der Dichtwand	Zusätzlich
		N781	LE-B	Reaktive 3D-Stofftransportmodellierung des künftigen Grundwasserabstroms aus der Kippe des Tagebaus Jänschwalde zu den Laßzinswiesen	Zusätzlich

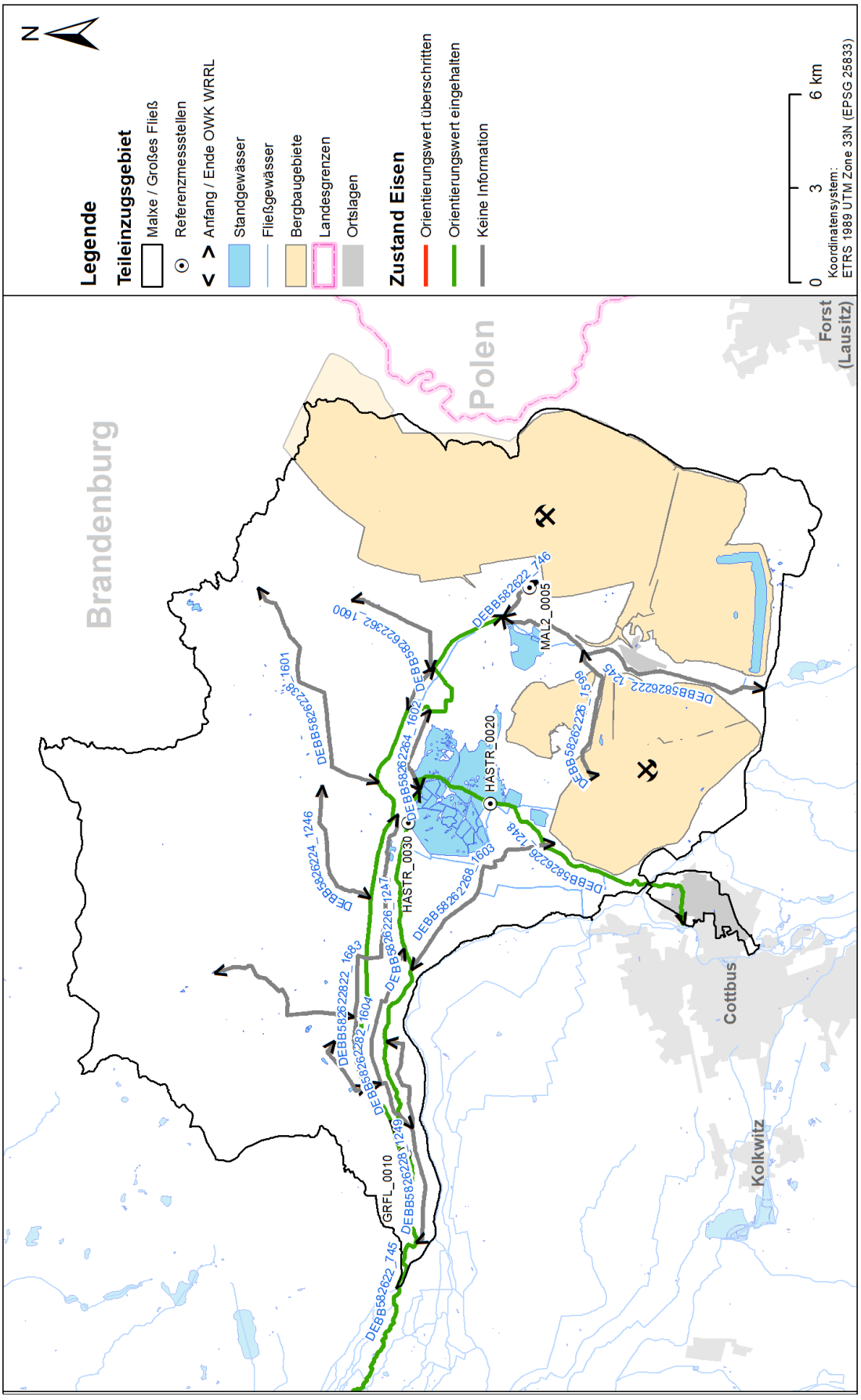


Bild 41: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree Malxe/Großes Fließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.3.10 Greifenhainer Fließ

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Greifenhainer Fließ** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Greifenhainer Fließes bis zur Mündung in den Südumfluter mit den Bergbaufolgeseen Gräbendorfer See und Altdöberner See. Für alle 21 Fließgewässer-OWK des Teilgebietes wurde ein dominanter oder zu prüfender Bergbaueinfluss ausgewiesen. Der Gewässerzustand kann für 13 Fließgewässer-OWK im Teilgebiet beschrieben werden (Tabelle 89 und Bild 42). Für acht Fließgewässer-OWK ist die Beschreibung des Gewässerzustandes mangels belastbarer Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 89: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB5825428_1226	Brahmower Landgraben	☐	■	146	---	7,1
DEBB5825428_1227	Brahmower Landgraben	☐	■	---	---	---
DEBB5825422_1222	Buchholzer Fließ	■	☐	712	106,8	4,0
DEBB582542242_1677	Cunersdorfer Fließ	■	☐	---	---	---
DEBB5825426_1225	Eichower Fließ	■	☐	1.108	73,3	6,7
DEBB5825424642_1710	Graben 120 G	■	☐	---	---	---
DEBB582542_725	Greifenhainer Fließ	■	☐	379	3,3	7,0
DEBB582542_726	Greifenhainer Fließ	■	☐	523	27,6	5,8
DEBB582542_728	Greifenhainer Fließ	■	☐	561	0,5	7,3
DEBB58254284_1586	Gulbener Landgraben	☐	■	---	---	---
DEBB58254284_1587	Gulbener Landgraben	☐	■	---	---	---
DEBB58254246_1583	Koselmühlenfließ	■	☐	471	2,8	7,2
DEBB582542466_1680	Leuthener Hauptgraben	■	☐	---	---	---
DEBB58254244_1582	Moorgraben Ströbitz	☐	☐	---	---	---
DEBB58254224_1579	Neues Buchholzer Fließ	■	☐	715	0,1	6,6
DEBB5825424_1223	Priorgraben	☐	■	375	1,8	7,2
DEBB5825424_1224	Priorgraben	☐	■	351	0,7	7,5
DEBB582542462_1678	Radensdorfer Fließ	■	☐	571	1,2	7,4
DEBB582542464_1679	Steinitzer Wasser	■	☐	348	3,0	7,1
DEBB58254272_1584	Ströbitzer Landgraben	☐	■	---	---	---
DEBB58254272_1585	Ströbitzer Landgraben	☐	■	261	1,5	7,0

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in 13 Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten (Tabelle 89). Die erhöhte Sulfatbelastung der Fließe im Teilgebiet sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Dies sind die Einleitung von sulfatreichem Stützungswasser aus der GWRA Rainitza (LMBV) in das Greifenhainer Fließ und in das Neue Buchholzer Fließ bzw. aus der GWBA „Am Weinberg“ (LE-B) in das Steinitzer Wasser und in das Radensdorfer Fließ, die Ausleitung von sulfatreichem Wasser aus dem Gräbendorfer See (im Mittellauf des Greifenhainer Fließes), dem Zutritt sulfatreichen Grundwassers (im Buchholzer Fließ, Eichower Fließ, Koselmühlenfließ, Ströbitzer Landgraben und Brahmower Landgraben), der Überleitung von sulfatreichem Wasser aus der Spree (in den Priorgraben) sowie der Überlagerung der vorgenannten Einflüsse im Unterlauf des Greifenhainer Fließes.

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in sechs Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten (Tabelle 89 und Bild 42). Die erhöhten Eisenbelastungen sind auf die Zutritte eisenreichen Grundwassers bzw. die Zuflüsse aus Niedermooren (z. B. Luchwiesen, Niedermoor bei Briesen, Illmersdorfer Niedermoor und Niedermoor bei Siewisch) zurückzuführen. Das eisenreiche Grundwasser tritt den Fließen entweder diffus oder punktuell über kleine Entwässerungsgräben (z. B. Laubster Fließ und Illmersdorfer Graben) zu.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden nur in zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes unterschritten (Tabelle 89). Die deutliche Unterschreitung im Buchholzer Fließ ist auf den diffusen Zutritt versauerungsdisponierten Grundwassers im Zwickelbereich zwischen dem Greifenhainer Fließ und dem Buchholzer Fließ unterhalb des Gräbendorfer Sees zurückzuführen. Der niedrige pH-Wert im Mittellauf des Greifenhainer Fließes wird durch die Oxidation des aus dem Grundwasser eingetragenen zweiwertigen Eisens verursacht.

Derzeitige Maßnahmen

Zur Minderung der Eisenbelastung des Eichower Fließes vor Einmündung in das Greifenhainer Fließ wurde die ehemalige Fischteichanlage des Kraftwerkes Vetschau von der LMBV zur **WBA Eichow** umgebaut und 2014 in Betrieb genommen. Das eisenreiche Wasser des Eichower Fließes kann in die WBA übergleitet werden. In den Becken der Anlage oxidiert und sedimentiert das Eisen. Derzeit ist eine Optimierung des Anlagenbetriebes geplant, um die Eisenabreichung in der Anlage weiter zu erhöhen. Der Anlagenbetrieb wird im Rahmen eines gesonderten **Anlagenmonitoring**s überwacht (Tabelle 90 und Bild 43).

Ein Hotspot der Eisenbelastung im Teilgebiet ist der Zwickelbereich zwischen dem Greifenhainer Fließ und dem Buchholzer Fließ unterhalb des Gräbendorfer Sees. Zur Minderung der Eisenbelastung in diesem Bereich ist entsprechend dem Konzept zur Quellenbehandlung die Fassung des eisenreichen Grundwassers, dessen Überleitung zur ehemaligen **GWRA Wüstenhain** und die dortige Wasserbehandlung geplant (Tabelle 90 und Bild 43).

Der **Heideteich** am Oberlauf des Greifenhainer Fließes wird zur naturräumlichen Behandlung eisenreichen Wassers aus dem Neuen Vetschauer Fließ (vgl. Abschnitt 6.3.11) genutzt. Dabei wird ein Teilstrom aus dem Neuen Vetschauer Fließ in den Heideteich geleitet, wo das Eisen oxidiert und sedimentiert. Das eisenarme Wasser wird dann aus dem Heideteich in den Oberlauf des Greifenhainer Fließes abgeschlagen (Tabelle 90 und Bild 43).

Im Bereich der Ortslage Altdöbern soll durch die Errichtung des sogenannten **Südgraben Altdöbern** eine flächenhafte Grundwasserabsenkung erreicht werden. Das Dränagewasser wird in das Chransdorfer Fließ übergeleitet. Für den sich bildenden Eisenhydroxidschlamm wurde ein Absetzbecken (Retentionsfläche) mit einer Wasserfläche von ca. 2.700 m² errichtet (Tabelle 90 und Bild 43).

Der Eiseneintrag aus dem Niedermoor in Briesen führt zu einer erhöhten Eisenbelastung im **Briesener Wiesengraben** (Laasower Fließ) und nachfolgend im Greifenhainer Fließ. Zur Verminderung des Eiseneintrages in das Greifenhainer Fließ hat die LMBV geplant, das Wasser des Laasower Fließes in das Eichower Fließ überzuleiten und in der **WBA Eichow** mit zubehandeln (Tabelle 90 und Bild 43).

Aus dem am Oberlauf des Greifenhainer Fließes gelegenen **Salzteich** wird zur Sicherung der Mindestwasserführung im Neuen Vetschauer Fließ (vgl. Abschnitt 6.3.11) Wasser in das Einzugsgebiet des Vetschauer Mühlenfließes übergeleitet (Tabelle 90 und Bild 43).

Zur Sicherung der Mindestwasserführung im Greifenhainer Fließ wird von der LMBV **Stützungswasser** aus der GWRA Rainitza eingeleitet. Die LE-B leitet zur Stützung des

Wasserhaushaltes in die von der Grundwasserabsenkung des Tagebaus Welzow-Süd betroffenen Fließe (Steinitzer Wasser, Koselmühlenfließ, Radensdorfer Fließ) und Standgewässer (Tschuggerteich) Wasser aus der GWBA „Am Weinberg“ ein (Tabelle 90 und Bild 43).

Zur Sicherstellung der Wasserführung sowie zur Verbesserung des natürlichen Eisenrückhaltes ist für das Greifenhainer Fließ und das Eichower Fließ eine **periodische Beräumung** der in den Gerinnen abgelagerten **eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimente** und die Herstellung geeigneter Gewässerprofile vorgesehen (Tabelle 90).

Die LMBV hat im Rahmen der Fließgewässersanierung die **Renaturierung** des Eichower Fließes und des Buchholzer Fließes sowie verschiedener kleinerer Fließe im Einzugsgebiet geplant. Weiterhin ist ein Ausbau der Gewässersohle im Greifenhainer Fließ vorgesehen (Tabelle 90).

Im Rahmen der Sanierungsarbeiten zum Tagebau Welzow-Süd stellt die LE-B das unterirdische Einzugsgebiet der **Steinitzer Quelle** wieder her. Weiterhin ist die **Wiederherstellung** des überbaggerten Oberlaufs des Koselmühlenfließes, auch als Petershainer Fließ bezeichnet, vorgesehen (Tabelle 90 und Bild 43).

Tabelle 90: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maßnahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
WBA Eichow	Wasserbehandlung in Anlagen	B106	LMBV	Umbau einer ehem. Fischteichanlage zu einer temporären WBA Eichow zur Behandlung von eisenbelastetem Wasser	Abgeschlossen	0	0	0	0
		E664	LMBV	Betrieb einer temporären WBA Eichow zur Behandlung von eisenbelastetem Wasser	Laufend	0	0	+1	+1
		E665	LMBV	Verfahrensoptimierung in der WBA Eichow: Wasserführung, Bedarfskalkung und Filtration	Geplant	0	0	+1	+1
	Landschafts- und Wasserbau	E579	LMBV	Ertüchtigung der temporären WBA Eichow zur Behandlung von eisenbelastetem Wasser: Dammsicherung	Im Bau	0	0	+1	+1
	Monitoring	E584	LMBV	Anlagenmonitoring WBA Eichow	Laufend	0	0	0	0
Reaktivierung der GWRA Wüstenhain	Wasserfassung	E744	LMBV	Fassung des eisenreichen Grundwassers im Zwickelbereich zwischen dem Greifenhainer Fließ und dem Neuen Buchholzer Fließ	Geplant	-1	0	+1	+1
	Wasserüberleitung	E745	LMBV	Überleitung des gefassten Grundwassers zur ehem. GWRA Wüstenhain	Geplant	0	0	0	0
	Wasserbehandlung in Anlagen	B105	LMBV	Reaktivierung der ehem. GWRA Wüstenhain zur Behandlung des im Zwickel GhF/NBF gefassten eisenreichen Grundwassers	Geplant	+1	0	+1	+1

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	E589	LMBV	Eisenrückhalt im Heideteich aus einem Teilstrom des Neuen Vetschauer Fließes (Abschlag in das Greifenhainer Fließ)	Laufend	+1	0	+1	0
		E740	LMBV	Absetzbecken Südgraben Altdöbern	Laufend	0	0	+1	0
---	Wasser-überleitung	B108	LMBV	Wasserüberleitung aus dem Briesener Wiesengraben (Laasower Fließ) in das Eichower Fließ zur Mitbehandlung in einer WBA	Geplant	+1	0	+1	+1
		B110	LMBV	Sicherung der Mindestwasserführung im Neuen Vetschauer Fließ durch Abschlag aus dem Salzteich	Laufend	+1	0	+1	+1
---	Wasserein-leitung zur Stützung	B109	LMBV	Sicherung der Mindestwasserführung im Greifenhainer Fließ	Laufend	+1	+1	+1	+1
---	Wasserein-leitung zur Stützung	B111 B112 B113 B114 B115 B116 B117 B118 B119 B120 B121 B122 B551	LE-B	Einleitung von Stützungswasser aus der GWBA „Am Weinberg“ in von der Grundwasserabsenkung des Tage-baus Welzow-Süd betroffene Fließe, Feuchtgebiete und Teiche im Einzugsgebiet des Koselmühlen-fließes	Laufend	+1	-1	+1	+1
---	Gewässer-unterhaltung	B065	LMBV	Periodische Entschlammung des Greifenhainer Fließes, Sediment-beräumung und Herstellung eines geeigneten Gewässerprofils	Laufend	+1	0	+1	0
		B066	LMBV	Periodische Entschlammung des Eichower Fließes, Sediment-beräumung und Herstellung eines geeigneten Gewässerprofils	Laufend	+1	0	+1	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B072 B073 B074	LMBV	Renaturierung und Anpassung des Abflussprofils im Buchholzer Fließ	Geplant	+1	0	0	0
		B082	LMBV	Renaturierung, Wiederherstellung des Grabenprofils im Eichower Fließ	Geplant	+1	0	0	0
		B080	LMBV	Sohlausbau im Greifenhainer Fließ	Geplant	+1	0	0	0
		B070 B071 B077 B078 B079 B081 B083 B084 B085	LMBV	Renaturierung und Wiederherstellung des Grabenprofils in verschiedenen kleineren Fließen im Einzugsgebiet des Greifenhainer Fließes	Geplant	+1	0	0	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B086	LE-B	Wiederherstellung des unterirdischen Einzugsgebietes der Steinitzer Quelle	Im Bau	+1	0	0	0
		B087	LE-B	Wiederherstellung des Petershainer Fließes (Oberlauf Koselmühlenfließ)	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Die Auswirkungen des Grundwasserabsenkungstrichters des Tagebaus Welzow-Süd auf die Fließgewässer und das Grundwasser im **Drebkauer Becken** werden von der LE-B im Rahmen eines **Sondermonitorings** überwacht (Tabelle 91).

Zur Aufklärung der hydrogeologischen Verhältnisse sowie der Eisenbelastung des Grundwassers in der **Wüstenhainer Rinne** und im **Südpolder des Spreewaldes** hat die LMBV **Erkundungsprogramme** durchgeführt (Tabelle 91).

Nach Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs im Tagebau Welzow-Süd wird Kippenwasser nach Norden in die gewachsenen Grundwasserleiter in Richtung der Trinkwasserfassung Harnischdorf bei Cottbus abströmen. Die LE-B hat mit einer **3D-Stofftransportmodellierung** untersuchen lassen, ob die Nutzung der Trinkwasserfassung langfristig durch das abströmende Kippenwasser beeinträchtigt wird (Tabelle 91).

Die Möglichkeiten zur Fassung, zur Ableitung und zur Behandlung des eisenbelasteten **Grundwassers in der Wüstenhainer Rinne** sollen im Rahmen von Studien untersucht werden (Tabelle 91).

Tabelle 91: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	E575	LE-B	Monitoring der Wasserbeschaffenheit und des Durchflusses in den Fließgewässern im Drebkauer Becken / Einzugsgebiet Koselmühlenfließ	Laufend
		E576	LE-B	Monitoring der Grundwasserbeschaffenheit und des Grundwasserstandes im Drebkauer Becken / Einzugsgebiet Koselmühlenfließ	Laufend
---	Erkundung	B061	LMBV	Hydrochemische Erkundung der Wüstenhainer Rinne	Abge-schlossen
		E793	LMBV	Hydrochemische Erkundung des Südpolders Spreewald	Abge-schlossen
---	Modellie-rung	E708	LE-B	3D-Modellierung des Stoffaustrages auf dem Grundwasserpfad aus der Kippe des Tagebaus Welzow-Süd	Abge-schlossen
---	Studien und Konzepte	B100	LMBV	Studien zu Möglichkeiten der Fassung, Ableitung und Behandlung des eisenbelasteten Grundwassers in der Wüstenhainer Rinne	Geplant

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Das **Koselmühlenfließ** beginnt mit dem Zusammenfluß von Petershainer Fließ und Radensdorfer Fließ. Der Fließgewässer-OWK des Koselmühlenfließes (DEBB58254246_1583) vereinnahmt allerdings den vollständigen Lauf des Petershainer Fließes und verläuft bis in den Tagebau Welzow Süd. Der Abgrenzung des Fließgewässer-OWK entspricht somit nicht den tatsächlichen Verhältnissen und sollte daher evaluiert werden (Anlage 2).

Der Zustand von sieben bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ kann mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 89). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung von repräsentativen Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1). Weiterhin wird empfohlen, das untersuchte Kennwertspektrum an der repräsentativen Messstelle des Brahmower Landgrabens (DEBB5825428_1226) um den Kennwert Eisen-gesamt zu erweitern (Tabelle 89).

Das eisenreiche Grundwasser im Bereich des **Laubster Fließes** ist ein Hotspot der Eisenbelastung für das Steinitzer Wasser (DEBB582542464_1679) im Teilgebiet Greifenhainer Fließ. Der Gutachter empfiehlt die Planung einer **naturräumlichen oder hybriden Wasserbehandlungsanlage** zur Behandlung dieses Hotspots. Als Alternative bietet sich der Test einer **RAPS-Anlage** im Rahmen eines Pilot- und Demovorhabens an (Tabelle 92).

Nach den aktuellen Planungen der LMBV soll die GWRA Rainitza perspektivisch außer Betrieb gehen. Damit entfallen die derzeit aus der Anlage gespeisten Stützungswassereinleitungen. Um die Stützung des Gebietswasserhaushaltes im Greifenhainer Fließ und Neuen Vetschauer Fließ langfristig sicherzustellen, schlägt der Gutachter als Alternative bzw. als Ersatz der GWRA Rainitza eine direkte **Wasserüberleitung aus dem Sedlitzer See** vor (Tabelle 92). Mit der geplanten Inlake-Wasserbehandlung aller Seen der Erweiterten Restlochkette ist eine anlagengebundene Wasserbehandlung künftig nicht mehr erforderlich.

Tabelle 92: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maßnahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	N581	LE-B	Planung einer naturräumlichen oder hybriden Wasserbehandlungs-anlagen zur Hotspotbehandlung des Laubster Fließes	Zusätzlich	0	0	+1	+1
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	N582	LE-B	Test einer RAPS-Anlage zur Behandlung des Hotspots am Laubster Fließ	Zusätzlich	0	0	+1	+1
---	Wasser-überleitung	N583	LMBV	Wasserüberleitung aus dem Sedlitzer See zur Stützung des Gebietswasserhaushaltes im Greifenhainer Fließ und Neuen Vetschauer Fließ	Zusätzlich	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Tabelle 93: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maßnahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N568	LMBV	Grundwassererkundung Wiederanstiegsgebiet Greifenhain/Gräbendorf	Zusätzlich
		N794	LMBV	Vertiefende hydrochemische Erkundung der Wüstenhainer Rinne	Zusätzlich
		N795	LMBV	Vertiefende hydrochemische Erkundung des Südpolders Spreewald	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N569	LMBV	Möglichkeiten der naturräumlichen Wasserbehandlung neu entstehender Quellen und Fließgewässer	Zusätzlich
		N570	LMBV	Versauerungsgefahr des Gräbendorfer Sees (RL Gräbendorf) durch Grundwasserwiederanstieg	Zusätzlich
		N571	LMBV	Prognose Dargebot und Wasserbeschaffenheit im Südgraben Altdöbern einschließlich einer Konzeption zur Wasserbehandlung	Zusätzlich
		N580	LMBV	Vertiefung der Untersuchungen einer naturräumlichen WBA zur Quellenbehandlung im Oberlauf des Eichower Fließes	Zusätzlich
		N752	LMBV	Wasserhaushalt im Sanierungsgebiet Greifenhain/Gräbendorf	Zusätzlich
		N753	LMBV	Alternativenprüfung zur Sicherung der Mindestwasserführung im Greifenhainer Fließ	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N572	LE-B	Prognose der Grundwasserbeschaffenheit im künstlich geschütteten Einzugsgebiet der Steinitzer Quelle	Zusätzlich

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
		N573	LE-B	Prognose der Grundwasserbeschaffenheit im Quellgebiet des Petershainer Fließes (Oberlauf Koselmühlenfließ)	Zusätzlich

Zur Verdichtung des Kenntnisstandes wird die **Erkundung** der hydrogeologischen Verhältnisse und der Grundwasserbeschaffenheit im **Wiederanstiegsbereich zwischen dem Bergbaufolgeseen Altdöberner See und Gräbendorfer See** vorgeschlagen. Weiterhin wird die Fortführung der hydrochemischen Erkundung der **Wüstenhainer Rinne** und des **Südpolders des Spreewaldes** empfohlen (Tabelle 93).

Im oberen Einzugsgebiet des Greifenhainer Fließes ist der Grundwasserwiederanstieg noch nicht abgeschlossen. Der Altdöberner See (RL Greifenhain) hat seinen Endwasserstand noch nicht erreicht. Im Zuge des weiteren Grundwasseranstiegs ist ggf. mit der Entstehung lokaler Quellen und mit weiteren Hotspots der Eisen- und Sulfatbelastung zu rechnen. Um diese Belastungen von den Fließgewässern fernzuhalten, sind Möglichkeiten der **naturräumlichen Wasserbehandlung** neu entstehender Quellen und Fließgewässer zu untersuchen (Tabelle 93).

Der Gräbendorfer See (RL Gräbendorf) wird hauptsächlich aus Richtung der Kippe des ehemaligen Tagebaus Greifenhain von bergbaulich belastetem Grundwasser angeströmt (siehe Bild 42). Der Grundwasserzustrom zum Gräbendorfer See wird sich im Zuge des weiteren Grundwasseranstiegs im Bereich zwischen dem Berg¬baufolgeseen Altdöberner See und Gräbendorfer See noch erhöhen. Es ist zu prüfen, ob durch den erhöhten Zustrom bergbaulich belasteten Grundwasser zukünftig ein **Versauerungsgefahr für den Gräbendorfer See** besteht (Tabelle 93).

Damit rechtzeitig Vorsorge gegen die Entstehung eines neuen Hotspots der Eisenbelastung und ggf. auch der Versauerung im Oberlauf des Greifenhainer Fließes und des Neuen Vetschauer Fließes getroffen werden kann, müssen das Wasserdargebot und die Wasserbeschaffenheit des **Südgrabens Altdöbern** örtlich erkundet und zielsicher prognostiziert werden (Tabelle 93).

Das eisenreiche Wasser des Eichower Fließes wird derzeit in der WBA Eichow behandelt. Durch die Wasserbehandlung wird allerdings nur der Unterlauf des Eichower Fließes in einen guten Zustand versetzt, der Oberlauf weist dageben weiterhin eine sehr hohe Eisenbelastung auf. Um perspektivisch den gesamten Fließgewässer-OWK Eichower Fließ in einen guten Zustand zu versetzen, wird die Vertiefung der Untersuchungen zu einer naturräumlichen WBA zur **Quellenbehandlung im Oberlauf des Eichower Fließes** vorgeschlagen (Tabelle 93). Die bisherigen Untersuchungen dazu waren konzeptionell nicht ergiebig.

Durch den Braunkohlenbergbau wurde der **Wasserhaushalt im Sanierungsgebiet Gräbendorf/Greifenhain** irreversibel verändert. Der Greifenhainer See hinterlässt im oberen Einzugsgebiet eine dauerhafte Grundwasserabsenkung, wodurch die Quelle versiegt und der Oberlauf des Greifenhainer Fließes trockenfällt. Das Wasserdefizit wurde bisher durch die Einleitung von Sümpfungswasser aus der GWRA Rainitza komfortabel ausgeglichen. Mit dem Wegfall der Notwendigkeit des Betriebs der GWRA Rainitza sieht die LMBV den Rückbau derselben vor. Ein Ersatz für die Wasserversorgung der Fließgewässer am Nordhang des Lausitzer Grenzwalls steht derzeit nicht in Aussicht. In einer Studie sollen die Möglichkeiten einer dauerhaften Wasserbereitstellung für die Fließgewässer im Nordraum unter besonderer Berücksichtigung der Nachhaltigkeit untersucht werden. In diesem

Zusammenhang sind verschieden **Alternativen zur Sicherung der Mindestwasserführung im Greifenhainer Fließ** zu prüfen (Tabelle 93).

Die LE-B stellt derzeit im Rahmen von Sanierungsarbeiten das unterirdische Einzugsgebiet der Steinitzer Quelle wieder her. Weiterhin ist die Wiederherstellung des Oberlaufs des Koselmühlenfließes geplant (vgl. Tabelle 90). Der Gutachter empfiehlt die Erstellung von **Prognosen zur Grundwasserbeschaffenheit** in den neu geschaffenen Quellgebieten (Tabelle 93).

Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele

Das eisenreiche Wasser des Eichower Fließes (DEBB5825426_1225) wird derzeit in der WBA Eichow als sogenannte End-of-Pipe-Lösung behandelt. Damit werden der Eiseneintrag in das Greifenhainer Fließ substanziell verringert und hier die Zielerreichung gesichert. Zur Zielerreichung im Eichower Fließ trägt die WBA Eichow nicht bei (siehe Tabelle 89). Der Zustand des Eichower Fließes selbst lässt sich nur durch Maßnahmen der Quellenbehandlung im oberen Einzugsgebiet verbessern. Dazu bestehen bestenfalls erste konzeptionelle Überlegungen (siehe Tabelle 93). Eine fristgerechte Umsetzung der Quellenbehandlung und die fristgerechte Zielerreichung bis 2027 werden als unwahrscheinlich eingeschätzt. Für den Fließgewässer-OWK Eichower Fließ wird daher eine Änderung der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 94 und Anlage 3 empfohlen.

Tabelle 94: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

OWK ID	Bezeichnung	Empfehlung
DEBB5825426_1225	Eichower Fließ	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus Oder: Weniger strenge Bewirtschaftungsziele

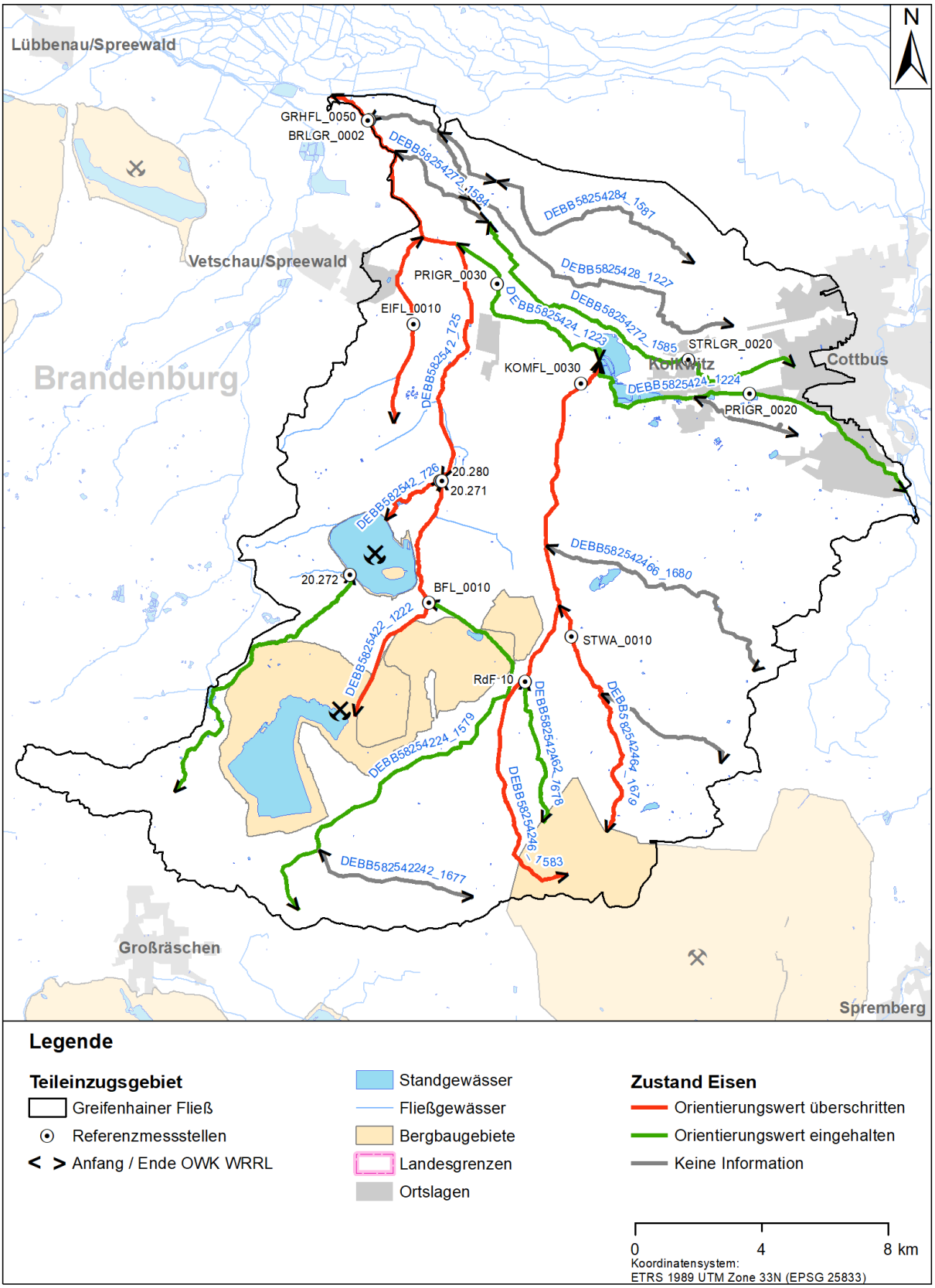


Bild 42: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Greifenhainer Fließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.

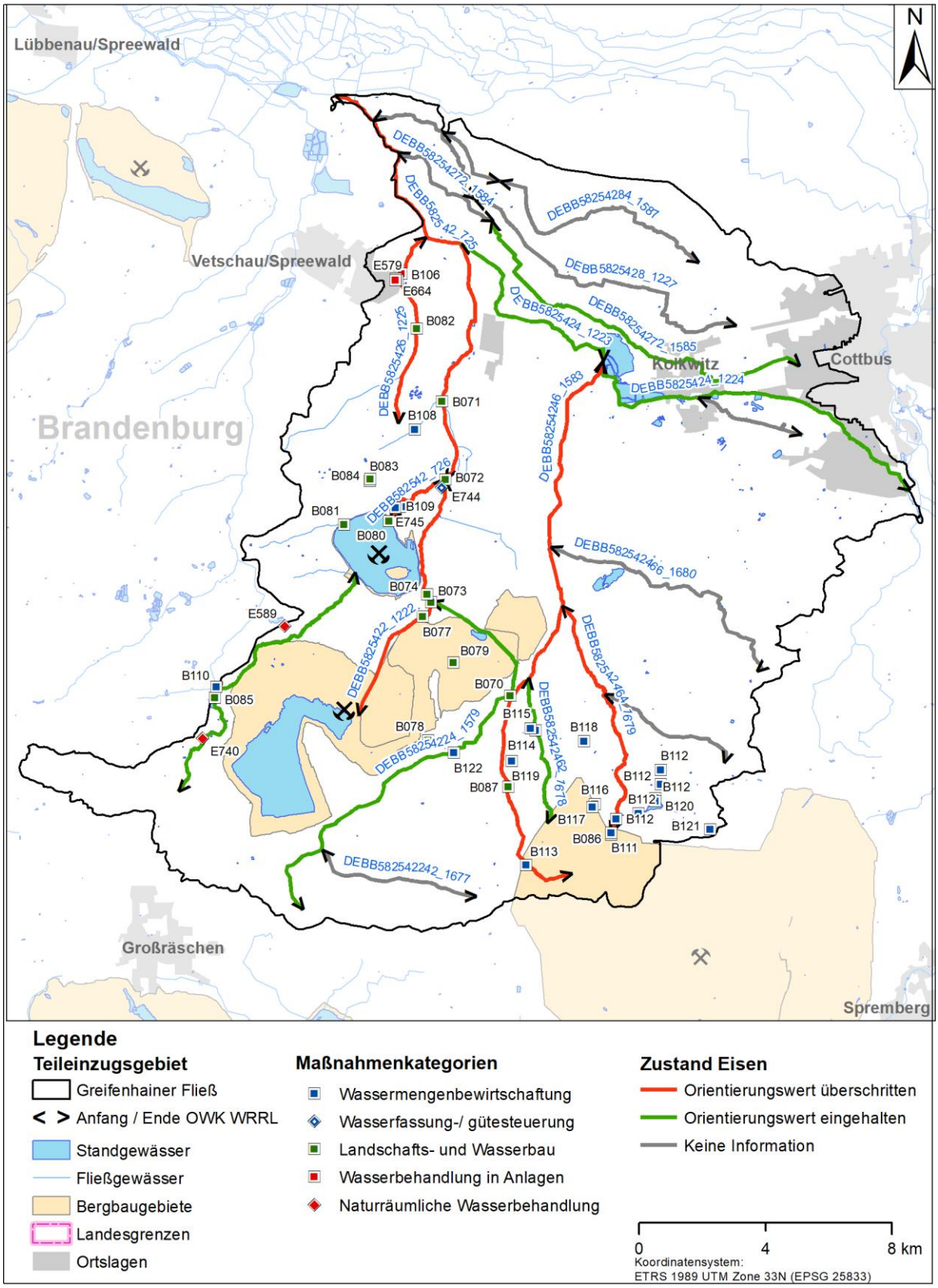


Bild 43: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Greifenhainer Fließ.

6.3.11 Vetschauer Mühlenfließ

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Vetschauer Mühlenfließes und beinhaltet vier Fließgewässer-OWK mit dominantem Bergbaueinfluss (Tabelle 95, Bild 44).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in allen Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten. Die erhöhte Sulfatbelastung wird auf die Einleitung sulfatreichen Stützungswassers im oberen Einzugsgebiet, die Zuflüsse aus Niedermooren sowie die Zutritte sulfatreichen Grundwassers zurückgeführt (Tabelle 95).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in drei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten. Die erhöhte Eisenbelastung wird durch die Zuflüsse aus Niedermooren und die Zutritte von bergbaulich beeinflusstem, eisenreichem Grundwasser verursacht (Tabelle 95, Bild 44). Durch den Eisenrückhalt in der (GWRA) WBA Vetschau wird die Eisenbelastung des Vetschauer Mühlenfließes deutlich verringert, so dass der Orientierungswert im Unterlauf des Vetschauer Mühlenfließes (DEBB582546_731) eingehalten wird.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in allen OWK des Teilgebietes eingehalten (Tabelle 95).

Tabelle 95: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB58254616_1588	Neues Vetschauer Fließ	■	☐	583	3,0	7,0
DEBB5825466_1228	Neues Vetschauer Mühlenfließ	■	☐	461	5,7	6,6
DEBB582546_732	Vetschauer Mühlenfließ	■	☐	536	6,6	6,7
DEBB582546_731	Vetschauer Mühlenfließ	■	☐	481	1,7	7,1

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Derzeitige Maßnahmen

Zur Minderung der Eisenbelastung des Verschauer Mühlenfließes vor der Einmündung in den Südumfluter hat die LMBV im Jahr 2013 die ehemalige Grubenwasserreinigungssanlage (GWRA) Vetschau in eine Wasserbehandlungsanlage (WBA) umfunktioniert und in Betrieb genommen. In der **WBA Vetschau** wird der gesamte Volumenstrom des Vetschauer Mühlenfließes und des Neuen Vetschauer Mühlenfließes behandelt. Durch den Betrieb der Anlage konnte die Eisenbelastung im Unterlauf des Vetschauer Mühlenfließes (DEBB582546_731) soweit verringert werden, dass der Orientierungswert für Eisen eingehalten wird (vgl. Tabelle 95). Der Anlagenbetrieb wird mit einem gesonderten Monitoring überwacht (Tabelle 96).

Der **Heideteich** am Oberlauf des Greifenhainer Fließes (vgl. Abschnitt 6.3.10) wird zur naturräumlichen Behandlung eisenreichen Wassers aus dem Neuen Vetschauer Fließ genutzt. Dabei wird ein Teilstrom aus dem Neuen Vetschauer Fließ in den Heideteich geleitet, wo das Eisen oxidiert und sedimentiert. Das eisenarme Wasser wird dann in den Oberlauf des Greifenhainer Fließes abgeschlagen (Tabelle 96).

Die LMBV führt eine bedarfsabhängige **Beräumung der Gewässersedimente** einschließlich des abgelagerten Eisenhydroxidschlamms im Vetschauer Mühlenfließ und im Neuen Vetschauer Mühlenfließ durch. Weiterhin ist eine **Renaturierung** und **Profilierung** des Neuen Vetschauer Mühlenfließ und der Vorflut Altdöbern vorgesehen (Tabelle 96).

Tabelle 96: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
GWRA Vetschau	Land-schafts- und Wasserbau	E662	LMBV	1. Bauabschnitt der WBA Vetschau: Umbindung des Reudener Grabens, Wiederherstellung Verbindungs-graben Alt- und Neulauf	Abge-schlossen	0	0	0	0
		E663	LMBV	1. Bauabschnitt der WBA Vetschau: Entschlammung des Vetschauer Mühlenfließes und des Neuen Vetschauer Mühlenfließes	Abge-schlossen	0	0	+1	0
		B500	LMBV	1. Bauabschnitt der WBA Vetschau: Reaktivierung der ehemaligen GWRA Vetschau	Abge-schlossen	+1	0	0	0
	Wasser-behandlung in Anlagen	E661	LMBV	Dauerbetrieb der WBA Vetschau mit jahreszeitlich angepasstem Betriebs-regime (Sommer- und Winterbetrieb)	Laufend	0	0	+1	+1
		E510	LMBV	2. Bauabschnitt: Verbesserung des Eisenrückhaltes durch Bekalkung im Zufluss der WBA Vetschau	Laufend	0	0	+1	+1
	Monitoring	E585	LMBV	Anlagenmonitoring WBA Vetschau	Laufend	0	0	0	0
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	E588	LMBV	Eisenrückhalt im Heideteich aus einem Teilstrom des Neuen Vetschauer Fließes (Abschlag in das Greifenhainer Fließ)	Laufend	-1	0	+1	0
---	Gewässer-unterhaltung	B491	LMBV	Beräumung der Fließgewässer-sedimente einschließlich des Eisen-hydroxidschlamms im Vetschauer Mühlenfließ	Laufend	+1	0	+1	0
		B492	LMBV	Beräumung der Fließgewässer-sedimente einschließlich des Eisen-hydroxidschlamms im Neuen Vetschauer Mühlenfließ	Laufend	+1	0	+1	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B478 B493 B501	LMBV	Renaturierung und Profilierung des Neuen Vetschauer Mühlenfließes und der Vorflut Altdöbern	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

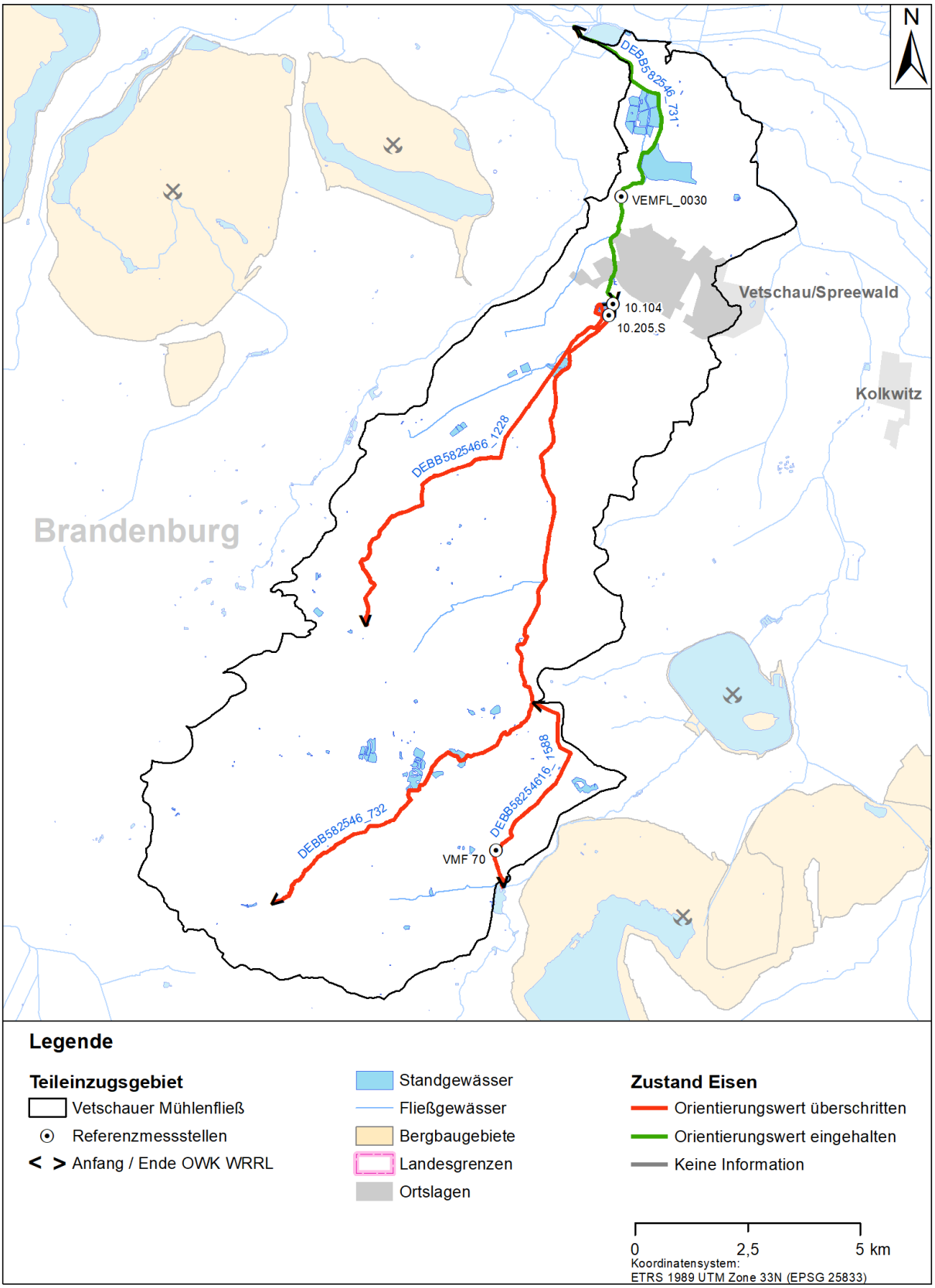


Bild 44: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Durch den Betrieb der WBA Vetschau konnte die Eisenbelastung des Vetschauer Mühlenfließes vor der Einmündung in den Südumfluter deutlich verringert werden. Die Eisenbelastung der Fließgewässer-OWK im oberen Einzugsgebiet liegt aber nach wie vor über den Orientierungswerten (vgl. Tabelle 95). Um die Eisenbelastung auch in diesen Fließgewässer-OWK zu verringern, ist nach Einschätzung des Gutachters eine **Behandlung der einzelnen Eisenquellen** im Einzugsgebiet erforderlich. Die jeweils geeigneten Behandlungsansätze sind im Rahmen von Studien zu ermitteln und in Feldversuchen zu testen. Aus den erfolgreichen Behandlungsansätzen sind dann Dauerlösungen für eine dezentrale naturräumliche Wasserbehandlung im Einzugsgebiet des Vetschauer Mühlenfließes abzuleiten (Tabelle 97 und Tabelle 98).

Im Falle der von der LMBV beabsichtigten Außerbetriebnahme der GWRA Rainitza ist die Mindestwasserführung im Vetschauer Fließ nicht mehr gesichert. Es sind wasserwirtschaftliche **Alternativen zur Bereitstellung und Einleitung von Stützungswasser** zur Sicherung der Mindestwasserführung zu prüfen und deren Verhältnismäßigkeit zu bewerten (Tabelle 98).

Tabelle 97: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	N587	LMBV	Feldversuche zur lokalen Behandlung von Hotspots der Eiseneinträge mit/ohne Versauerungsdisposition	Zusätzlich	0	0	+1	+1
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	N751	LMBV	Dezentrale naturräumliche Wasser-behandlung im Einzugsgebiet des Vetschauer Mühlenfließes	Zusätzlich	0	0	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 98: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	N586	LMBV	Studien zur lokalen Behandlung von Hotspots der Eiseneinträge mit/ohne Versauerungsdisposition	Zusätzlich
		N754	LMBV	Alternativenprüfung zur Sicherung der Mindestwasserführung im Vetschauer Mühlenfließ	Zusätzlich

Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele

Die bergbaubedingte Eisenbelastung des Vetschauer Mühlenfließes wird derzeit im Sinne einer End-of-Pipe Lösung in der WBA Vetschau wirkungsvoll gemindert. Die Eisenbelastung im Oberlauf des Vetschauer Mühlenfließes (DEBB582546_732), im Neuen Vetschauer Mühlenfließ (DEBB5825466_1228) und im Neuen Vetschauer Fließ (DEBB58254616_1588) werden durch die Maßnahme nicht beeinflusst (siehe Tabelle 95). Zur Minderung der Eiseneinträge in diese Fließgewässer-OWK wird eine Kombination lokaler Maßnahmen der Quellstärkenminderung vorgeschlagen (siehe Tabelle 97). Dies setzt örtliche Erkundungen und die Planung örtlich angepasster Lösungen voraus. Eine fristgerechte Umsetzung der Maßnahmen und eine fristgerechte Zielerreichung bis zum Jahr 2027 wird als unwahrscheinlich eingeschätzt. Für die drei Fließgewässer-OWK Vetschauer Mühlenfließ, Neues Vetschauer

Mühlenfließ und Neues Vetschauer Fließ werden daher Änderungen der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 99 und der Anlage 3 empfohlen.

Tabelle 99: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Vetschauer Mühlenfließ.

OWK ID	Bezeichnung	Empfehlung
DEBB58254616_1588	Neues Vetschauer Fließ	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus
DEBB5825466_1228	Neues Vetschauer Mühlenfließ	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus
DEBB582546_732	Vetschauer Mühlenfließ	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus

6.3.12 Göritzer Mühlenfließ

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Göritzer Mühlenfließes und beinhaltet vier Fließgewässer-OWK mit einem dominantem Bergbaueinfluss (Tabelle 100, Bild 45). Für drei Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustand auskömmlich beschrieben werden (Tabelle 100). Für das Seesauer Fließ ist eine Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 100: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB582544_729	Göritzer Fließ	■	☐	220	8,0	6,2
DEBB582544_730	Göritzer Fließ	■	☐	95	1,9	7,1
DEBB58255242_1590	Kahnsdorfer Fließ	■	☐	501	15,8	4,8
DEBB5825524_1235	Seesauer Fließ	■	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten (Tabelle 100). Die erhöhte Sulfatbelastung ist auf den Zutritt bergbaulich beeinflussten Grundwassers im Unterlauf des Göritzer Fließes (DEBB582544_729) und im Kahnsdorfer Fließ zurückzuführen.

Die **Eisenbelastung** liegt in drei Fließgewässer-OWK über den gewässerspezifischen Orientierungswerten (Tabelle 100, Bild 45). Im Oberlauf des Göritzer Fließes (DEBB582544_730) wird der Orientierungswert nur gering überschritten. Im Unterlauf des Göritzer Fließes (DEBB582544_729) und im Kahnsdorfer Fließ liegt die Eisenbelastung dagegen deutlich über dem Orientierungswert. Die erhöhte Eisenbelastung in den Fließgewässer-OWK ist auf die Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers zurückzuführen. Die Eisenbelastung im Oberlauf des Göritzer Fließes wird zudem von der Überleitung eisenbelasteten Wassers der Kleptna über den Saßlebener Ableiter beeinflusst.

In zwei Fließgewässer-OWK werden die Orientierungswerte für den **pH-Wert** unterschritten (Tabelle 100). Im Unterlauf des Göritzer Fließes (DEBB582544_729) wird der Orientierungswert nur gering unterschritten. Im Kahnsdorfer Fließ liegt der pH-Wert dagegen deutlich unter

dem Orientierungswert. Die niedrigen pH-Werte werden durch den Zutritt von versauerungsdisponiertem Grundwasser sowie die Oxidation des aus dem Grundwasser eingetragenen Eisens verursacht.

Derzeitige Maßnahmen

Zur Minderung der Eisenbelastung im Kahnsdorfer Fließ wird seit 2018 im Rahmen eines Pilot- und Demovorhabens der LMBV eine Inlake-Wasserbehandlung im ehemaligen **Grubenwasserabsetzbecken (GWAB) Raddusch** durchgeführt. Als Flockungsmittel wird Soda eingesetzt. Die Anlage wurde für einen möglichst wartungsarmen und energieautarken Betrieb konzipiert. Durch den Betrieb der Anlage konnte die Eisenbelastung im Kahnsdorfer Fließ zwischenzeitlich deutlich verringert werden (Tabelle 101).

Tabelle 101: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Radduscher Kahnfahrt	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	E566	LMBV	Inlake-Wasserbehandlung GWAB Raddusch	Laufend	0	0	+1	+1
		E567	LMBV	Großmaßstäblicher Feldversuch zur Ermittlung von Bemessungsgrößen für die naturräumliche Wasser-behandlung nicht säuregenerierender eisenreicher Fließgewässer	Geplant	0	0	+1	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Die LMBV hat einen großmaßstäblichen **Feldversuch zur Ermittlung von Bemessungsgrößen** für die naturräumliche Wasserbehandlung von nicht säuregenerierenden eisenreichen Fließgewässern geplant. Im Rahmen des Versuches sollen mit dem Wasser aus dem Göritzer Fließ verschiedene naturräumliche Behandlungsansätze in Containern untersucht werden. Als Standort für den Versuch ist der Unterlauf des Göritzer Fließes in Nähe der Ortschaft Raddusch vorgesehen (Tabelle 101).

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der Zustand des bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK Seesauer Fließ kann mangels Daten derzeit nicht beschrieben werden (Tabelle 100). Der Gutachter empfiehlt für diesen Fließgewässer-OWK die **Einrichtung einer repräsentativen Messstelle** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1).

Durch die in der GWAB Raddusch durchgeführte Inlake-Wasserbehandlung (vgl. Tabelle 101) konnte die Eisenbelastung des Kahnsdorfer Fließes erfolgreich verringert werden. Der Gutachter empfiehlt, das Pilot- und Demovorhaben zu einer **Dauerlösung für die kontinuierliche Inlake-Wasserbehandlung in der GWAB Raddusch** weiterzuentwickeln (Tabelle 102).

Die Eisenbelastung im Unterlauf des Göritzer Fließes liegt deutlich über dem Orientierungswert (vgl. Tabelle 100). Zur Minderung der Eisenbelastung wird vom Gutachter die Errichtung von **Schönungsteichen zur naturräumlichen Wasserbehandlung** in Nähe der Ortschaft Raddusch vorgeschlagen (Tabelle 102). Die Bemessungsgrößen der Schönungsteiche können aus dem großmaßstäblichen Feldversuch abgeleitet werden (vgl. Tabelle 101).

Tabelle 102: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Radduscher Kahnfahrt	Inlake-Wasser-behandlung	N564	LMBV	Dauerlösung für die kontinuierliche Inlake-Wasserbehandlung GWAB Raddusch	Zusätzlich	0	0	+1	+1
	Natur-räumliche Wasser-behandlung	N565	LMBV	Schönungsteiche Raddusch zur naturräumlichen Wasserbehandlung des Göritzer Mühlenfließes in Raddusch.	Zusätzlich	0	0	+1	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

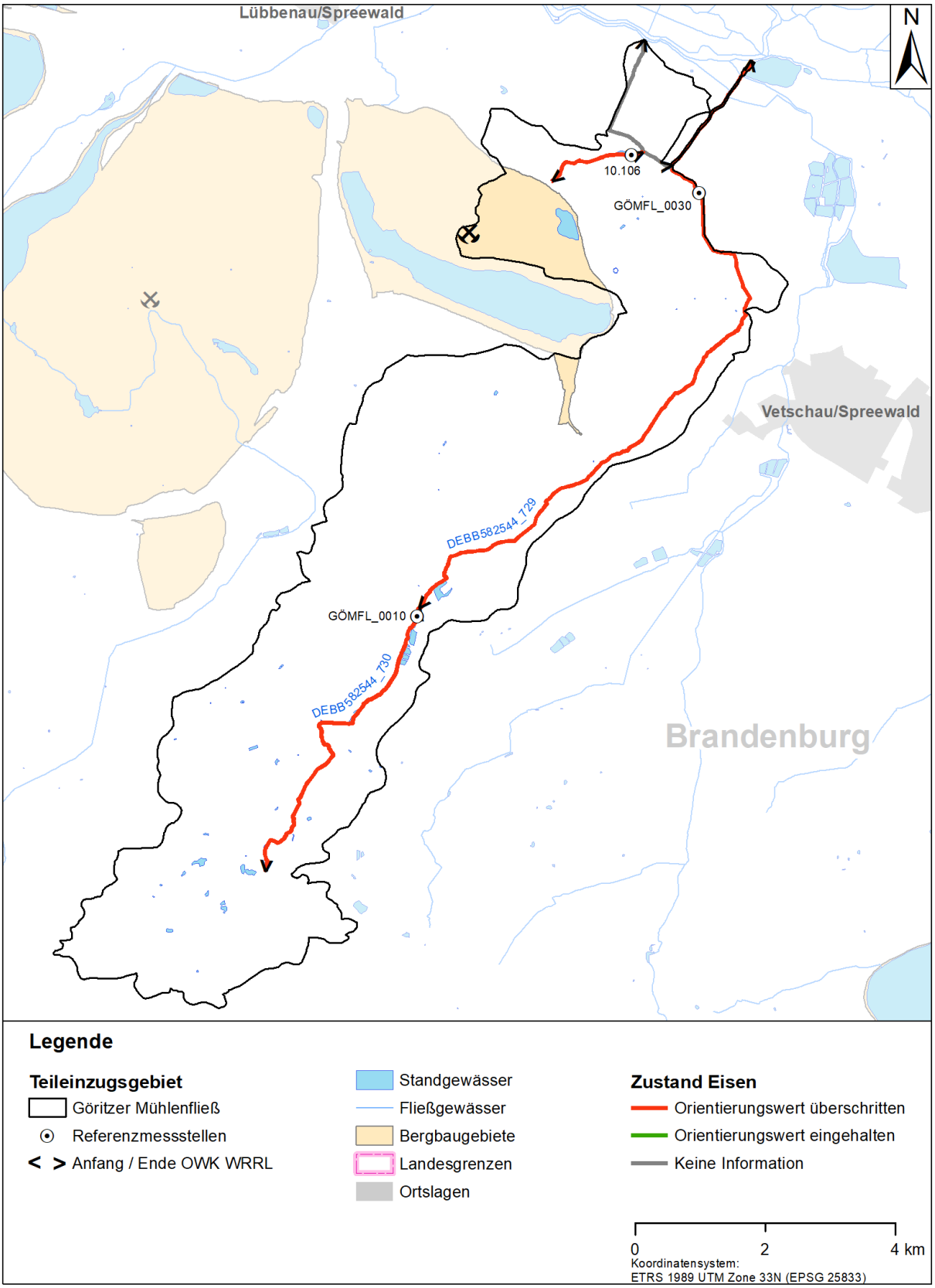


Bild 45: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Göritzer Mühlenfließ für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.3.13 Dobra

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Dobra** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Dobra mit den Bergbaufolgeseen Drehnaer See, Bischdorfer See, Redlitzer See und Schönfelder See (Bild 46). Das Teilgebiet beinhaltet sieben Fließgewässer-OWK mit dominantem Bergbaueinfluss. Für drei Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustand auskömmlich beschrieben werden (Tabelle 103). Für vier Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustandes mangels Daten nicht beschrieben werden (siehe Abschnitt 6.1.1).

Der Orientierungswert für **Sulfat** wird im Boblitzer Dorfgraben überschritten (Tabelle 103). Die erhöhte Sulfatbelastung wird auf die Einleitung von sulfatreichem Wasser aus dem Bischdorfer See zurückgeführt. Die erhöhte Sulfatkonzentration in der Dobra (DEBB-582548_734) wird durch die Einleitungen aus dem Lichtenauer See, dem Bischdorfer See und dem Redlitzer See verursacht. Für den der Dobra zugeordneten Fließgewässertyp 21 existiert allerdings keine Zielvorgabe für Sulfat (siehe Tabelle 43).

In zwei Fließgewässer-OWK werden die Orientierungswerte für **Eisen** überschritten (Tabelle 103 und Bild 46). Die erhöhte Eisenbelastung im Boblitzer Dorfgraben wird auf Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet zurückgeführt. Die Einleitung aus dem Bischdorfer See wirkt dagegen verdünnend auf die Eisenkonzentration im Boblitzer Dorfgraben. Die erhöhte Eisenbelastung in der Kleptna (DEBB5825484_1232) ist auf den Zutritt eisenreichen Grundwassers im oberen Einzugsgebiet zurückzuführen.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in drei mit Daten belegten Fließgewässer-OWK eingehalten (Tabelle 103).

Tabelle 103: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Dobra.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB5825486_1233	Boblitzer Dorfgraben	■	☐	545	3,2	7,1
DEBB582548_733	Dobra	■	☐	---	---	---
DEBB582548_734	Dobra	■	☐	759	1,5	7,0
DEBB5825484_1230	Kleptna	■	☐	---	---	---
DEBB5825484_1232	Kleptna	■	☐	107	3,9	7,0
DEBB58254812_1589	Radensdorfer Graben	■	☐	---	---	---
DEBB5825482_1229	Schuche	■	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

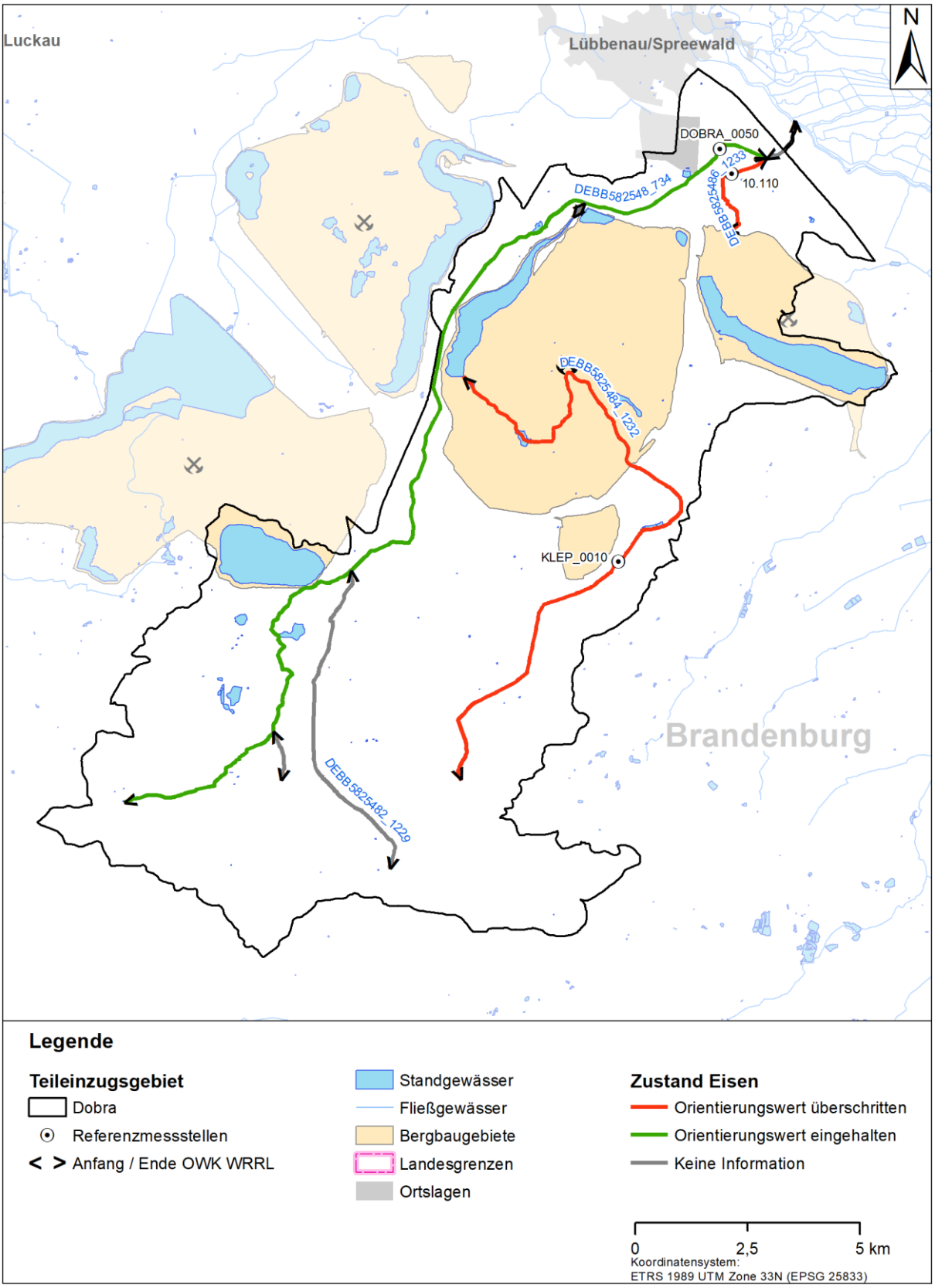


Bild 46: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Dobra für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Zur Neutralisation und Pufferung des Seewassers in den Bergbaufolgeseen Drehnaer See und Bischdorfer See führt die LMBV bedarfsabhängige **Inlake-Wasserbehandlungen** durch (Tabelle 104), damit neutrales und eisenarmes Wasser in die Vorflut ausgeleitet werden kann.

Im Rahmen eines Pilot- und Demovorhabens der LMBV wurden die Möglichkeiten zum Aufbau eines **Hydrogencarbonatpuffers im Drehnaer See** mittels eines HDHc-Reaktors untersucht (Tabelle 104).

Zur Quellenbehandlung eisenreicher und saurer Grundwässer unter landwirtschaftlich genutzten Flächen und zur Verringerung des diffusen Eisenaustrages aus diesen Flächen hat die LMBV einen Feldversuch zur **Tiefenkalkung** geplant. Dabei soll mit landwirtschaftlichen Geräten Kalk in die Tiefe grundwassernaher Flächen eingebracht und auf diesem Wege das saure Grundwasser neutralisiert werden (Tabelle 104).

Tabelle 104: Relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Dobra.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Inlake-Wasser-behandlung	B022	LMBV	Neutralisation und Pufferung Drehnaer See (RL 12)	Laufend	0	0	+1	+1
		B023	LMBV	Neutralisation und Pufferung Bischdorfer See (RL 23)	Laufend	0	0	+1	+1
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	B047	LMBV	Aufbau eines Hydrogencarbonat-puffers im Drehnaer See (RL 12) mittels HDHc-Reaktor	Abge-schlossen	0	0	+1	+1
		E557	LMBV	P&D-Vorhaben zur Tiefenkalkung zur Verringerung des diffusen Eisenaustrages aus den Flächen	Geplant	0	0	+1	+1
---	Land-schafts- und Wasserbau	B056	LMBV	Bau eines Ausleiters aus dem Schönfelder See (RL 4) in die Dobra	Geplant	+1	0	0	0
		B057	LMBV	Bau eines Ausleiters aus dem Bischdorfer See (RL 23) in die Dobra und in den Boblitzer Dorfgraben	Geplant	+1	0	0	0
		B027	LMBV	Herstellung einer Ableitung vom Bischdorfer See (RL 23) über den Bischdorfer Nordgraben zum vorhandenen Boblitzer Dorfgraben, Rückbau der Brunnenanlage	Geplant	+1	0	0	0
		B028	LMBV	Herstellung eines naturnahen Boblitzer Dorfgraben und Graben 1a	Geplant	+1	0	0	0
		B024	LMBV	Renaturierung (Profilierung, Ent-schlammung) Unterlauf Dobra von Kittlitz bis Boblitzer Kahnfahrt, Sanierung der Durchlässe	Geplant	+1	0	0	0
		B032	LMBV	Anpassung des Gewässerprofils Schrake/Dobra, Entschlammung, Anhebung/Abdichtung der Gewässersohle, Rückbau nicht mehr erforderlicher Stauanlagen/Quer-bauwerke	Geplant	+1	0	+1	0
		B025	LMBV	Renaturierung Kleptna-Betonkanal	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Im Teilgebiet Dobra hat die LMBV umfangreiche **Landschafts- und Wasserbaumaßnahmen** geplant. So sollen der Schönfelder See und der Bischdorfer See über entsprechende Ausleitbauwerke an die Vorflut angebunden werden. Weiterhin ist die Renaturierung der Gewässerprofile des Boblitzer Dorfgrabens, der Schrake, des Kleptna-Betonkanals und der Dobra vorgesehen (Tabelle 104).

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Das gesamte Wasserdargebot aus dem Oberlauf der Kleptna wird in Höhe der Ortschaft Mlode über den Saßlebener Ableiter vollständig in das Göritzer Mühlenfließ übergeleitet. Die Kleptna im Abschnitt zwischen dem Saßlebener Ableiter und der Einmündung in den Schönfelder See ist somit vom Oberlauf der Kleptna entkoppelt. Der Gutachter empfiehlt daher eine **Evaluierung** und ggf. eine Anpassung des **Fließgewässer-OWK der Kleptna** (DEBB5825484_1232) (Anlage 2).

Der Abschnitt der **Kleptna** zwischen dem Schönfelder See und der Einmündung in die Dobra ist mit ca. 400 Meter sehr kurz, wird aber als Fließgewässer-OWK DEBB5825484_1230 geführt. Die LMBV beabsichtigt, den Gewässerabschnitt zu einem Ausleiter für den Schönfelder See auszubauen (Tabelle 104). Der Gewässerabschnitt hat damit eher den Charakter einer wasserwirtschaftlichen Anlage als eines natürlichen Fließgewässers. Der Gutachter empfiehlt die **Evaluierung** des vorgenannten Fließgewässer-OWK (Anlage 2).

Derzeit kann der Gewässerzustand von vier bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Dobra mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 103). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1). Dabei sind die vorgenannten Hinweise zur Evaluierung der Fließgewässer-OWK zu berücksichtigen.

In den auf der Kippe des ehemaligen Tagebaus Seese-West befindlichen Vernässungsflächen sammelt sich saures und eisenreiches Kippenwasser. Die Vernässungsflächen können derzeit aufgrund einer fehlenden Vorflutanbindung nicht entwässert werden. Die Entwässerung ist aus Gründen der geotechnischen Sicherheit aber erforderlich. Der Gutachter schlägt dazu eine **Anbindung der Vernässungsflächen an den Schönfelder See** und eine bedarfsabhängige **Behandlung des abgeleiteten Kippenwassers** im Schönfelder See vor (Tabelle 105).

Der **Kleptna** tritt im Oberlauf bergbaulich beeinflusstes Grundwasser zu. Die Eintragsquellen sind derzeit noch nicht genau lokalisiert. Vom Gutachter wird daher eine **Detailstudie** zur **Lokalisierung der Eintragsbereiche** und zur **Bestimmung der Quellstärken** vorgeschlagen. Auf der Grundlage dieser Studie kann dann eine **Anlage zur naturräumlichen Behandlung** des bergbaulich beeinflussten Grundwassers geplant und errichtet werden (Tabelle 105 und Tabelle 106).

Tabelle 105: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Dobra.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Wasser-haltung	N563	LMBV	Anbindung der Vernässungsflächen Seese-West an den Schönfelder See (RL4)	Zusätzlich	+1	-1	-1	-1
---	Inlake-Wasser-behandlung	N560	LMBV	Wasserbehandlung des Kippen-wassers von den Vernässungs-flächen Seese-West im Schönfelder See (RL 4)	Zusätzlich	0	0	+1	+1
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	N561	LMBV	Errichtung einer naturräumlichen Wasserbehandlungsanlage im Oberlauf der Kleptna	Zusätzlich	0	0	+1	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Tabelle 106: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Dobra.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	N562	LMBV	Detailstudie zur Eisenbelastung (Lokalisierung und Identifikation der Quellen, Dynamik) und zu den Möglichkeiten einer lokalen naturräumlichen Wasserbehandlung im Oberlauf der Kleptna	Zusätzlich

6.3.14 Kamske

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Kamske** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Kamske und beinhaltet einen Fließgewässer-OWK mit dominantem Bergbaueinfluss (Tabelle 106 und Bild 47).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** und **Eisen** werden in der Kamske überschritten. Die erhöhte Sulfatbelastung der Kamske wird auf den Zufluss aus dem Seesauer Fließ sowie die Zuflüsse aus Entwässerungsgräben im Südpolder des Spreewaldes zurückgeführt. Die erhöhte Eisenbelastung wird maßgeblich durch die Zuflüsse aus dem Südpolder verursacht. Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird in der Kamske eingehalten (Tabelle 106).

Tabelle 107: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kamske.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB582552_735	Graben-A Kamske	■	□	321	2,6	7,0

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

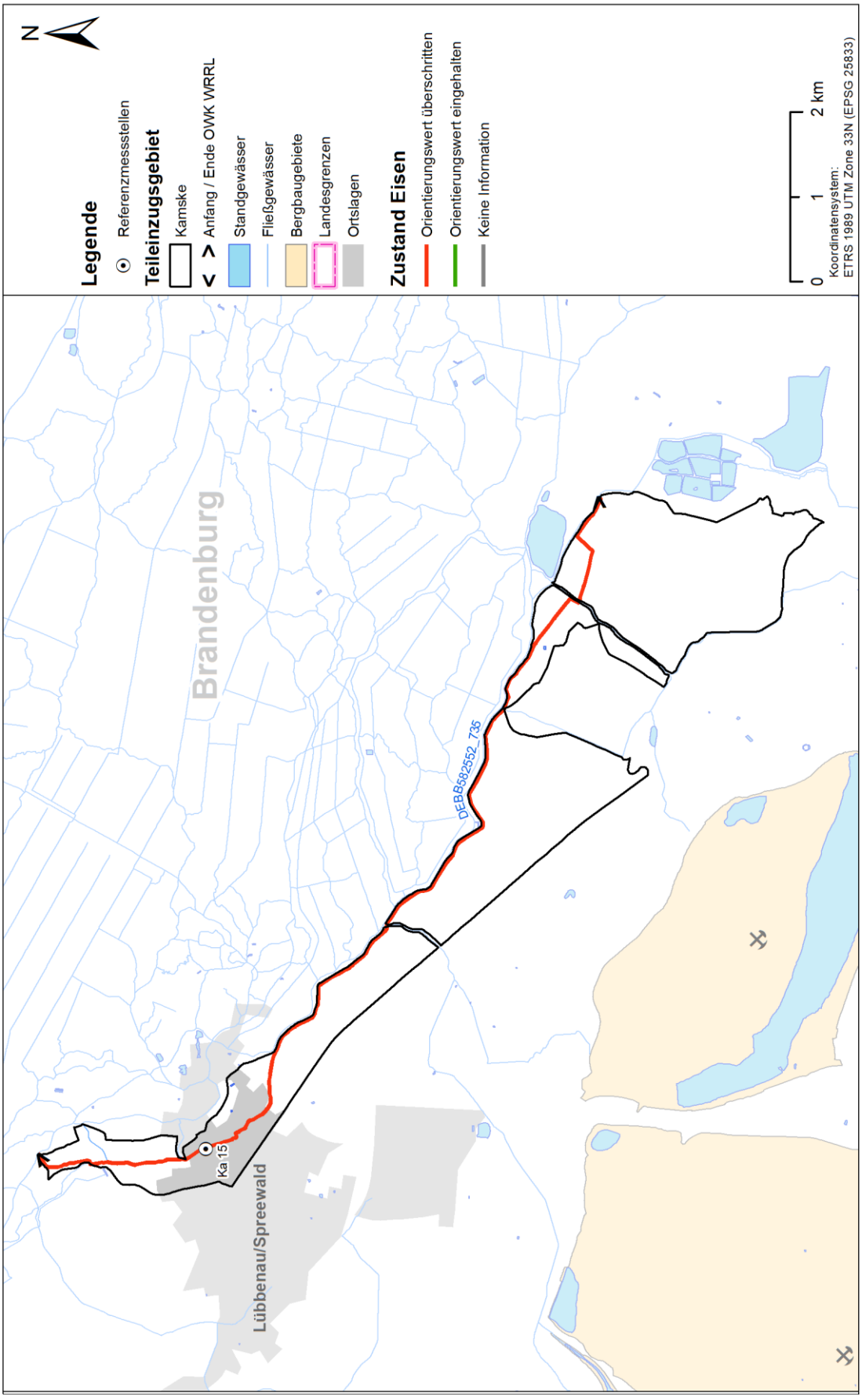


Bild 47: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kamske für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die LMBV führt eine bedarfsabhängige **Entschlammung der Kamske** durch. Dabei werden Eisenhydroxidschlamm und Gewässersedimente aus dem Gewässerprofil entfernt (Tabelle 108).

Tabelle 108: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Kamske.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Eisenbelastung Kamske	Gewässer-unterhaltung	E630	LMBV	Entschlammung der Kamske	Laufend	0	0	+1	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Zur Minderung der Eisenbelastung der Kamske schlägt der Gutachter im Sinne einer **Wassergütesteuerung** einen bilanzneutralen Wasseraustausch mit dem Südumfluter vor. Dabei soll am bestehenden Schöpfwerk Boblitz das Wasser aus der Kamske in den Südumfluter übergeleitet werden. Im Unterstrom wird dann Wasser aus dem Südumfluter bilanzneutral in die Kamske übergeleitet. Durch das eisenarme Wasser des Südumfluters sollen dann die eisenreichen Zuflüsse aus dem Südpolder des Spreewaldes ausreichend verdünnt werden. Für die Wasserüberleitung aus dem Südumfluter in die Kamske ist ein steuerbares Überleitungsbauwerk zu errichten (Tabelle 109).

Tabelle 109: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Kamske.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Eisenbelastung Kamske	Wasser-überleitung	N628	LMBV	Nutzung des Schöpfwerkes Boblitz zur Wasserüberleitung aus der Kamske in den Südumfluter	Zusätzlich	+1	0	-1	0
		N629	LMBV	Bau und Betrieb eines steuerbaren Abschlags aus dem Südumfluter in die Kamske	Zusätzlich	+1	0	+1	0
	Wassergüte-steuerung	N627	LMBV	Minderung der Eisenbelastung in der Kamske im Unterstrom (Lübbenau) durch Wasseraustausch mit dem Südumfluter	Zusätzlich	0	0	+1	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

6.3.15 Zerkwitzer Kahnfahrt

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt** umfasst das oberirdische Eigeneinzugsgebiet der Zerkwitzer Kahnfahrt mit dem Bergbaufolgesee Lichtenauer See und beinhaltet drei Fließgewässer-OWK mit dominantem bzw. zu prüfendem Bergbaueinfluss (Tabelle 110 und Bild 48).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in allen drei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten. Die hohe Sulfatbelastung in den OWK wird durch die Ausleitung sulfatreichen Wassers aus dem Lichtenauer See verursacht. Die Sulfatbelastung ist direkt nach der Einleitstelle im Groß Beuchower Dorfgraben am höchsten und nimmt dann durch Verdünnung mit dem sulfatarmen Gebietsdargebot bis zur Einmündung der Zerkwitzer Kahnfahrt in die Spree kontinuierlich ab (Tabelle 110).

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden formal in zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes gering unterschritten. Die Unterschreitungen sind auf die Schwankungen des pH-Wertes zwischen 6 und 7 am Ablauf des Lichtenauer Sees zurückzuführen. Der Grenzwert für die Ausleitung aus dem Lichtenauer See von pH ≥ 6 wird dabei nicht unterschritten. Die in Tabelle 110 aufgeführten pH-Werte stellen somit die untere Grenze des Schwankungsbereichs dar und sind durch den genutzten statistischen Berechnungsansatz begründet (arithmetische Mittel der Jahresminima des pH-Wertes, vgl. Abschnitt 6.1.1.

Die **Eisenbelastung** liegt in allen Fließgewässer-OWK des Teilgebietes unter den Orientierungswerten (Tabelle 110 und Bild 48).

Tabelle 110: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB58255422_1593	Groß Beuchower Dorfgraben	■	□	1.564	0,6	6,2
DEBB5825542_1236	Schuggergraben	■	□	894	0,7	6,8
DEBB582554_736	Zerkwitzer Kahnfahrt	□	■	677	0,3	7,1

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Derzeitige Maßnahmen

Der Lichtenauer See wird von der LMBV bedarfsabhängig mittels **Inlake-Wasserbehandlung** neutralisiert (Tabelle 111).

Das **Überschusswasser des Schlabendorfer Sees** wurde zwischen 2013 und 2016 über eine Rohrleitung zum Lichtenauer See übergeleitet und von dort in die Vorflut abgeschlagen. Derzeit wird nur noch sporadisch Wasser aus dem Schlabendorfer See in den Lichtenauer See übergeleitet (Tabelle 111).

Zur geotechnischen Sanierung der kippenseitigen Böschungen am **Hindenberger See** muss der Grundwasserspiegel in diesem Bereich während der Sanierungssarbeiten durch Sümpfungsmaßnahmen abgesenkt werden. Das gehobene **Grundwasser** soll in den **Lichtenauer See** übergeleitet, dort behandelt und dann in die Vorflut abgeschlagen werden (Tabelle 111).

Die LMBV hat geplant, den **Beuchower Ostgraben** als zusätzlichen Ausleiter für den Lichtenauer See auszubauen. Des Weiteren sollen der **Groß Beuchower Dorfgraben** (Beuchower Westgraben) zur Abflussoptimierung nachprofiliert und bestehende hydraulische Engstellen entfernt werden (Tabelle 111).

Tabelle 111: Übersicht der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Inlake-Wasser-behandlung	B545	LMBV	periodische Neutralisation Lichtenauer See (RL F)	Laufend	0	0	+1	+1
---	Wasser-haltung	E597	LMBV	Einleitung des Überschusswassers aus dem Schlabendorfer See in den Lichtenauer See einschließlich Bekalkung	Laufend	+1	-1	+1	+1
		E596	LMBV	Ableitung des Grundwassers vom Hindenberger See zum Lichtenauer See einschließlich Bekalkung	Geplant	+1	-1	+1	+1
---	Land-schafts- und Wasserbau	B546	LMBV	Ausbau Beuchower Ostgraben zum Ausleiter aus dem Lichtenauer See (RL F)	Geplant	+1	0	0	0
		B547	LMBV	Nachprofilierung Beuchower West-graben, Abflussoptimierung durch Beseitigung von hydraulischen Engstellen	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Für das Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt besteht nach Einschätzung des Gutachters kein zusätzlicher Handlungsbedarf.

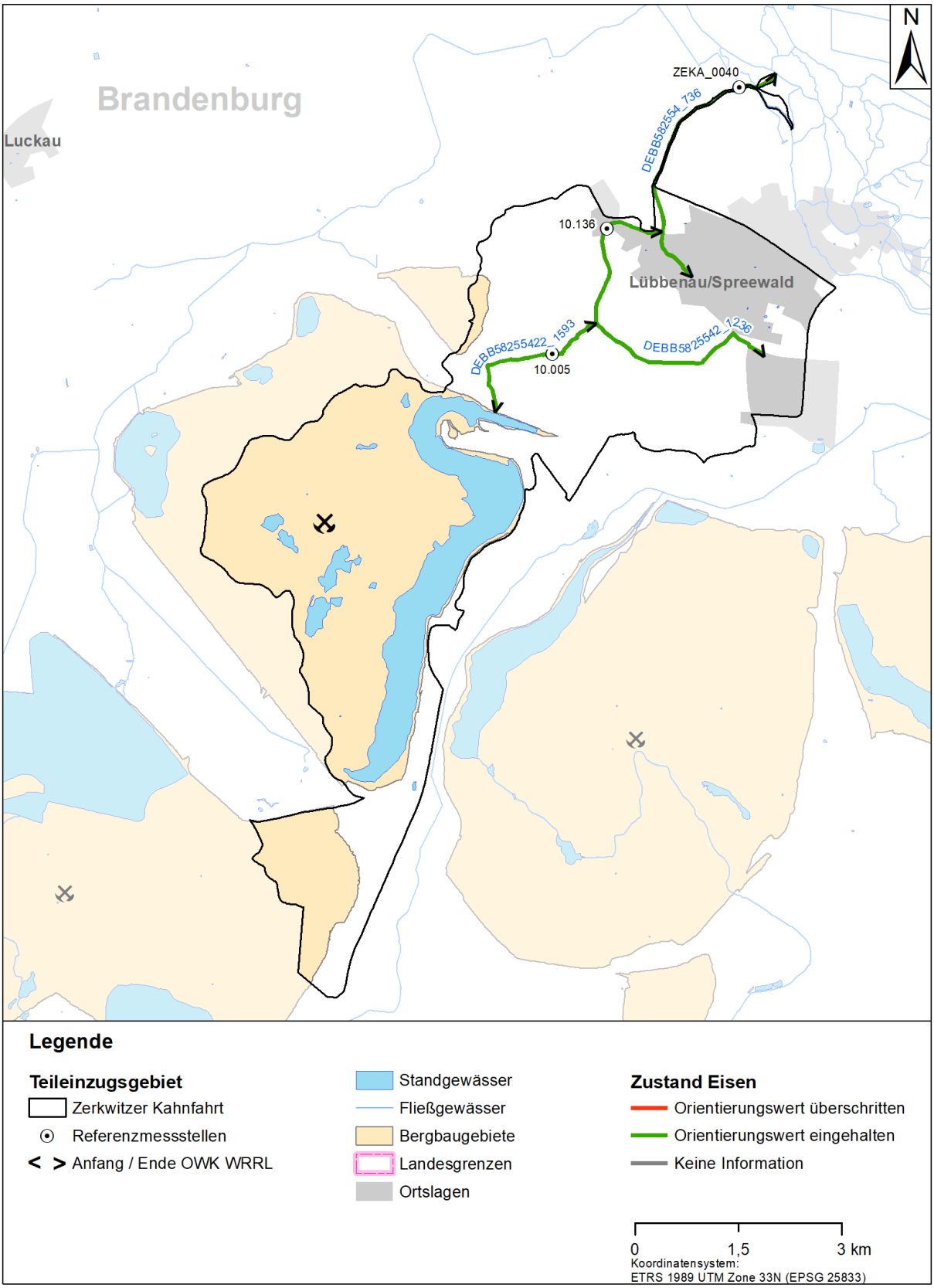


Bild 48: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Zerkwitzer Kahnfahrt für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.3.16 Wudritz

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Wudritz** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Wudritz mit den Bergbaufolgeseen Schlabendorfer See, Stöbritzer See, Hindenberger See, Stoßdorfer See und Stiebsdorfer See und beinhaltet fünf bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK (Tabelle 112 und Bild 49).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in vier Fließgewässer-OWK überschritten. Die erhöhte Sulfatbelastung in der Wudritz und im Lorenzgraben (DEBB582564_737) ist auf die Ausleitung sulfatreichen Wassers aus dem Schlabendorfer See zurückzuführen. Die Sulfatbelastung der Wudritz wird auf dem Fließweg durch Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet verdünnt. Die erhöhte Sulfatbelastung im Altenoer Fließ ist auf den Zutritt bergbaulich beeinflussten Grundwassers zurückzuführen (Tabelle 112).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in allen Fließgewässer-OWK des Teilgebietes überschritten (Tabelle 112). Die erhöhte Eisenbelastung im Unterlauf des Lorenzgrabens (DEBB582564_737) ist auf den Zutritt eisenreichen Grundwassers, die Zuflüsse aus Entwässerungsgräben sowie den Zufluss aus dem Niedermoor Garrenchen zurückzuführen. Die hohe Eisenbelastung der Wudritz wird auf Zutritte eisenreichen Grundwassers und die Eiseneinträge aus dem Lorenzgraben und dem Altenoer Fließ zurückgeführt. Die hohe Eisenbelastung im Altenoer Fließ wird durch Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers verursacht. Die formal erhöhte Eisenbelastung im Oberlauf des Lorenzgrabens (DEBB582564_739) ist ein statistisches Artefakt, da an der repräsentativen Messstelle 10.184 (Bild 49) im November 2016 einmalig eine Eisenkonzentration von rund 30 mg/L erfasst wurde. Ansonsten liegen die Eisenkonzentrationen an der Messstelle nahezu durchgehend unter 1 mg/L. Die Ursachen für die stark erhöhte Eisenkonzentration im November 2016 sind nicht bekannt. Der Gutachter geht aber nicht von einer relevanten bergbaulichen Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit im Oberlauf des Lorenzgrabens aus.

In zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes werden die Orientierungswerte für den **pH-Wert** unterschritten (Tabelle 112). Die Unterschreitung des Orientierungswertes im Unterlauf des Lorenzgrabens (DEBB582564_737) und in der Wudritz (DEBB58256_338) wird auf den Zutritt von versauerungsdisponiertem Grundwasser sowie die Versauerung in Folge der Oxidation des eingetragenen Eisens zurückgeführt.

Tabelle 112: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Wudritz.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB582564_739	Lorenzgraben	■	□	96	3,0	7,3
DEBB582564_737	Lorenzgraben	■	□	1.776	41,6	4,0
DEBB582568_740	Altenoer Fließ	■	□	777	73,1	6,6
DEBB58256_339	Wudritz	■	□	1.306	29,4	5,6
DEBB58256_338	Wudritz	□	■	855	9,7	6,2

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

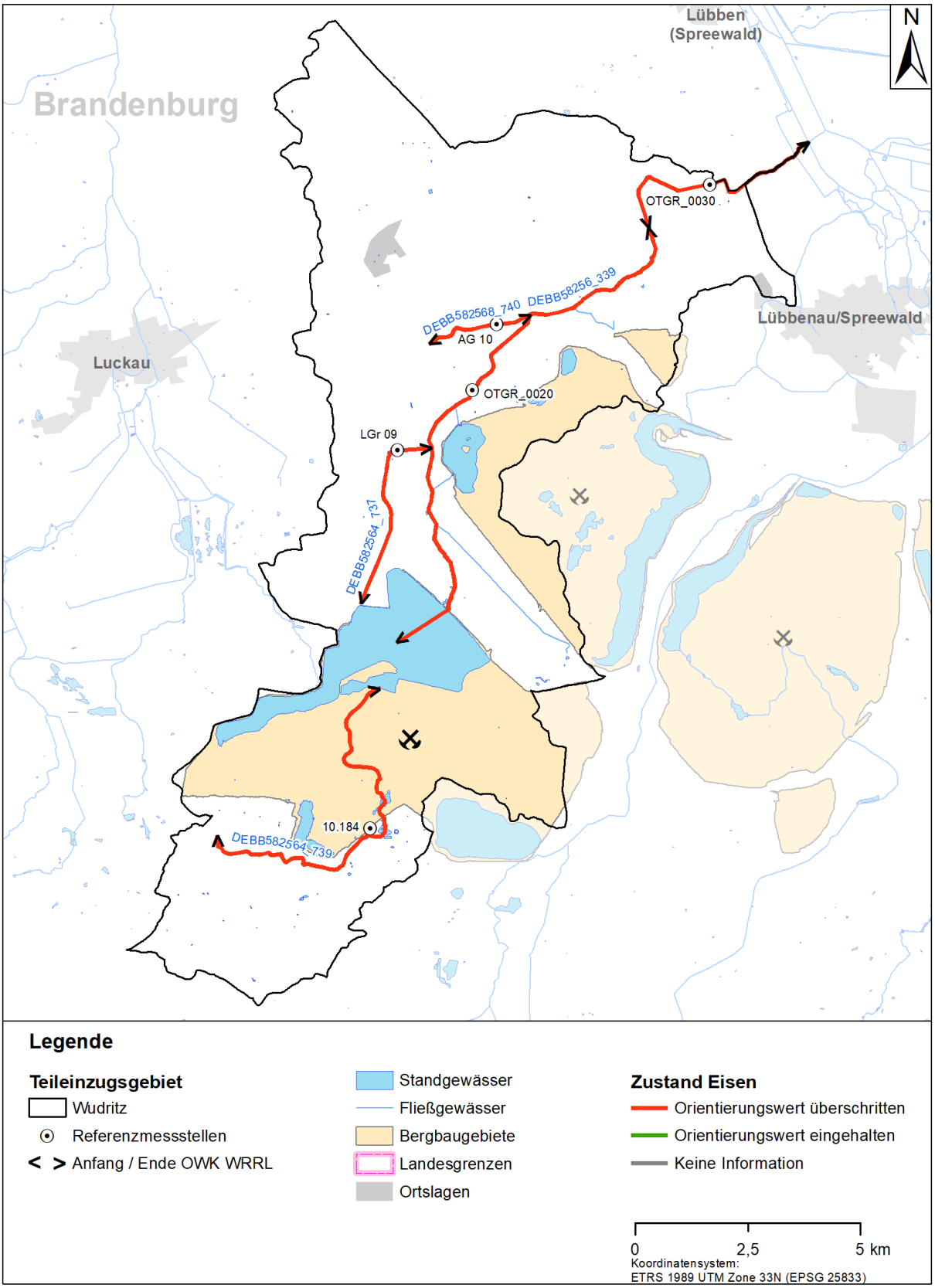


Bild 49: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Wudritz für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Der **Schlabendorfer See** und der **Hindenberger See** werden von der LMBV bedarfsabhängig mittels **Inlake-Wasserbehandlung** neutralisiert (Tabelle 113).

Zur **Verbesserung des Eisenrückhaltes im Lorenzgraben** wurden zusätzliche Retentionsräume in den Egsdorfer Teichen geschaffen. Dabei wird ein Teilstrom des Lorenzgrabens durch die Teiche geleitet, wo das Eisen oxidieren und sedimentieren kann (Tabelle 113).

Zur Minderung der grundwasserbürtigen Eiseneinträge im Unterlauf des Lorenzgrabens nach dem Prinzip der Quellenbehandlung sind am Lorenzgraben **Feldversuche** zu sogenannten **RAPS Brunnen** geplant (Tabelle 113).

Die Potentialdifferenz zwischen dem **Wasserspiegel im Schlabendorfer See** und dem Lorenzgraben hat Einfluss auf die Menge des dem Lorenzgraben zuströmenden eisenreichen Grundwassers. Zur **Verringerung des Grundwasserzustroms zum Lorenzgraben** wurde der Wasserspiegel im Schlabendorfer See abgesenkt (Tabelle 113).

Der **Bilanzüberschuss des Schlabendorfer Sees** wurde zum Schutz der Wudritz in den Jahren 2013 bis 2016 über eine Rohrleitung in den **Lichtenauer See** übergeleitet, dort behandelt und in die Vorflut abgeschlagen. Derzeit erfolgt die Wasserüberleitung nur noch sporadisch (Tabelle 113, vgl. Tabelle 111).

Zur geotechnischen Sanierung der kippenseitigen Böschungen am **Hindenberger See** muss der Grundwasserspiegel in diesem Bereich durch entsprechende Sümpfungsmaßnahmen abgesenkt werden. Das gehobene **Grundwasser** soll in den **Lichtenauer See** übergeleitet, dort behandelt und dann in die Vorflut abgeschlagen werden (Tabelle 113, vgl. Tabelle 111).

Zur **Stützung des Wasserhaushaltes im Borcheltsfließ** wird von der LMBV in einem Filterbrunneninselbetrieb Grundwasser gehoben und als Stützungwasser in das Borcheltsfließ eingeleitet (Tabelle 113).

Die LMBV hat auch im Teilgebiet Wudritz umfangreiche **Landschafts- und Wasserbaumaßnahmen** geplant. So sollen der Hindenberger See über einen Graben an die Wudritz angebunden sowie das Gewässerprofil im Unterlauf der Wudritz angepasst werden. Weiterhin ist vorgesehen, den Oberlauf des Lorenzgrabens zu renaturieren und den vorbergbaulichen Gewässerverlauf wiederherzustellen. Zudem sollen die Vernässungsflächen auf der Kippe Schlabendorf an den Schlabendorfer See angebunden werden (Tabelle 113). Die konkrete Ausgestaltung der vorgenannten Wasserbaumaßnahmen soll vorab durch eine entsprechende Studie geklärt werden (Tabelle 114).

Die Ausleitung aus dem Schlabendorfer See und die Eisenbelastung der Wudritz werden von der LMBV im Rahmen eines **Sondermonitorings** überwacht (Tabelle 114).

Tabelle 113: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Wudritz.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Inlake-Wasser-behandlung	B516	LMBV	Wasserbehandlung/Konditionierung Schlabendorfer See (RL 14/15) mittels mobiler und später gegebe-nenfalls stationärer Wasserbehand-lungsanlagen	Laufend	0	0	+1	+1
		E595	LMBV	Inlake-Wasserbehandlung des Hindenberger Sees mit Kreidekalk	Laufend	0	0	+1	+1
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	E591	LMBV	Schaffung von Retentionsräumen im Einzugsgebiet des Lorenzgrabens und der Wudritz zum verbesserten Eisenrückhalt (Egsdorfer Teiche)	Laufend	0	0	+1	0
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	E683	LMBV	Feldversuche RAPS-Brunnen am Lorenzgraben	Im Bau	0	+1	+1	+1
---	Wasser-haltung	B544	LMBV	Absenkung des Wasserspiegels im Schlabendorfer See (RL 14/15) zur Verringerung des Zutritts von schwefelsaurem, eisenreichem Grundwasser westlich des Unterlaufs Lorenzgraben	Laufend	-1	0	+1	+1
		E598	LMBV	Überleitung des Überschusswassers aus dem Schlabendorfer See zum Lichtenauer See zum Schutz der Wudritz	Laufend	-1	+1	+1	+1
		B543	LMBV	Grundwasserabsenkung an der Ostböschung des Hindenberger Sees (RL A) zur geotechnischen Sanierung der kippenseitigen Böschungen, Ableitung des Grundwassers in den Lichtenauer See einschließlich Bekalkung	Geplant	0	0	0	0
---	Wasser-einleitung zur Stützung	B542	LMBV	Filterbrunneninselbetrieb zur Bereitstellung von Mindestwasser für das Borcheltsfließ	Laufend	+1	-1	-1	-1
---	Land-schafts- und Wasserbau	B518	LMBV	Bau Ausleiter mit steuerbarem Wehr und Graben vom Hindenberger See (RL A) zur Wudritz	Geplant	+1	0	0	0
		B522	LMBV	Wiederherstellung des Lorenz-grabens über die Kippe in Annäherung an den vorberg-baulichen Verlauf	Geplant	+1	0	0	0
		B517	LMBV	Bau Ausleiter aus Vernässungsfläche VF 1 Lorenzgraben zum Schlabendorfer See (RL 14/15)	Geplant	+1	0	0	0
		B479	LMBV	Anpassung Abflussprofil Unterlauf Wudritz, Sanierung Bauwerke	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 114: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Wudritz.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	E590	LMBV	Anlagenmonitoring Ausleitung Schlabendorfer See (Eisenbelastung Wudritz)	Laufend
---	Studien und Konzepte	B532	LMBV	Prüfung Erfordernis Ausleiter vom Stiebsdorfer See (RL 13) zum Schlabendorfer See (RL 14/15)	Geplant
		B533	LMBV	Trassenprüfung Ausleiter vom Stiebsdorfer See (RL 13) zum Schlabendorfer See (RL 14/15)	Geplant
		B534	LMBV	Prüfung Erfordernis Ausleitung aus der VF 1 Lorenzgraben	Geplant
		B535	LMBV	Prüfung Trassenvarianten und Trassenplanung aus der VF 1 Lorenzgraben zum Schlabendorfer See (RL 14/15)	Geplant
		B536	LMBV	Variantenprüfung zur Ausleitung aus dem Hindenberger See (RL A) in die Wudritz	Geplant
		B537	LMBV	Variantenprüfung zur Zuleitung von der Wudritz in den Hindenberger See (RL A)	Geplant

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die Eisenbelastung im Lorenzgraben und in der Wudritz liegen über den Orientierungswerten (Tabelle 112). Der Gutachter schlägt zur Minderung der Eisenbelastung die **Schaffung weiterer Retentionsräume** (vgl. Egsdorfer Teiche in Tabelle 113) in den Einzugsgebieten des Lorenzgrabens und der Wudritz vor (Tabelle 115).

Zur Minderung der Eisenbelastung im **Altenoer Fließ** wird vom Gutachter die Durchführung eines **Feldversuch zur naturräumlichen Wasserbehandlung** des eisenreichen und versauerungsdisponierten Wassers vorgeschlagen (Tabelle 115).

Tabelle 115: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Wudritz.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	N592	LMBV	Schaffung weiterer Retentionsräume in den Einzugsgebieten des Lorenz-grabens und der Wudritz zum verbesserten Eisenrückhalt	Zusätzlich	0	0	+1	0
---	Pilot- & Demo-vorhaben (P&D)	N593	LMBV	Feldversuch zur naturräumlichen Wasserbehandlung eisenreichen und versauerungsdisponierten Wassers im Altenoer Fließ	Zusätzlich	0	0	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Empfehlungen zu abweichenden Bewirtschaftungszielen

Der Gutachter schätzt ein, dass die Zielvorgaben für den Kennwert Eisen in den Fließgewässer-OWK der Wudritz (DEBB58256_339 und DEBB58256_338) bei erfolgreicher und fristgerechter Umsetzung der Maßnahmen am Lorenzgraben und am Altenoer Fließ (Tabelle 113 und Tabelle 115) sowie bei Schaffung zusätzlicher Rententionsräume im Einzugsgebiet (Tabelle 115) erreicht werden können. Ist eine fristgerechte und vollständige Umsetzung der Maßnahmen nicht möglich, wird eine fristgerechte Zielerreichung in der Wudritz als unsicher eingeschätzt. Für die Fließgewässer-OWK der Wudritz wird daher die Festlegung von abweichenden Bewirtschaftungszielen empfohlen (Tabelle 116, Anlage 3).

Zur Minderung der grundwasserbürtigen Eiseneinträge im Lorenzgraben (DEBB582564_737) nach dem Prinzip der Quellenbehandlung sind Feldversuche zu sogenannten RAPS Brunnen geplant (Tabelle 113). Zur Sicherung der Repräsentanz ist eine mehrjährige Versuchsdauer erforderlich. Die fristgerechte Umsetzung der Maßnahmen und eine fristgerechte Zielerreichung im Lorenzgraben werden allerdings als unsicher eingeschätzt, zumal auch der Erfolg der Maßnahme nicht gesichert ist. Für den Lorenzgraben wird eine Änderung der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 116 und der Anlage 3 empfohlen.

Die Quelle der Eisenbelastung im Altenoer Fließ (DEBB582568_740) ist lokalisiert und quantifiziert. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit kommen für das Altenoer Fließ bestenfalls naturräumliche Wasserbehandlungsverfahren in Betracht (Tabelle 115). Damit können die Belastungen im Altenoer Fließ deutlich gemindert und die Zielerreichung für die Wudritz gesichert werden. Die Zielerreichung für das Altenoer Fließ selbst ist verfahrenstechnisch nicht möglich. Die Maßnahme ist jedoch für die Minderung der Eisenbelastung der Wudritz unverzichtbar. Für das Altenoer Fließ wird daher eine Änderung der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 116 und Anlage 3 empfohlen.

Tabelle 116: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Wudritz.

OWK ID	Bezeichnung	Empfehlung
DEBB58256_338	Wudritz	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus Oder: Weniger strenge Bewirtschaftungsziele
DEBB58256_339	Wudritz	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus Oder: Weniger strenge Bewirtschaftungsziele
DEBB582564_737	Lorenzgraben	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus Oder: Weniger strenge Bewirtschaftungsziele
DEBB582568_740	Altenoer Fließ	Weniger strenge Bewirtschaftungsziele

6.3.17 Berste

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Berste** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Berste (Bild 50). Für neun von 14 Fließgewässer-OWK im Teilgebiet wurde ein dominanter oder zu prüfender Bergbaueinfluss ausgewiesen (Tabelle 117). Für fünf bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK ist die Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Die Orientierungswerte für **Sulfat, Eisen** und den **pH-Wert** werden nur im Goßmar-Luckauer-Grenzgraben über- bzw. unterschritten, wobei die Abweichungen von den Orientierungswerten für Sulfat und den pH-Wert marginal sind. Die erhöhten Belastungen sind auf den Zufluss aus den Bornsdorfer Teichen sowie weiteren Einträgen aus dem Einzugsgebiet zurückzuführen (Tabelle 117).

Tabelle 117: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Berste.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB58258542_1595	Beke	☐	■	---	---	---
DEBB58258_341	Berste	☐	■	199	1,3	7,3
DEBB58258_342	Berste	■	☐	172	1,3	7,1
DEBB5825844_1238	Brachnachgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5825852_1239	Cahnsdorfer Fließ	■	☐	---	---	---
DEBB5825846_1780	Gehrener Berste	☐	■	---	---	---
DEBB58258344_1594	Goßmar-Luckauer-Grenzgraben	☐	■	251	3,9	6,7
DEBB582586_743	Kaulschegraben	☐	☐	---	---	---
DEBB582586_744	Kaulschegraben	☐	☐	---	---	---
DEBB582584_742	Kohlegraben Luckau	■	☐	135	1,5	6,9
DEBB5825862_1242	Neuer Graben Gersdorf	☐	☐	---	---	---
DEBB5825854_1240	Paseriner Mühlenfließ	☐	■	---	---	---
DEBB5825856_1241	Schuge	☐	☐	---	---	---
DEBB5825834_1237	Ständergraben	☐	■	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

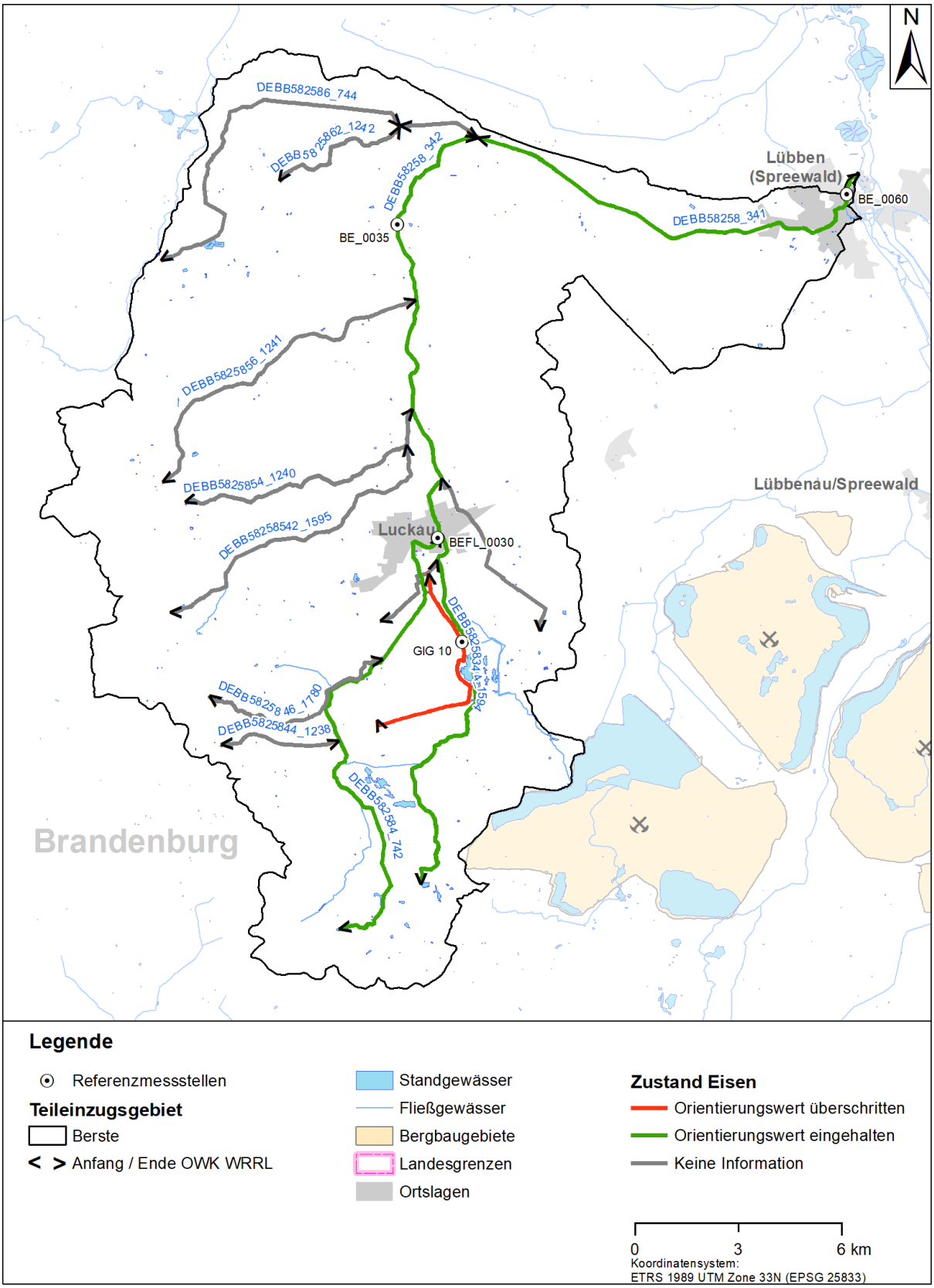


Bild 50: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Berste für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die LMBV führt eine bedarfsabhängige **Entschlammung des Oberlaufs der Berste** durch. Dabei wird neben den klastischen Gewässersedimenten auch der abgelagerte Eisenhydroxidschlamm aus dem Gewässerprofil entfernt. Für den **Wannincher Mühlenbach** im oberen Einzugsgebiet der Berste hat die LMBV eine **Entschlammung** und eine **Anpassung des Gerinneprofils** vorgesehen (Tabelle 118).

Die LMBV prüft den **Ersatz der Stützungswassereinleitung in das Borcheltsfließ** und das **Bergen-Weißacker Moor** aus den jeweiligen Filterbrunneninselbetrieben (vgl. Tabelle 113) durch eine **Wasserüberleitung aus dem Schlabendorfer See**. Dazu ist die Errichtung einer entsprechenden Pumpstation am Schlabendorfer See erforderlich (Tabelle 118).

Tabelle 118: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Berste.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Gewässer-unterhaltung	B000	LMBV	Entschlammung des Oberlaufs der Berste	Laufend	+1	0	+1	0
---	Wasser-einleitung zur Stützung	E555	LMBV	Errichtung einer Pumpstation am Schlabendorfer See zur Wasserüber-leitung in das Borcheltsfließ und Berge-Weißacker Moor	Geplant	+1	-1	+1	+1
---	Land-schafts- und Wasserbau	B011	LMBV	Anpassung und Entschlammung des Abflussprofils Wannincher Mühlen-bach	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 0

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die Berste weist im Oberlauf durch Zuflüsse aus dem Bergen-Weißacker Moor, dem Niedermoor am Horstteich und den Bornsdorfer Teichen eine erhöhte Eisenbelastung auf. Die Eisenbelastung geht auf dem Fließweg durch verdünnende Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet sowie dem natürlichen Eisenrückhalt deutlich zurück. Im Unterlauf liegt die Eisenbelastung der Berste dann unter dem Orientierungswert (Tabelle 117). Die Belastungsverhältnisse können mit dem derzeitigen Zuschnitt des **Fließgewässer-OWK der Berste** (DEBB58258_342) nicht adäquat wiedergegeben werden. Der Gutachter empfiehlt daher eine **Evaluierung** und ggf. eine **Anpassung** des Fließgewässer-OWK (Anlage 2).

Der Gewässerzustand von fünf bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Berste kann mangels Daten derzeit nicht beschrieben werden (Tabelle 117). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung von repräsentative Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1).

Zur **Minderung der Eisenbelastung im oberen Einzugsgebiet der Berste** nach dem Prinzip der Quellenbehandlung wird die Errichtung von naturräumlichen Wasserbehandlungsanlagen am Ablauf des Niedermoors südlich vom Horstteich, am Bergen-Weißacker Moor, am Goßmar-Luckauer Grenzgraben und am Borcheltsbusch empfohlen (Tabelle 119). Vor der Planung der entsprechenden Anlagen sind die Standortverhältnisse am Bergen-Weißacker Moor und am Goßmar-Luckauer Grenzgraben hydrogeologisch und hydrochemisch detailliert zu erkunden (Tabelle 120).

Der Wasserhaushalt des Bergen-Weißacker Moors wird derzeit aus einem Brunnen im Inselbetrieb gestützt. Das Stützungswasser aus dem Brunnen ist schwefelsauer und eisenreich und für das Moor hydrochemisch nicht geeignet. Der Dauerbetrieb des Brunnens ist aus hydrochemischen und wirtschaftlichen Gründen nicht zielführend. Deshalb sollen **Alternativen zum Ersatz der Wasserversorgung des Bergen-Weißacker Moores** geprüft werden (Tabelle 120).

Tabelle 119: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Berste.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Natur-räumliche Wasser-behandlung	N552	LMBV	Anaerober Kalksteindrän im Niedermoor südlich vom Horstteich	Zusätzlich	0	0	+1	+1
		N553	LMBV	Wasserbehandlung des Ablaufs aus dem Bergen-Weißacker Moor	Zusätzlich	0	+1	+1	+1
		N558	LMBV	Errichtung einer naturräumlichen Wasserbehandlungsanlage am Goßmar-Luckauer Grenzgraben	Zusätzlich	0	0	+1	0
		N796	LMBV	Errichtung einer naturräumlichen Wasserbehandlungsanlage am Borcheltsbusch	Zusätzlich	0	0	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 0

Tabelle 120: Übersicht der zusätzlichen konzeptionellen Maßnahmen im Teilgebiet Berste.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N554	LMBV	Örtliche Erkundung des Standortes Bergen-Weißacker Moor: Grundwasserleiter, Grundwasserdynamik, Grundwasser-beschaffenheit	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N559	LMBV	Detailstudie zur Eisenbelastung (Lokalisierung und Identifikation der Quellen, Dynamik) und zu den Möglichkeiten einer lokalen naturräumlichen Wasserbehandlung am Goßmar-Luckauer Grenzgraben	Zusätzlich
---	Studien und Konzepte	N556	LMBV	Prüfung von Alternativen zur Wasserbereitstellung für das Bergen-Weißacker Moor	Zusätzlich

6.3.18 Spree 4.8

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Spree 4.8** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Spree zwischen dem Eingang in den Oberspreewald am Pegel Schmogrow und dem Ausgang des Oberspreewaldes am Pegel Lübben (Bild 51). Für 19 von 23 Fließgewässer-OWK im Teilgebiet wurde entweder ein dominanter oder zu prüfender Bergbaueinfluss ermittelt. Der Gewässerzustand kann für acht Fließgewässer-OWK im Teilgebiet beschrieben werden (Tabelle 121). Für 16 Fließgewässer-OWK ist die Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in sieben Fließgewässer-OWK überschritten. Die erhöhte Sulfatbelastung in der Spree, dem Nordumfluter, dem Südumfluter und der Malxe sind auf bergbaubedingte Sulfateinträge in den oberen Einzugsgebieten der Fließgewässer und deren Verfrachtung mit der fließenden Welle (Fernwirkung) zurückzuführen (vgl.

Abschnitte 6.3.6 und 6.3.9). Die geringfügig erhöhte Sulfatbelastung im A-Graben Nord (DEBB58264_344) wird durch die Zuflüsse aus dem bergbaulich unbeeinflussten Eigeneinzugsgebiet verursacht (Tabelle 121).

Die **Eisenbelastung** liegt nur im bergbaulich unbeeinflussten Fließgewässer-OWK A-Graben Nord (DEBB58264_344) geringfügig über dem Orientierungswert (Tabelle 121 und Bild 51). Die erhöhte Eisenbelastung wird auf Einträge aus dem Eigeneinzugsgebiet, z. B. über Meliorationsgräben, zurückgeführt.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in acht Fließgewässer-OWK eingehalten (Tabelle 121).

Tabelle 121: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 4.8.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB58264_344	A-Graben Nord	☐	☐	214	2,1	7,1
DEBB58264_345	A-Graben Nord	☐	☐	---	---	---
DEBB582572_741	A-Graben Steinkirchen	☐	■	---	---	---
DEBB582646_748	Alt-Zaucher Spree	☐	☐	---	---	---
DEBB5825512_1234	Bürgerfließ	☐	■	---	---	---
DEBB58262_343	Burg-Lübbener Kanal	☐	■	---	---	---
DEBB58254142_2018	Dissen-Striesower Grenzgraben	☐	■	---	---	---
DEBB5826212_1243	Kleine Spree	☐	■	---	---	---
DEBB582644_747	Klein-Leiner-Fließ	☐	☐	---	---	---
DEBB582622_745	Malxe und Großes Fließ	■	☐	313	1,4	7,3
DEBB5826214_1244	Mittelkanal	☐	■	---	---	---
DEBB582622996_2026	Mittelkanal	☐	■	---	---	---
DEBB58253992_1576	Neue Spree	☐	■	---	---	---
DEBB58253992_1577	Neue Spree	☐	■	---	---	---
DEBB58253992_1578	Neue Spree	☐	■	---	---	---
DEBB582622992_1684	Nordfließ	☐	■	---	---	---
DEBB582622994_1685	Nordfließ	☐	■	---	---	---
DEBB5825412_1220	Nordgraben Werben	☐	■	---	---	---
DEBB5826_117	Nordumfluter	☐	■	336	0,7	7,2
DEBB5826_118	Nordumfluter	☐	■	329	0,6	7,3
DEBB582_40	Spree	■	☐	291	0,9	7,1
DEBB5825414_1221	Südgraben	☐	■	124	1,5	7,0
DEBB58254_337	Südumfluter	■	☐	378	1,2	7,1

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 55 in Abschnitt 6.3.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

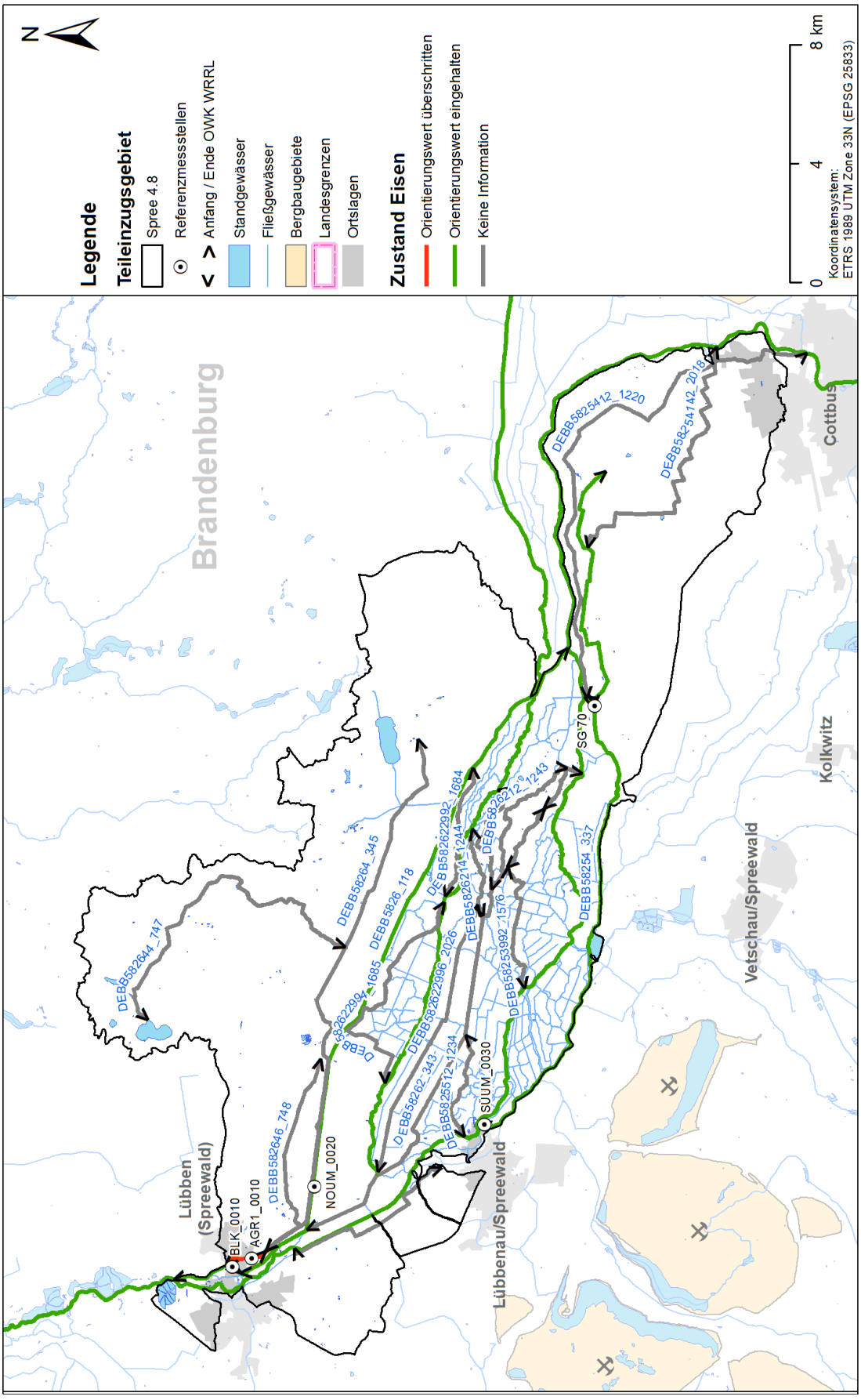


Bild 51: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Spree 4.8 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Für das Teilgebiet Spree 4.8 sind keine relevanten technischen oder konzeptionellen Bestandsmaßnahmen mit Bergbaubezug bekannt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die **Fließgewässer-OWK** der **Spree** (DEBB582_40) und der **Malxe** (DEBB582622_745) sind mit rund 90 bzw. 45 Kilometer sehr lang und erstrecken sich über mehrere Teilgebiete. Die OWK nehmen auf der Fließstrecke neben bergbaulichen Einflüssen weitere anthropogene und natürliche Einflüsse auf und ändern dementsprechend ihren Zustand. Der Gutachter empfiehlt daher eine **Evaluierung** und ggf. eine feinere **Untergliederung** der vorgenannten Fließgewässer-OWK (Anlage 2).

Der Gewässerzustand von 13 bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet kann mangels Daten derzeit nicht beschrieben werden (Tabelle 117). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1).

Das System der **Wechselwirkungen zwischen den Fließgewässern und dem Grundwasser** im Oberspreewald ist derzeit nur unzureichend verstanden. Ein gutes Verständnis des Systems ist aber für verschiedene Fragestellungen der Wassermengenbewirtschaftung (z. B. die Aufklärung der sommerlichen Wasserverluste im Spreewald) sowie der Wassergütebewirtschaftung (z. B. die Sulfatbilanz des Spreewaldes) von maßgeblicher Bedeutung. Zur Vertiefung des Kenntnisstandes empfiehlt der Gutachter daher eine flächendeckende Erkundung des obersten Grundwasserleiters im Spreewald (Tabelle 122).

Tabelle 122: Übersicht der zusätzlichen konzeptionellen Maßnahmen im Teilgebiet Spree 4.8.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N643	LMBV	Flächendeckende Grundwassererkundung im obersten GWL im Spreewald zur Klärung der Wechselwirkungen mit den Fließ-gewässern	Zusätzlich

6.4 Schwarze Elster

6.4.1 Flusseinzugsgebiet

Gewässerzustand

Der Orientierungswert für **Sulfat** wird nur im Fließgewässer-OWK Schwarze Elster-1 (DESN_538-1) geringfügig überschritten (Tabelle 123). Die Sulfatbelastung entspricht etwa der natürlichen geogenen Hintergrundbelastung. Eine bergbauliche Beeinflussung kann als Ursache für die Sulfatbelastung ausgeschlossen werden.

In den bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK der Schwarzen Elster werden die Orientierungswerte für Sulfat dagegen formal eingehalten (Tabelle 123). Diese Feststellung steht zumindest für den brandenburgischen Fließgewässer-OWK der Schwarzen Elster (DEBB538_31) im Widerspruch zur Darstellung im Bild 52. Hier ist zu erkennen, dass die Sulfatbelastung der Schwarzen Elster im Abschnitt zwischen der Einmündung der Rainitza und der Einmündung der Kleinen Elster deutlich über dem Orientierungswert liegt. Die erhöhte Sulfatbelastung in diesem Gewässerabschnitt ist auf die Zuflüsse sulfatreichen Wassers aus den bergbaulich beeinflussten Einzugsgebieten der Rainitza, der Pößnitz und des Hammergrabens zurückzuführen. Durch die Zuflüsse von sulfatarmen Wasser aus den bergbaulich unbeeinflussten Einzugsgebieten der Großen Röder und der Pulsnitz wird die Sulfatkonzentration im Unterlauf der Schwarzen Elster wieder verdünnt.

Das sich die erhöhte Sulfatbelastung im Mittellauf des Fließgewässer-OWK nicht im Gewässerzustand abbildet, erklärt sich aus dem Zuschnitt des OWK und dem Verfahren zur Festlegung der repräsentativen Messstelle (vgl. Abschnitt 6.1.1). Der Fließgewässer-OWK DEBB538_31 ist mit rund 87 Kilometer sehr lang und reicht von der Landesgrenze Sachsen/Brandenburg bis zur Landesgrenze Brandenburg/Sachsen-Anhalt. Der OWK unterliegt auf dem Fließweg sowohl bergbaulichen als auch anthropogenen Einflüssen und verändert dementsprechend seinen Zustand. Mit dem in Abschnitt 6.1.1 erläuterten Verfahren wurde dem OWK für die Beschreibung des Gewässerzustandes eine Messstelle im Unterlauf zugeordnet. Dies führt dazu, dass die starke bergbauliche Beeinflussung im Mittellauf (siehe Bild 52) bei der Beschreibung des Gewässerzustandes nicht abgebildet wird. Um die Änderung des Gewässerzustandes auf dem Fließweg adäquat abzubilden, ist eine feinere Untergliederung des Fließgewässer-OWK DEBB538_31 notwendig.

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in drei Fließgewässer-OWK der Schwarzen Elster überschritten (Tabelle 123). Die erhöhte Eisenbelastung im Oberlauf der Schwarzen Elster (Schwarze Elster-3, Schwarz Elster-4) wird auf Eiseneinträge aus Meliorationsgräben, dem Rocknitzgraben, dem Vincenzgraben und dem Westrandgraben zurückgeführt (Bild 53). Der Vincenzgraben leitet den Bilanzüberschuss des Dubringer Moors ab. Über den Westrandgraben wird das in den Horizontalfilterbrunnen Hoyerswerda gehobene eisenreiche Grundwasser abgeleitet. Die Eiseneinträge aus den bergbaulich beeinflussten Einzugsgebieten der Pößnitz und des Hammergrabens führen im Mittelauf der Schwarzen Elster (Fließgewässer-OWK DEBB538_31) zu einem deutlichen Anstieg der Eisenbelastung. Durch Verdünnung mit bergbaulich unbeeinflusstem Wasser und dem natürlichen Eisenrückhalt geht die Eisenkonzentration im weiteren Verlauf der Schwarzen Elster wieder zurück, sinkt aber nicht unter den Orientierungswert ab (Bild 53, Tabelle 123).

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird nur im Fließgewässer-OWK Schwarze Elster-3 geringfügig unterschritten (Tabelle 123). Der verringerte pH-Wert wird auf die Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet zurückgeführt. Wie aus Bild 54 hervorgeht, liegt der pH-Wert der

Schwarzen Elster im Abschnitt zwischen Biehlen und Bad Liebenwerda in Folge der bergbaulich beeinflussten Zuflüsse aus der Pößnitz und aus dem Hammergraben deutlich unter dem Orientierungswert. Durch die nachfolgenden Zuflüsse aus den bergbaulich unbeeinflussten Einzugsgebieten der Pulsnitz und der Großen Röder steigt der pH-Wert in der Schwarzen Elster auf dem weiteren Fließweg wieder an (Bild 54). Um die beschriebenen Veränderungen des Gewässerzustandes innerhalb des Fließgewässer-OWK DEBB538_31 adäquat abzubilden, ist eine feinere Untergliederung des Fließgewässer-OWK erforderlich.

Tabelle 123: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK der Schwarzen Elster zwischen Kamenz und Herzberg.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Teilgebiet	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
			Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_538-1	Schwarze Elster-1	Schwarze Elster 1.4	☐	☐	86	0,7	7,2
DESN_538-2	Schwarze Elster-2	Schwarze Elster 1.4	☐	☐	95	0,5	7,1
DESN_538-3	Schwarze Elster-3	Schwarze Elster 1.4	■	☐	119	3,3	6,6
DESN_538-4	Schwarze Elster-4	Schwarze Elster 2.4	■	☐	106	2,0	7,2
DEBB538_31	Schwarze Elster	Schwarze Elster 2.4 bis 4.4	■	☐	182	2,8	7,0

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Tabelle 124: Erläuterung der Symbolik zum Bergbaueinflusses

Symbol	Erläuterung
☐	kein Bergbaueinfluss vorhanden
■	Bergbaueinfluss vorhanden

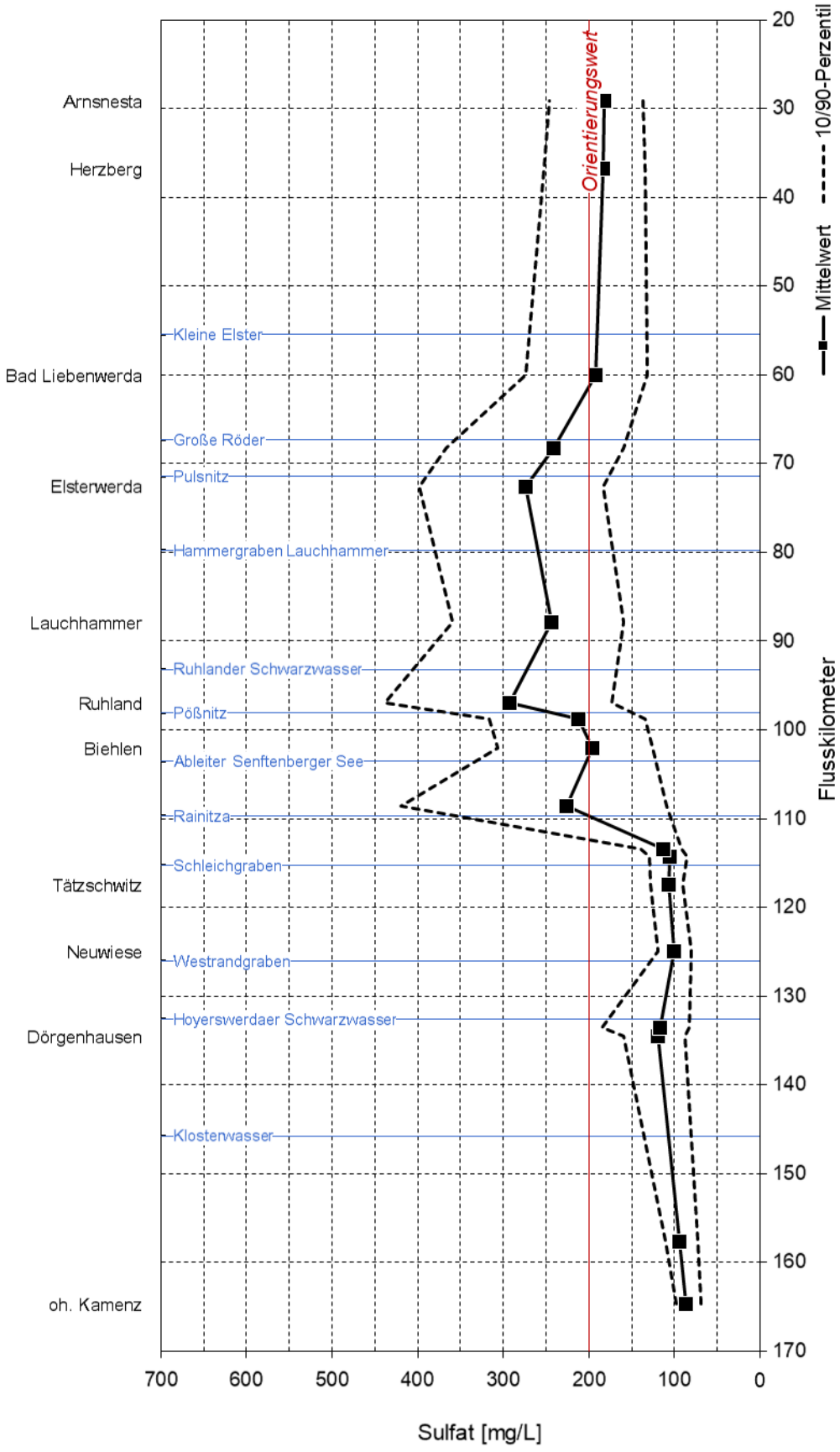


Bild 52: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Sulfatkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Schwarzen Elster.

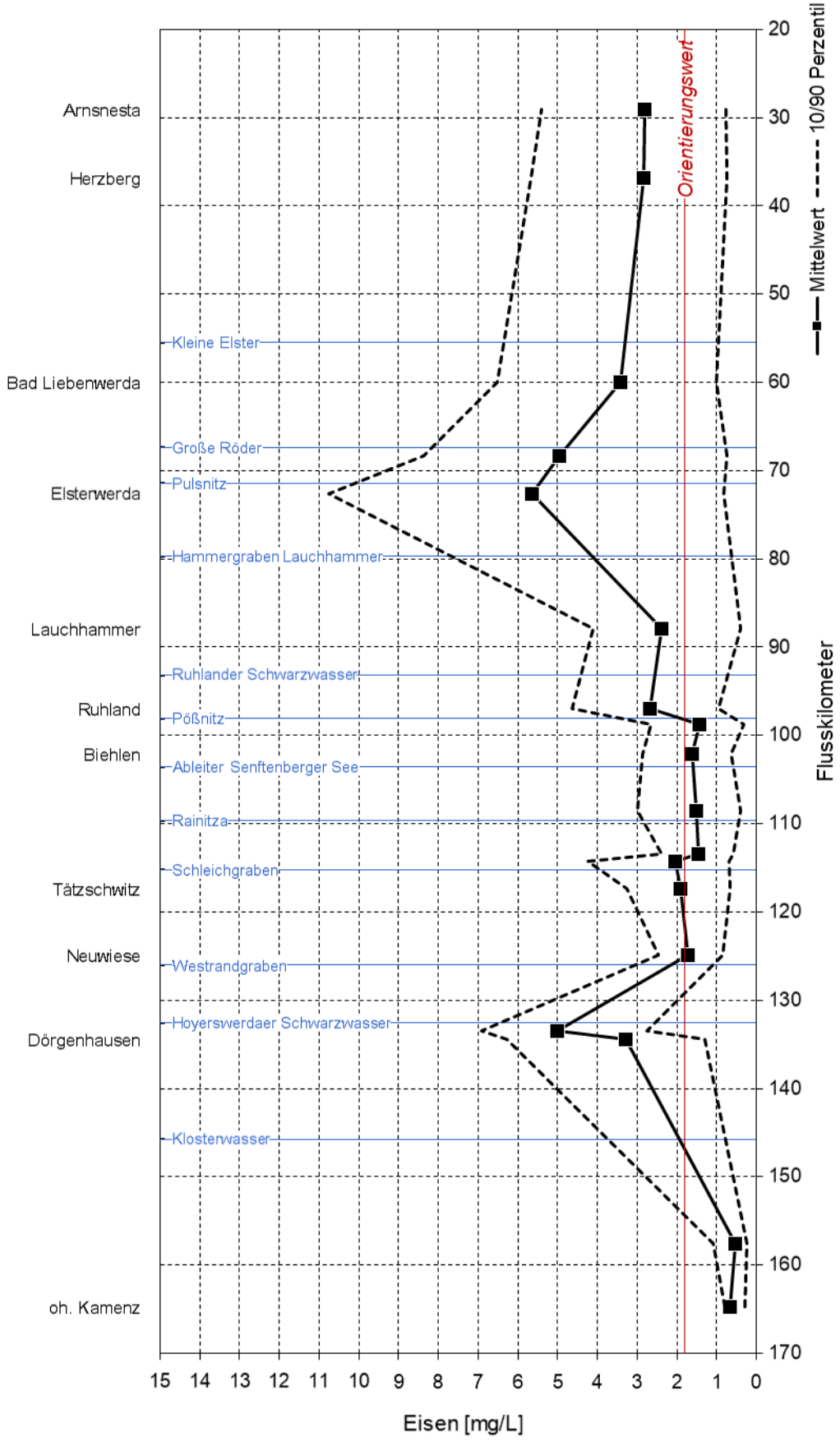


Bild 53: Mittelwerte und 10/90-Perzentile der Eisenkonzentration (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Schwarzen Elster.

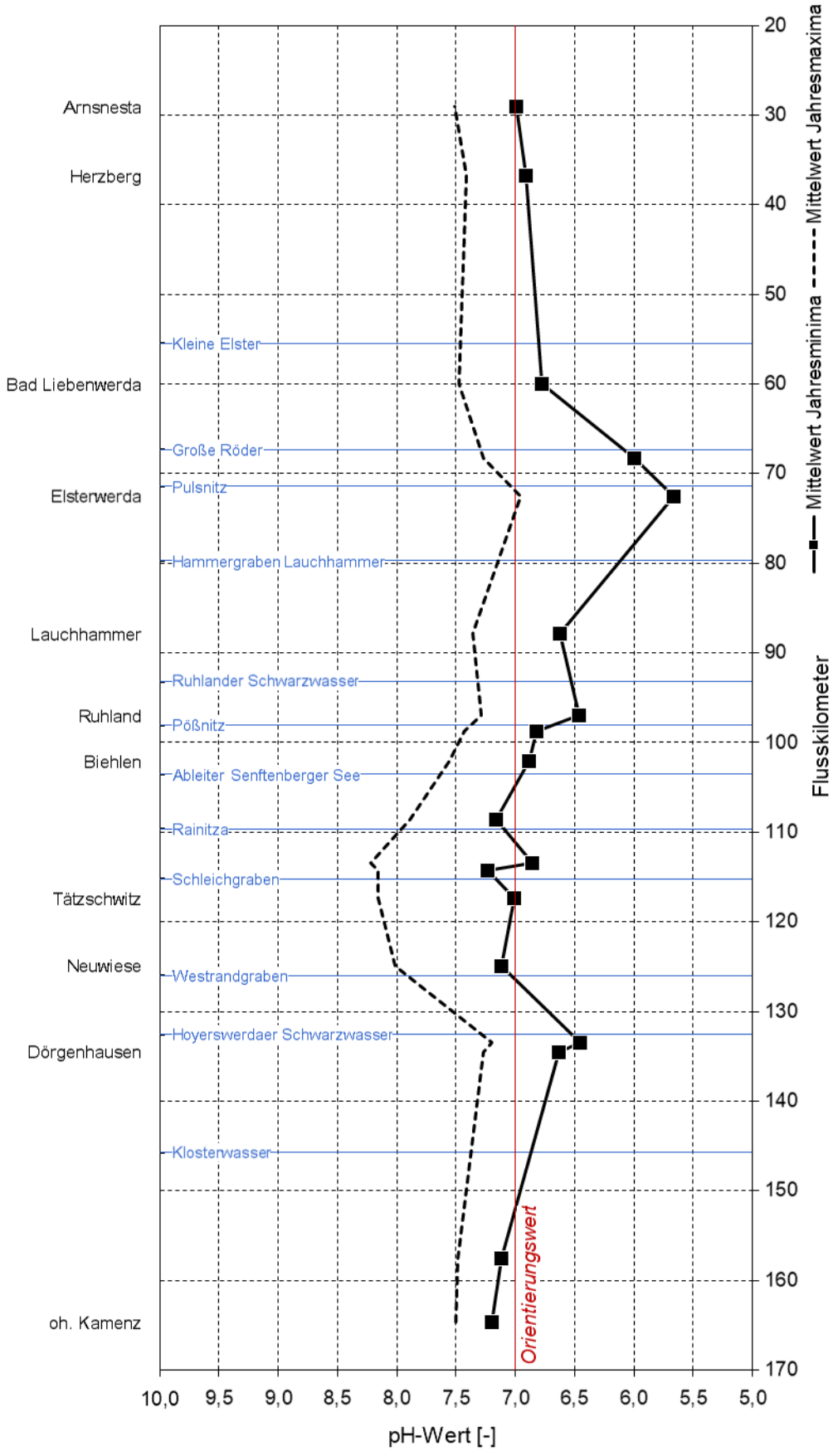


Bild 54: **Mittelwerte der jährlichen Minima und Maxima des pH-Wertes (hydrologische Jahre 2010-2017) im Längsschnitt der Schwarzen Elster.**

Derzeitige Maßnahmen

Das Ziel des Sanierungsbergbaus ist die Herstellung einer nachbergbaulichen Landschaft, die dem Grundsatz eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes möglichst nahekommt. Dafür wurden bzw. werden im Auftrag der LMBV **wasserwirtschaftliche Konzeptionen** erarbeitet, die die Aspekte Gewässernetz, Wasserdargebot und Wasserbeschaffenheit zu einem ganzheitlichen Ansatz zusammenführen und daraus Vorschläge für die Gestaltung des nachbergbaulichen Wasserhaushaltes ableiten. Wasserwirtschaftliche Konzeptionen wurden bislang für die Sanierungsbereiche Heide, Schwarzheide und Lauchhammer entwickelt (Tabelle 125).

Im Auftrag der LMBV wurde ein **Wassergütebewirtschaftungsmodell für das Einzugsgebiet der Schwarzen Elster** zwischen dem Pegel Neuwiese und Elsterwerda entwickelt. Der Modellansatz ist mit dem des Gütesteuermodells Spree (vgl. Tabelle 56) vergleichbar. Im Unterschied zum GSM Spree nutzt das Wassergütebewirtschaftungsmodell Schwarze Elster die Wassermengenbilanz des Langfristbewirtschaftungsmodells WBalMo "Spree-Schwarze Elster" (vgl. Tabelle 51) und kann neben Sulfat noch eine Vielzahl anderer chemischer Kennwerte berücksichtigen. Mit dem Modell können die Auswirkungen der Wassermengenbewirtschaftung im Flussgebiet auf die Wasserbeschaffenheit der Schwarzen Elster prognostiziert werden (Tabelle 125).

Tabelle 125: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Flussgebiet der Schwarzen Elster.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
Wasserwirt-schaftliche Konzeptionen Schwarze Elster	Studien und Konzepte	E722	LMBV	Wasserwirtschaftliche Konzeption Heide	Abge-schlossen
		E720	LMBV	Wasserwirtschaftliche Konzeption Schwarzheide	Abge-schlossen
		E721	LMBV	Wasserwirtschaftliche Konzeption Lauchhammer	Laufend
---	Modellie-rung	B149	LMBV	Entwicklung eines Wassergütebewirtschaftungsmodells für das Einzugsgebiet der Schwarzen Elster zwischen dem Pegel Neuwiese und Elsterwerda	Abge-schlossen

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der **Fließgewässer-OWK Schwarze Elster** (DEBB538_31) ist mit rund 87 Kilometer sehr lang und unterliegt auf dem Fließweg sowohl bergbaulichen als auch weiteren anthropogenen Einflüssen, was zu entsprechenden Veränderungen des Gewässerzustandes führt (vgl. Bild 52, Bild 53 und Bild 54). Um diese Zustandsänderungen auf dem Fließweg adäquat abzubilden (vgl. Tabelle 123), wird eine **Evaluierung** und ggf. feinere Untergliederung des Fließgewässer-OWK empfohlen (Anlage 2).

6.4.2 Schwarze Elster 1.4

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Schwarze Elster 1.4** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Schwarzen Elster zwischen ihrer Quelle und der Einmündung des Hoyerswerdaer Schwarzwassers bei Hoyerswerda. Das Teilgebiet beinhaltet neun Fließgewässer-OWK. Für einen Fließgewässer-OWK wurde ein dominanter Bergbaueinfluss und für einen weiteren ein zu prüfender Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 126 und Bild 55).

Tabelle 126: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_538114-1	Jauer	☐	☐	104	0,6	7,1
DESN_538112	Langes Wasser	☐	☐	81	0,3	7,3
DESN_538118	Rocknitzgraben	☐	☐	35	3,1	6,9
DESN_538-1	Schwarze Elster-1	☐	☐	86	0,7	7,2
DESN_538-2	Schwarze Elster-2	☐	☐	95	0,5	7,1
DESN_538-3	Schwarze Elster-3	■	☐	119	3,3	6,6
DESN_538116-1	Schwosdorfer Wasser-1	☐	☐	69	0,3	7,3
DESN_538116-2	Schwosdorfer Wasser-2	☐	☐	75	0,9	7,1
DESN_538134	Vincenzgraben	☐	■	171	7,4	4,1

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in drei bergbaulich unbeeinflussten Fließgewässer-OWK überschritten (Tabelle 126). Die Sulfatbelastung in den Fließgewässer-OWK Langes Wasser und Schwarze Elster-1 liegt nur geringfügig über dem Orientierungswert und entspricht etwa der natürlichen geogenen Hintergrundbelastung. Die erhöhte Sulfatbelastung im Vincenzgraben wird auf Einträge aus dem Dubringer Moor, dem oberhalb des Moores gelegenen ehemaligen Braunkohlentagebau Zeißholz sowie den zwei Grauwackesteinbrüche im Einzugsgebiet zurückgeführt. Der Anteil des Braunkohlenbergbau an der Sulfatbelastung des Vincenzgrabens kann derzeit nicht eingeschätzt werden.

Die **Eisenbelastung** liegt in drei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes über den Orientierungswerten (Tabelle 126). Die erhöhte Eisenbelastung im Rocknitzgraben wird auf Zuflüsse aus Meliorationsgräben im Einzugsgebiet zurückgeführt. Die erhöhte Eisenbelastung im Fließgewässer-OWK Schwarze Elster-3 wird durch Eiseneinträge aus dem Rocknitzgraben sowie aus Meliorationsgräben im Einzugsgebiet verursacht. Nach Einschätzung des Gutachters ist die Eisenbelastung in den Fließgewässer-OWK Rocknitzgraben und Schwarze Elster-3 nicht bergbaubedingt (Bild 55). Die erhöhte Eisenbelastung im Vincenzgraben wird auf Eiseneinträge aus dem Dubringer Moor, dem oberhalb des Moores gelegenen ehemaligen Braunkohlentagebau Zeißholz sowie den zwei Grauwackesteinbrüchen im Einzugsgebiet zurückgeführt. Für den Vincenzgraben wird von einer anteiligen Beeinflussung durch den Braunkohlenbergbau ausgegangen (Bild 55).

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in zwei Fließgewässer-OWK nicht eingehalten (Tabelle 126). Die Versauerung im Vicenzgraben wird auf den Zufluss von saurem Wasser aus dem Dubringer Moor, dem ehemaligen Braunkohlentagebau Zeißholz sowie den zwei Grauwackesteinbrüchen im Einzugsgebiet zurückgeführt. Im Fließgewässer-OWK Schwarze Elster-3 wird die Zielvorgabe für den pH-Wert nur geringfügig unterschritten. Als Ursache werden die Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet vermutet. Für den Fließgewässer-OWK Schwarze Elster-3 wird nicht von einem relevanten bergbaulichen Einfluss ausgegangen.

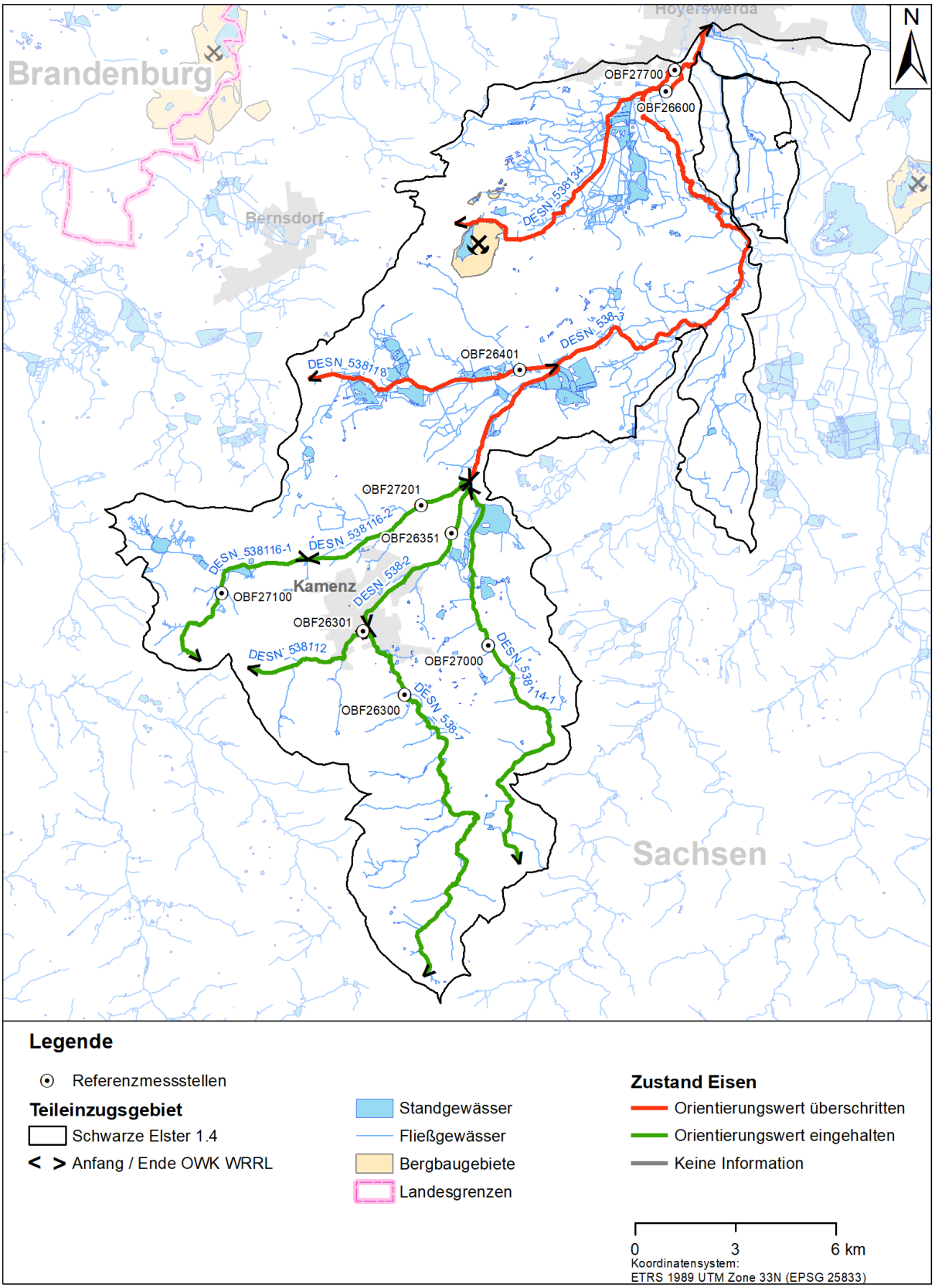


Bild 55: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Im Auftrag des LfULG wird derzeit ein **Vorhabens- und Sanierungsplan für den Vincenzgraben** entwickelt. Im Rahmen der Bearbeitung sollen Maßnahmen zur Minderung der Stoffbelastung des Vincenzgrabens und zum Schutz des Dubringer Moores abgeleitet werden (Tabelle 127).

Tabelle 127: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	E807	LfULG	Erarbeitung eines Vorhabens- und Sanierungsplans für den Vincenzgraben	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Nach Einschätzung des Gutachters sind die Über- bzw. Unterschreitungen der Orientierungswerte in den Fließgewässer-OWK Rocknitzgraben und Schwarze Elster-3 nicht bergbaubedingt. Für diese Fließgewässer-OWK wird daher kein Handlungsbedarf gesehen.

Die erhöhte Sulfat- und Eisenbelastung sowie die Versauerung des Vincenzgrabens sind zumindest anteilig auf den Einfluss des Braunkohlenbergbaus zurückzuführen. Welchen Anteil der Braunkohlenbergbau an der Stoffbelastung des Vincenzgrabens hat, kann derzeit nicht gesagt werden. Im Rahmen des derzeit in Entwicklung befindlichen Vorhabens- und Sanierungsplans für den Vincenzgraben werden bereits Maßnahmen zur Minderung der Stoffbelastung abgeleitet (Tabelle 127). Der Gutachter geht davon aus, dass die im Vorhabens- und Sanierungsplan vorgeschlagenen Maßnahmen geeignet sind, die Stoffbelastung des Vincenzgrabens substanziell zu mindern. Die Empfehlung weiterer Maßnahmen wird daher aktuell nicht als notwendig erachtet.

Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungszielen

Für den Vincenzgraben (DESN_538134) werden im Rahmen eines Vorhabens- und Sanierungsplanes derzeit Maßnahmen zur Minderung der Stoffbelastung entwickelt (siehe Tabelle 127). Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahmen kann noch nicht skizziert werden. Die fristgerechte Umsetzung der Maßnahmen und die fristgerechte Zielerreichung bis zum Jahr 2027 werden als unsicher eingeschätzt. Für den Fließgewässer-OWK Vicenzgraben wird daher eine Änderung der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 128 und Anlage 3 empfohlen.

Tabelle 128: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 1.4.

OWK ID	Bezeichnung	Empfehlung
DESN_538134	Vincenzgraben	Fristverlängerung über die normative Laufzeit der EG-WRRL hinaus

6.4.3 Hoyerswerdaer Schwarzwasser

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Hoyerswerdaer Schwarzwasser** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Hoyerswerdaer Schwarzwassers von der Quelle bis zur Einmündung in die Schwarze Elster mit dem Bergbaufolgesee Speicher Knappenrode (Knappensee) (Bild 56). Das Teilgebiet beinhaltet insgesamt 11 Fließgewässer-OWK, wobei für drei OWK ein dominanter Bergbaueinfluss ermittelt wurde (Tabelle 129).

Tabelle 129: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hoyerswerdaer Schwarzwasser.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_5381462	Bolbritzer Wasser	☐	☐	136	1,2	7,1
DESN_538149922	Doberschuetzer Wasser	■	☐	80	0,7	7,0
DESN_53814-1	Hoyerswerdaer Schwarzwasser-1	☐	☐	88	0,6	7,4
DESN_53814-2	Hoyerswerdaer Schwarzwasser-2	☐	☐	108	1,0	7,4
DESN_53814-3	Hoyerswerdaer Schwarzwasser-3	■	☐	98	1,1	7,3
DESN_538144	Langes Wasser	☐	☐	105	0,8	7,4
DESN_538146	Milkwitzer Wasser	☐	☐	120	1,4	7,3
DESN_538148	Puschwitzer Wasser	☐	☐	163	1,2	7,1
DESN_5381412	Schwarzwasser	☐	☐	71	0,8	7,0
DESN_538142	Silberwasser	☐	☐	91	0,6	7,4
DESN_53814992	Wudra	■	☐	81	1,2	7,4

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1

Die **Sulfatbelastung** liegt in vier Fließgewässer-OWK des Teilgebietes über den Orientierungswerten (Tabelle 129). Außer im Puschwitzer Wasser liegt die Sulfatbelastung etwa auf dem Niveau der natürlichen geogenen Hintergrundbelastung. Die Ursache für die erhöhte Sulfatbelastung im Puschwitzer Wasser ist nicht bekannt. Eine Beeinflussung durch Braunkohlenbergbau wird vom Gutachter in allen vier Fällen als Ursache ausgeschlossen.

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in zwei Fließgewässer-OWK im oberen Einzugsgebiet des Hoyerswerdaer Schwarzwassers überschritten (Tabelle 129 und Bild 56). Die Ursachen der erhöhte Eisenbelastungen sind nicht bekannt. Eine bergbauliche Beeinflussung wird als Ursache ausgeschlossen.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in allen Fließgewässer-OWK des Teilgebietes eingehalten (Tabelle 129).

Derzeitige Maßnahmen

Für das Teilgebiet Hoyerswerdaer Schwarzwasser sind keine relevanten technischen oder konzeptionellen Maßnahmen bekannt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Die Über- bzw. Unterschreitungen der Orientierungswerte für Sulfat und Eisen bzw. für den pH-Wert sind nach Einschätzung des Gutachters nicht auf den Einfluss des Braunkohlenbergbaus zurückzuführen. Ein Bedarf für zusätzliche Maßnahmen besteht daher nicht.

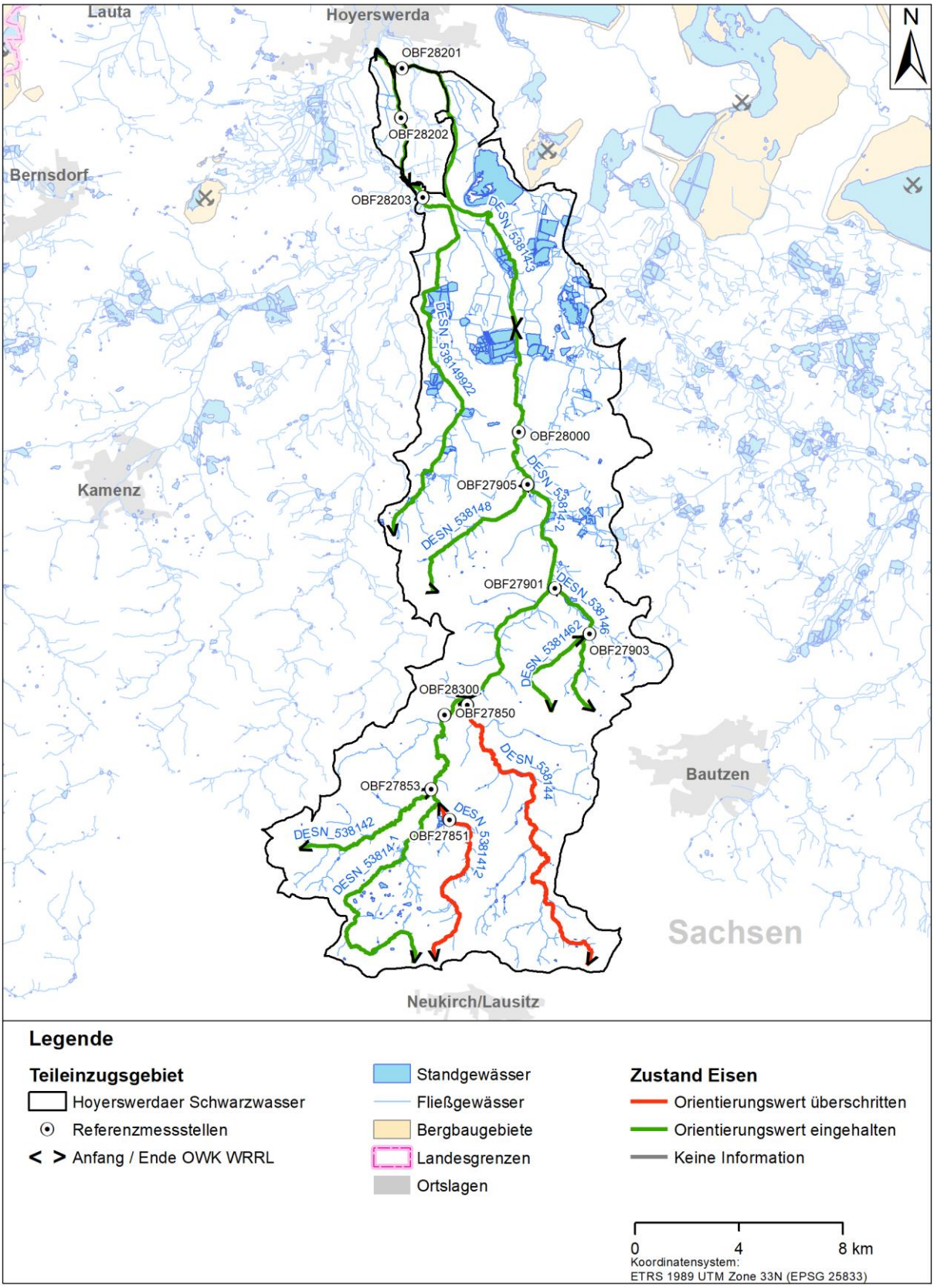


Bild 56: Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hoyerswerdaer Schwarzwasser für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.

6.4.4 Schwarze Elster 2.4

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Schwarze Elster 2.4** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Schwarzen Elster zwischen der Einmündung des Hoyerswerdaer Schwarzwassers und der Einmündung des Schleichgrabens und schließt die Bergbaufolgeseen Erikasee, Lugteich, Kortitzmühle, Heide V und Heide VI ein (Bild 57). Für alle drei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes wurde ein dominanter Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 130).

Der Orientierungswert für **Sulfat** wird nur im Schleichgraben geringfügig überschritten (Tabelle 130). Die erhöhte Sulfatbelastung wird auf die Zuflüsse aus dem bergbaulich beeinflussten oberen Einzugsgebiet zurückgeführt. Die konkreten Eintragsbereiche sind nicht bekannt.

Die **Eisenbelastung** liegt in allen drei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes über den Orientierungswerten (Tabelle 130 und Bild 57). Die stark erhöhte Eisenbelastung im Schleichgraben wird auf Eiseneinträge im bergbaulich beeinflussten Einzugsgebiet zurückgeführt. Die konkreten Eintragsbereiche des Eisens sind nicht bekannt. Nach der Passage des Erikasees liegt die Eisenbelastung des Schleichgrabens vor der Einmündung in die Schwarze Elster allerdings unter 1 mg/L. Die geringfügig erhöhte Eisenbelastung im OWK Schwarze Elster-4 wird durch den Zufluss des Westrandgrabens Hoyerswerda verursacht. Die Ursachen für die Eisenbelastung im OWK DEBB538_31 sind in Abschnitt 6.3.1 dargestellt.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in allen OWK des Teilgebietes eingehalten (Tabelle 130).

Tabelle 130: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DESN_538154	Schleichgraben	■	□	281	17,9	6,5
DESN_538-4	Schwarze Elster-4	■	□	106	2,0	7,2
DEBB538_31	Schwarze Elster	■	□	182	2,8	7,0

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1

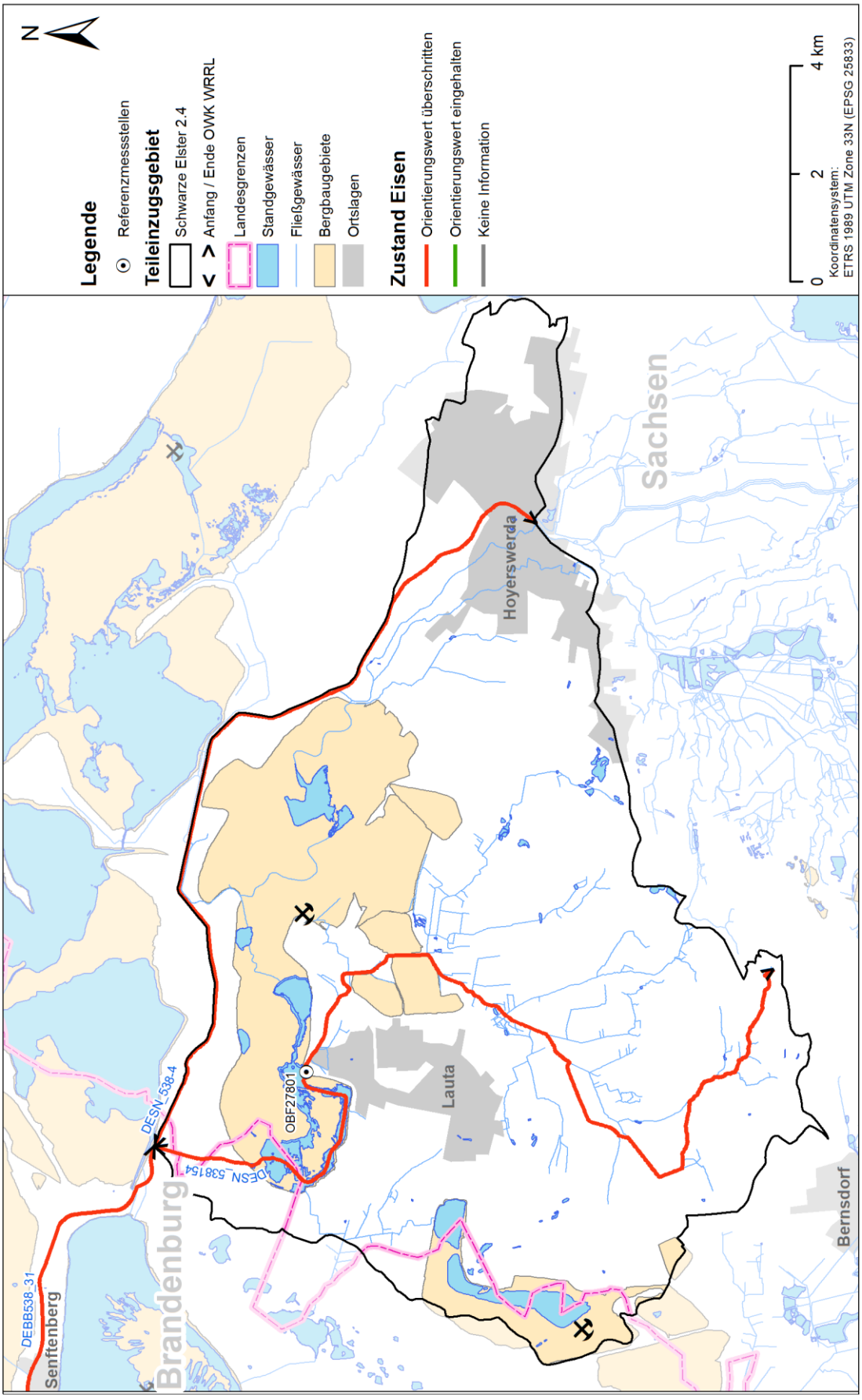


Bild 57: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Der **Bergbaufolgesee Lugteich** wird derzeit nur durch Grundwasseraufgang geflutet. Nach Planungen der LMBV soll die Flutung des Lugteichs perspektivisch durch die Einleitung von Wasser aus der Schwarzen Elster und aus dem Westrandgraben unterstützt werden. Das entsprechende Flutungsbauwerk existiert bereits (Tabelle 131).

Zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs auf die Infrastruktur und Bausubstanz in der Stadt **Hoyerswerda** wurde eine Grundwasserhaltung mit **Horizontalfilterbrunnen** errichtet. Derzeit sind drei Horizontalfilterbrunnen in Betrieb. Das gefasste Grundwasser wird in den **Westrandgraben** eingeleitet und von dort mit dem Gebietsdargebot des Westrandgrabens in die Schwarze Elster abgeleitet. Sowohl das Sümpfungswasser als auch das Gebietsdargebot sind eisenhaltig und versauerungsdisponiert. Zur Anhebung des pH-Wertes und Minderung der Eisenbelastung im Westrandgraben vor der Einmündung in die Schwarze Elster betreibt die LMBV eine **temporäre Konditionierungsanlage** am Westrandgraben als End-of-pipe-Lösung. Die Eisenbelastung im Westrandgraben wird durch die Konditionierungsanlage derzeit allerdings nur unzureichend gemindert. Um den Eisenrückhalt zu verbessern, ist eine Ertüchtigung der Konditionierungsanlage geplant (Tabelle 131).

Die Wasserbeschaffenheit im Westrandgraben sowie der Grundwasserstand und die Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Horizontalfilterbrunnen Hoyerswerda werden von der LMBV im Rahmen gesonderter **Monitoringprogramme** überwacht (Tabelle 132).

Tabelle 131: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maßnahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
---	Fremdflutung und Nachsorge	B336	LMBV	Flutung des Lugteichs aus der Schwarzen Elster und dem Westrandgraben	Geplant	+1	+1	+1	+1
Horibrunnen Hoyerswerda	Wasserhaltung	E741	LMBV	Grundwasserabsenkung in der Ortslage Hoyerswerda mit 3 Horizontalfilterbrunnen	Laufend	+1	0	0	0
	Wasserüberleitung	E742	LMBV	Überleitung des in den Horizontalfilterbrunnen Hoyerswerda gefassten Grundwassers in den Westrandgraben	Laufend	+1	-1	-1	-1
---	Naturräumliche Wasserbehandlung	E675	LMBV	Betrieb einer temporären Konditionierungsanlage am Westrandgraben	Laufend	0	0	+1	+1
---	Naturräumliche Wasserbehandlung	E731	LMBV	Ertüchtigung der temporären Konditionierungsanlage am Westrandgraben	Geplant	0	0	+1	+1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 132: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
Horibrunnen Hoyerswerda	Monitoring	B341	LMBV	Wasserbeschaffenheit in den Fließgewässern im Bereich Horibrunnen Hoyerswerda	Laufend
		B343	LMBV	Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit im Bereich Horibrunnen Hoyerswerda	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der **Fließgewässer-OWK Schleichgraben** (DESN_538154) wird durch die Passage des Erikasees unterbrochen (vgl. Bild 57). Im Erikasee wird der überwiegende Teil der aus dem Oberlauf des Schleichgrabens eingetragenen Eisenfracht zurückgehalten. Die Wasserbeschaffenheit am Ablauf des Erikasees wird zudem durch den Zufluss aus dem Goldgräbchen beeinflusst. Der Gewässerzustand im Unterlauf des Schleichgrabens ist damit weitgehend unabhängig vom Zustand im Oberlauf. Um diese Änderung des Gewässerzustandes innerhalb des OWK adäquat abzubilden, empfiehlt der Gutachter eine **Evaluierung** und ggf. eine feinere Untergliederung des Fließgewässer-OWK Schleichgraben (Anlage 2).

Die bei der Entschlammung von eisenbelasteten Fließgewässern (z. B. Greifenhainer Fließ, Eichower Fließ, Vetschauer Mühlenfließ) in großer Kubatur anfallenden eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimente müssen verbracht werden. Da es sich überwiegend um nicht gefährliche Stoffe handelt, ist deren Einlagerung in Resträumen des Sanierungsbergbaus eine umweltverträgliche und wirtschaftliche Option. Der Gutachter empfiehlt daher die vertiefende Prüfung der **Nutzung der Industriellen Absetzanlage (IAA) Heide V zur Einlagerung von eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimenten** (Tabelle 133).

Tabelle 133: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Wasser-behandlung Heide V/VI	Gewässer-unter-haltung	N671	LMBV	Nutzung des RL Heide V zur Verspülung von eisenhydroxid-haltigen Gewässersedimenten	Zusätzlich	0	0	0	0
	Wasser-behandlung in Anlagen	N672	LMBV	Behandlung des Verdrängungs-wassers aus der IAA Heide V bei Nutzung derselben als Stapelraum für eisenhydroxidhaltige Gewässer-sedimente und des Überschuss-wassers aus Heide VI	Zusätzlich	0	0	+1	+1
	Wasser-überleitung	N673	LMBV	Fassung und Überleitung des Abflusses der Kippenfußdränage Hosena in das RL Heide VI	Zusätzlich	0	-1	-1	-1

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß der Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 134: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 2.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N674	LMBV	Erkundung der Eiseneintragsquellen im Einzugsgebiet des Goldgräbchens	Zusätzlich
		N730	LMBV	Erkundung der Eiseneintragsquellen im oberen Einzugsgebiet des Schleichgrabens	Zusätzlich

Das Wasser des **Bergbaufolgesees Heide VI** ist stark sauer und eisenhaltig. Das Seewasser muss vor der Ausleitung in den Hosenaer Grenzgraben behandelt werden. Der Gutachter empfiehlt die Errichtung einer entsprechenden **Wasserbehandlungsanlage** (WBA) unter Nutzung des alkalischen Wassers aus der IAA Heide V. Das stärker saure und eisenhaltige Wasser der **Kippenfußdränage Hosena** kann in der WBA mitbehandelt werden (Tabelle 133).

Die stark erhöhte **Eisenbelastung im Oberlauf des Schleichgrabens** wird durch Einträge aus dem bergbaulich beeinflussten oberen Einzugsgebiet verursacht. Die konkreten Eintragsbereiche und Quellstärken sind derzeit nicht bekannt. Zur Ableitung von Maßnahmen zur Minderung der Eisenbelastung im Oberlauf des Schleichgrabens sind die Eintragsbereiche zu erkunden (Tabelle 134).

Über das **Goldgräbchen** fließt dem Erikasee ein stark saures und eisenhaltiges Wasser aus dem bergbaulich beeinflussten Einzugsgebiet zu. Ein meteorologisch bedingter erhöhter Zufluss aus dem Goldgräbchen kann zu einer Versauerung des Erikasees und ggf. zu einer Erhöhung der Eisenbelastung im Unterlauf des Schleichgrabens und nachfolgend in der Schwarzen Elster führen. Die konkreten Eintragsbereiche im Einzugsgebiet des Goldgräbchens und deren Quellstärken sind derzeit nicht bekannt. Zur Ableitung von Maßnahmen zur Minderung der Eisenbelastung und der Versauerung im Goldgräbchen wird eine detaillierte Erkundung der Eiseneintragsquellen im Einzugsgebiet empfohlen (Tabelle 134).

6.4.5 Rainitza

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Rainitza** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Rainitza und schließt die Bergbaufolgeseen der Erweiterten Restlochkette und den Graureihersee ein (Bild 58). Das Teilgebiet beinhaltet sechs Fließgewässer-OWK mit dominantem bergbaulichem Einfluss (Tabelle 135). Für fünf Fließgewässer-OWK ist die Beschreibung des Gewässerzustandes mangels Daten nicht möglich (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 135: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Rainitza.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538166594_1781	Ableiter Geierswalder See	■	□	---	---	---
DEBB538166592_1669	Dörrwalder Graben	■	□	---	---	---
DEBB538166_1721	Oberer Landgraben	■	□	---	---	---
DEBB538166_616	Oberer Landgraben	■	□	---	---	---
DEBB53816_1789	Rainitza	■	□	790	2,1	6,1
DEBB53816652_2041	Rosendorfer Kanal	■	□	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1

(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1

Der Orientierungswert für **Sulfat** wird in der Rainitza deutlich überschritten (Tabelle 135). Die Überschreitung ist auf die Einleitung von sulfatreichem Sümpfungswasser aus der GWRA Rainitza zurückzuführen.

Die **Eisenbelastung** der Rainitza liegt nur geringfügig über dem Orientierungswert (Tabelle 135). Die Überschreitung des Orientierungswertes ist auf deutlich erhöhte Eisenkonzentrationen in den Jahren 2011 und 2012 zurückzuführen. Die Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung in diesem Zeitraum sind nicht bekannt. Derzeit liegt die Eisenbelastung der Rainitza vor Einmündung in die Schwarze Elster bei rund 1 mg/L.

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird in der Rainitza eingehalten (Tabelle 135).

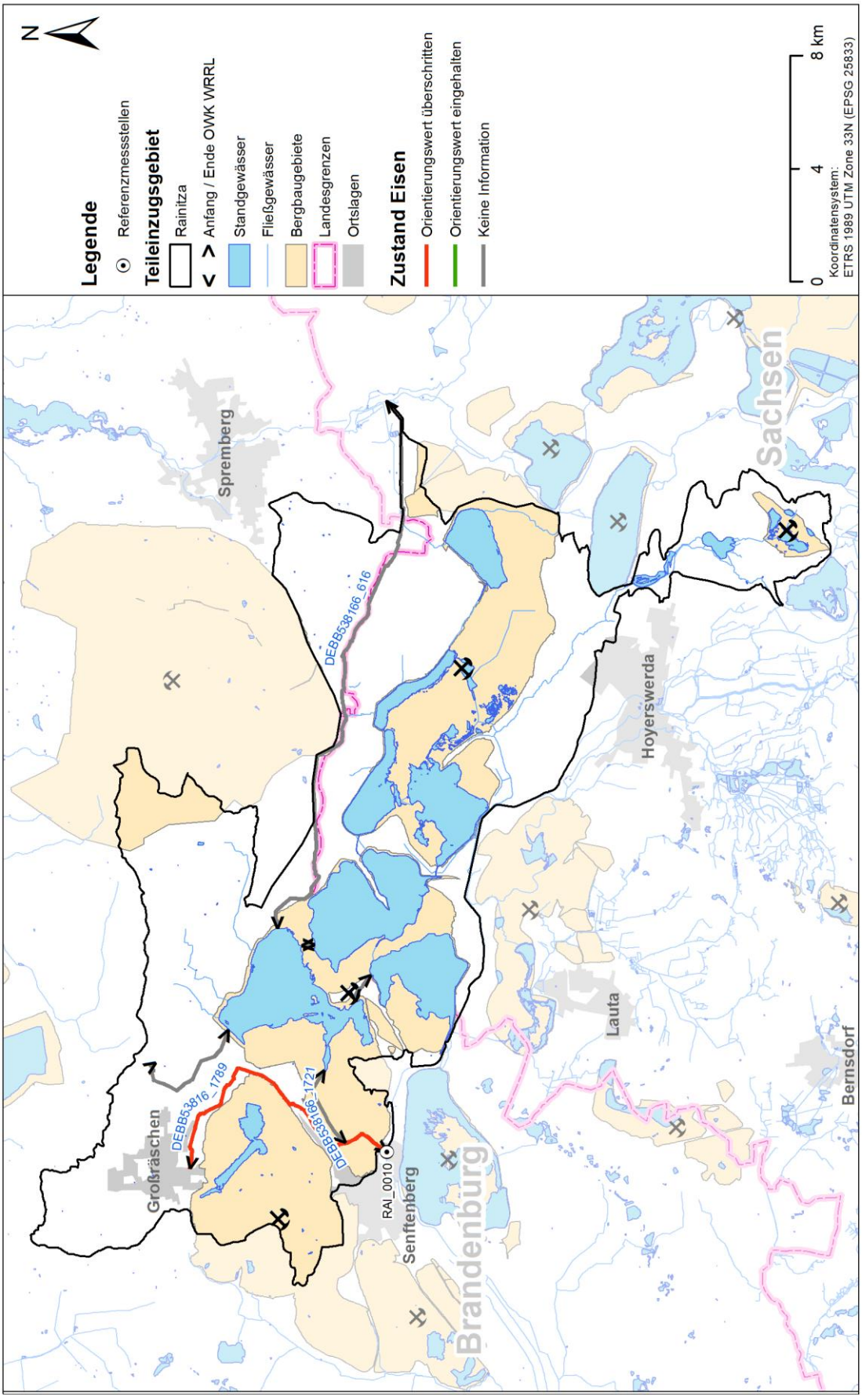


Bild 58: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Rainitza für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die **Bergbaufolgeseen der Erweiterten Restlochkette** werden aus der Schwarzen Elster, mit behandeltem Sümpfungswasser aus der GWRA Schwarze Pumpe (LE-B) sowie über den Oberen Landgraben (siehe Neißeüberleitung, Tabelle 51) mit Wasser aus der Spree geflutet. Die Seen der Erweiteren Restlochkette werden mittels Inlake-Wasserbehandlung bedarfsabhängig neutralisiert. Zur Anbindung des Bergbaufolgesees Sedlitzer See an die Rainitza ist der Bau eines Ausleitbauwerkes vorgesehen (Tabelle 136).

Nach den aktualisierten Planungen der LMBV soll der Partwitzer See nicht aus der Schwarzen Elster und dem Oberen Landgraben, sondern durch Wasserüberleitung aus dem Geierswalder See, dem Neuwieser See und dem Blunoer Südsee geflutet werden. Die Errichtung der Zulaufbauwerke aus der Schwarzen Elster und dem Oberen Landgraben zum Partwitzer See wäre somit obsolet. Die LMBV strebt dafür ein Planänderungsverfahren an. Bis zum Abschluss des Verfahrens wird die geplante Flutung des Partwitzer Sees aus der Schwarzen Elster und dem Oberen Landgraben (Maßnahme B267 in Tabelle 136) als aktueller Planungsstand interpretiert.

Zur Absenkung der Grundwasserstände in **Senftenberg** betreibt die LMBV vier **Horizontalfilterbrunnen**. Das Sümpfungswasser wird zur GWRA Raintza geleitet und dort behandelt (Tabelle 136).

Nach den Planungen der LMBV soll der **Bergbaufolgesee Graureihersee** perspektivisch mit Fremdwasser geflutet werden. Mit welchen Wasserressourcen und in welchen Zeiträumen die Flutung erfolgen soll, ist nicht bekannt (Tabelle 136).

In der **GWRA Rainitza** wird derzeit Wasser aus dem Sedlitzer See und aus den Horizontalfilterbrunnen Senftenberg gereinigt. Das neutrale und eisenarme Ablaufwasser wird in den Großräschener See sowie als Stützungswasser in die Rainitza, in das Buchholzer Fließ und in das Vetschauer Fließ abgegeben (Tabelle 136).

Im Rahmen der **Fließgewässersanierung** wird der Oberlauf der **Rainitza** neu profiliert und der Mittelauf zurückgebaut (Tabelle 136).

Tabelle 136: Übersicht der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Rainitza.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Erweiterte Restlochkette	Fremd-flutung und Nachsorge	B266	LMBV	Flutung Geierswalder See aus der Schwarzen Elster	Laufend	+1	+1	+1	+1
		B267	LMBV	Flutung Partwitzer See aus der Schwarzen Elster und der Spree	Geplant	+1	+1	+1	+1
		B268	LMBV	Flutung Neuwieser See einschl. Bergener See, Blunoer Südsee und Sabrodter See aus der Schwarzen Elster und Spree	Laufend	+1	+1	+1	+1
		B269	LMBV	Flutung Spreetaler See (RL Spreetal NO) aus Kleiner Spree und Heberleitung von der GWBA Schwarze Pumpe	Laufend	+1	+1	+1	+1
		B270	LMBV	Flutung Sabrodter See aus der Spree	Laufend	+1	+1	+1	+1
		B274	LMBV	Flutung Großräschener See	Laufend	+1	+1	+1	+1
		B275	LMBV	Flutung Sedlitzer See aus der Spree	Laufend	+1	+1	+1	+1

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
	Inlake-Wasser-behandlung	B279	LMBV	Initialneutralisation und Nachsorge des Partwitzer Sees (RL Skado)	Laufend	0	0	+1	+1
		B280	LMBV	Neutralisierung des Geierswalder Sees (RL Koschen)	Laufend	0	0	+1	+1
		B281	LMBV	Neutralisierung des Neuwieser Sees (RL Bluno)	Laufend	0	0	+1	+1
		B282	LMBV	Neutralisierung des Sabrodter Sees (RL Nordrandschlauch)	Geplant	0	0	+1	+1
		B283	LMBV	Neutralisierung des Blunower Südsees (RL Nordschlauch)	Geplant	0	0	+1	+1
		B284	LMBV	Neutralisierung des Bergener Sees (RL Südostschlauch)	Geplant	0	0	+1	+1
		B285	LMBV	Neutralisation des Spreetaler Sees (RL Spreetal NO)	Geplant	0	0	+1	+1
		B293	LMBV	Einspülung EHS aus GWRA Rainitza in Sedlitzer See	Geplant	0	0	0	+1
	Land-schafts- und Wasserbau	B301	LMBV	Neubau Ableiter Sedlitzer See zur Rainitza	Geplant	+1	0	0	0
Horibrunnen Senftenberg/ Brieske	Wasser-haltung	B327	LMBV	Grundwasserabsenkung in Senftenberg mit 4 Horizontalfilter-brunnen	Laufend	+1	0	0	0
	Wasser-überleitung	E666	LMBV	Überleitung von Horibrunnen in Senftenberg zur GWRA Rainitza	Laufend	0	0	0	0
---	Fremd-flutung und Nachsorge	B176	LMBV	Flutung Graureihersee (RL D/F)	Geplant	0	0	+1	+1
---	Wasser-behandlung in Anlagen	B328	LMBV	Betrieb der GWRA Rainitza zur Neutralisation und Eisenabscheidung	Laufend	0	0	+1	+1
---	Wasser-überleitung	B329	LMBV	Überleitung aus dem Sedlitzer See zur GWRA Raintza, Ableitung des gereinigten Wassers in den Großräschener See	Laufend	0	0	0	0
---	Wasser-einleitung zur Stützung	B331	LMBV	Sicherung der Mindestwasserführung im Neuen Vetschauer Fließ/Teiche Altdöbern und im Landgraben/Cunersdorfer/Neuen Buchholzer Fließ aus der GWRA Rainitza	Laufend	+1	-1	+1	+1
---	Land-schafts- und Wasserbau	B299	LMBV	Profilierung des Oberlaufs der Rainitza	Im Bau	+1	0	0	0
		B300	LMBV	Rückbau des Mittellaufes der Rainitza	Im Bau	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der **Rosendorfer Kanal** und **Ableiter Geierswalder See** verbinden den Partwitzer See bzw. den Geierswalder See mit dem Sedlitzer See (Bild 58). Beide Verbindungskanäle sind nach Einschätzung des Gutachters als wasserwirtschaftliche Anlagen und nicht als Fließgewässer zu charakterisieren. Es wird daher empfohlen, die Einordnung der beiden Verbindungskanäle als Fließgewässer-OWK zu evaluieren (Anlage 2).

Der **Obere Landgraben zwischen der Spree und der Erweiterten Restlochkette** (Fließgewässer-OWK DEBB538166_616) wird im Planfeststellungsbeschluss zur Restlochkette als wasserwirtschaftliche Anlage definiert, die nach Flutungsabschluss zurückzubauen ist, siehe LfU (2002). Dabei sind Teilabschnitte zu erhalten, um wieder eine natürliche Gewässerfunktion zu übernehmen. Es wird daher empfohlen, die Ausweisung des Fließgewässer-OWK DEBB538166_616 in seiner aktuellen Form zu evaluieren (Anlage 2).

Über den **Unterlauf des Oberen Landgrabens** soll zukünftig das Wasser des Sedlitzer Sees in die Ranitza und nachfolgend in die Schwarze Elster geleitet werden. Der Fließgewässerabschnitt exisitiert derzeit noch nicht. Es wird empfohlen, die Ausweisung des Fließgewässer-OWK DEBB538166_1721 zu evaluieren (Anlage 2).

Der Gewässerzustand der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK **Dörrwalder Graben** (DEBB538166592_1669) und **Oberer Landgraben** (DEBB538166_616) können derzeit mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 135). Für diese Fließgewässer-OWK wird die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings empfohlen (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1).

Die LMBV beabsichtigt nach derzeitigem Planungsstand, die GWRA Rainitza perspektivisch außer Betrieb zu nehmen. Dadurch ist die **Wasserbehandlung** des aus den **Horizontalfilterbrunnen Senftenberg** gehobenen, eisenreichen Grundwassers nicht mehr gewährleistet. Die Horizontalfilterbrunnen müssen jedoch auf unabsehbar lange Zeit weiterbetrieben werden. Für dieses Grundwasser sind deshalb Alternativen zur Wasserbehandlung zu prüfen (Tabelle 138). Eine mögliche Alternative ist die Einleitung des gehobenen Grundwassers in den **Sedlitzer See** in der Kombination mit einer Inlake-Wasserbehandlung (Tabelle 137).

Tabelle 137: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Rainitza.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Horibrunnen Senftenberg/ Brieske	Wasser-überleitung	N667	LMBV	Überleitung des in den Horizontal-filterbrunnen Senftenberg/Brieske gefassten, eisenreichen Grundwassers in das RL Sedlitz	Zusätzlich	0	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2.

Tabelle 138: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Rainitza.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	N755	LMBV	Alternativenprüfung zur Wasserbehandlung des in den Horizontalfilterbrunnen Senftenberg/Brieske gefassten, eisenreichen Grundwassers	Zusätzlich

6.4.6 Pößnitz

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Pößnitz** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Pößnitz und schließt drei Fließgewässer-OWK mit dominatem Bergbaueinfluss ein. Der Gewässerzustand des Fließgewässer-OWK Meuroer Graben kann derzeit mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 139, Bild 59).

Tabelle 139: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Pößnitz.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB5381742_1149	Meuroer Graben	■	□	---	---	---
DEBB538174_620	Pößnitz	■	□	931	10,5	6,3
DEBB5381748_1150	Wolschinka	■	□	275	38,0	3,8

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1

Die **Sulfatbelastung** liegt in zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes über dem Orientierungswert (Tabelle 139). Die deutlich erhöhte Sulfatbelastung der Pößnitz wird auf die Einleitungen aus den Wasserhaltungen der LMBV im Oberlauf sowie die bergbaulich beeinflussten Grundwasserzutritte im Unterlauf zurückgeführt. Die erhöhte Sulfatbelastung der Wolschinka ist durch den Zutritt bergbaulich beeinflussten Grundwassers aus der Elsteraue verursacht.

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in der Pößnitz und der Wolschinka deutlich überschritten (Tabelle 139 und Bild 59). Die Eisenbelastung der Pößnitz wird auf die bergbaulich beeinflussten Grundwasserzutritte im Unterlauf zurückgeführt. Das aus den Wasserhaltungen in den Oberlauf der Pößnitz eingetragene Eisen wird größtenteils in der GWRA Pößnitz zurückgehalten. Die erhöhte Eisenbelastung der Wolschinka ist auf den Zutritt bergbaulich beeinflussten Grundwassers aus der Elsteraue zurückzuführen.

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird in der Wolschinka deutlich unterschritten (Tabelle 139). Die Versauerung der Wolschinka ist auf den Zutritt von versauerungsdisponiertem Grundwasser aus der Elsteraue zurückzuführen.

Derzeitige Maßnahmen

Die LMBV betreibt im Sanierungsgebiet Schwarzheide zahlreiche **Wasserhaltungen** (PS RL Hörlitz, PS Kabelbaggerteich; PS Fabrikteich, FiBr Hustebrücke, PS und FiBr Westmarkscheide, FiBr Kostebrau, Horizontalfilterbrunnen Senftenberg 8 und 9 im OT Brieske). Das Wasser wird in die **GWRA Pößnitz** geleitet, dort behandelt und dann in die Pößnitz abgeschlagen (Tabelle 140).

Perspektivisch sollen die bestehenden Wasserhaltungen am RL Hörlitz, am Meuroer See, am Kabelbaggerteich und am Fabrikteich entfallen und der Bilanzüberschuss der Seen stattdessen in die Vorflut abgeleitet werden. Die LMBV hat dafür einen **Neubau** der entsprechenden **Verbindungsgräben** sowie die **Ertüchtigung und Neuprofilierung** bereits bestehender Gräben vorgesehen. Im Rahmen der Fließgewässersanierung erfolgt zudem eine Grundberäumung und **Renaturierung der Pößnitz** (Tabelle 140).

Im Auftrag der LMBV wurde ein **Maßnahmenkonzept zur Entwässerung des Einzugsgebietes der Pößnitz** erstellt (Tabelle 141).

Tabelle 140: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Pößnitz.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Wasserhaltung Kippe Meuro	Wasser-behandlung in Anlagen	B260	LMBV	Betrieb der GWRA Pößnitz zur Neutralisation und Eisenabscheidung aus dem Wasser der Pößnitz	Laufend	0	0	+1	+1
	Wasser-haltung	B261	LMBV	temporäre Grundwasserabsenkung im Altabbaugebiet Meuro-Süd, Ableitung über das Hörlitzer Gefluder in die Pößnitz	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B262	LMBV	Meuroer See, Ableitung über Meuroer Graben	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B263	LMBV	RL Hörlitz, Ableitung über Hörlitzer Gefluter	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B264	LMBV	Kabelbaggerteich, Überleitung zur GWRA Pößnitz	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B265	LMBV	Fabrikteich, Überleitung zur GWRA Pößnitz	Laufend	+1	-1	-1	-1
	Land-schafts- und Wasserbau	B238 B240 B243 B244 B245 B246	LMBV	Neubau von Verbindungsgräben zur Abbindung der Restlöcher an die Vorflut	Geplant	0	0	0	0
		B239 B241 B242	LMBV	Profilanpassung Meuroer Graben, Margagraben, Victoriagraben	Geplant	0	0	0	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B247	LMBV	Grundberäumung und Renaturierung der Pößnitz	Laufend	+1	0	+1	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Tabelle 141: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Pößnitz.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	B256		Maßnahmenkonzept zur Gebietsentwässerung	Abge-schlossen

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

In der nördlich vom Industriepark Schwarzheide gelegenen GWRA Pößnitz wird das Wasser aus dem oberen Einzugsgebiet der Pößnitz behandelt und in den Unterlauf der Pößnitz abgeschlagen. In Bezug auf den Gewässerzustand stellt die GWRA Pößnitz somit eine markante Zäsur im Verlauf der Pößnitz dar. Daher wird eine **Evaluierung** und ggf. **Anpassung** des **Fließgewässer-OWK der Pößnitz** empfohlen (Anlage 2).

Der Gewässerzustand des bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK Meuroer Graben kann derzeit mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 139). Der Gutachter empfiehlt die **Einrichtung einer repräsentativen Messstelle** für diesen Fließgewässer-OWK und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1).

Die bergbaulich beeinflussten Wässer aus dem oberen Einzugsgebiet der Pößnitz werden in der GWRA Pößnitz behandelt. In der Anlage wird ein Großteil des eingetragenen Eisens zurückgehalten. Allerdings fließt der Pößnitz im Abschnitt zwischen der GWRA Pößnitz und der Einmündung in die Schwarze Elster weiteres eisenreiches Grundwasser zu, wodurch die

Eisenbelastung der Pößnitz wieder zunimmt. Vor der Einmündung in die Schwarze Elster mündet die Wolschinka in die Pößnitz, wodurch sich die Eisenbelastung weiter erhöht. Der Gutachter empfiehlt die Prüfung eines **Neubaus der GWRA Pößnitz im Mündungbereich der Pößnitz** zur Behandlung des Wassers der Pößnitz und der Wolschinka. Die Anlage bietet sich auch für die Behandlung des Sümpfungswassers aus den Horizontalfilterbrunnen im Ortsteil Senftenberg/Brieske an (Tabelle 142).

Tabelle 142: Zusätzliche technische Maßnahmen im Teilgebiet Pößnitz.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Wasserhaltung Kippe Meuro	Wasser-behandlung in Anlagen	N668	LMBV	Neubau der GWRA Pößnitz am Unterlauf der Pößnitz	Zusätzlich	0	0	+1	+1
Horibrunnen Senftenberg/ Brieske	Wasser-überleitung	N669	LMBV	Überleitung von den Horibrunnen Brieske zur neuen WBA Pößnitz	Zusätzlich	0	0	0	0
---	Gewässer-unterhaltung	N670	LMBV	Nutzung des RL Meuro zur Verspülung von eisenhydroxid-haltigen Gewässersedimenten	Zusätzlich	0	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Die bei der Entschlammung von eisenbelasteten Fließgewässern, z. B. im Greifenhainer Fließ, Eichower Fließ und Vetschauer Mühlenfließ, in großer Kubatur anfallenden eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimente müssen verbracht werden. Da es sich überwiegend um nicht gefährliche Stoffe handelt, ist deren Einlagerung in Resträumen des Sanierungsbergbaus eine umweltverträgliche und wirtschaftliche Option. Der Gutachter empfiehlt die Prüfung der **Nutzung des RL Meuro zur Einlagerung von eisenhydroxidhaltigen Gewässersedimenten** (Tabelle 142).

Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele

Die Orientierungswerte für Sulfat, Eisen und den pH-Wert werden in den Fließgewässer-OWK Pößnitz (DEBB538174_620) und Wolschinka (DEBB5381748_1150) über- bzw. unterschritten (Tabelle 139). Der Pößnitz tritt unterhalb der derzeitigen GWRA Pößnitz eisenreiches Grundwasser zu, was den Reinigungserfolg zum Teil zunichte macht. Die Wolschinka dient der Grundwasserhaltung in der Elsteraue. Der Wolschinka tritt über eine Fließstrecke von etwa 4 Kilometer eisenbelastetes und versauerungsdisponiertes Grundwasser zu. Als Maßnahme wird der Neubau einer WBA Pößnitz an der Mündung der Pößnitz als End-of-Pipe-Lösung vorgeschlagen (Tabelle 142). In der WBA soll das Wasser der Pößnitz und der Wolschinka vor Einleitung in die Schwarze Elster behandelt werden. Das Abfangen des eisenreichen Grundwassers im Unterlauf der Pößnitz sowie über den Unterlauf der Wolschinka mittels Brunnen oder Dränagen wird als unverhältnismäßig eingeschätzt. Für die Fließgewässer-OWK Pößnitz und Wolschinka werden daher Änderungen der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 143 und Anlage 3 empfohlen.

Tabelle 143: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Pößnitz.

OWK ID	Bezeichnung	Empfehlung
DEBB538174_620	Pößnitz	Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele
DEBB5381748_1150	Wolschinka	Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele

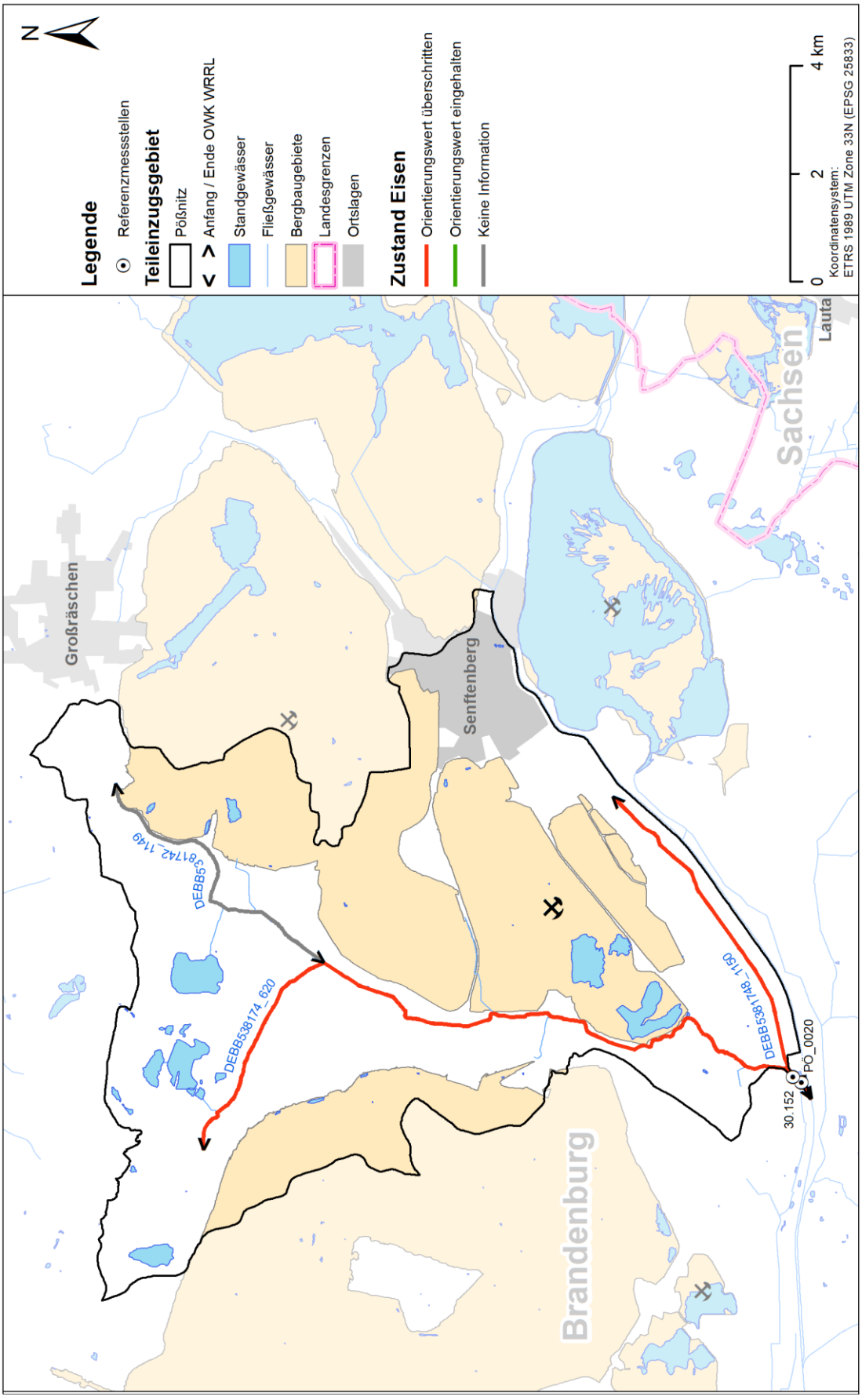


Bild 59: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Pößnitz für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.4.7 Ruhlander Schwarzwasser

Gewässerzustand

Das Teilgebiet **Ruhlander Schwarzwasser** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Ruhlander Schwarzwasser und beinhaltet acht Fließgewässer-OWK. Für vier Fließgewässer-OWK wurde ein dominanter Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 144 und Bild 60). Mangels Daten kann der Gewässerzustand für drei bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK derzeit nicht beschrieben werden (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 144: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Ruhlander Schwarzwasser.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538184_621	Biehlener Binnengraben	■	☐	---	---	---
DEBB5381842_1151	Grenzgraben Ruhland-Hermsdorf	■	☐	---	---	---
DEBB53818422_1547	Peickwitzer Mühlgraben	■	☐	---	---	---
DEBB53818_256	Ruhlander Schwarzwasser	■	☐	93	1,9	6,3
DESN_538182	Saleskbach	☐	☐	63	1,9	7,1
DESN_5381824	Schoenbach	☐	☐	61	1,8	6,6
DESN_5381826-1	Wasserstrich-1	☐	☐	65	0,5	7,0
DESN_5381826-2	Wasserstrich-2	☐	☐	66	1,2	6,9

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in fünf Fließgewässer-OWK des Teilgebietes eingehalten (Tabelle 144).

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden im Ruhlander Schwarzwasser und im Saleskbach geringfügig überschritten (Tabelle 144, Bild 60). Die Ursachen für die marignal erhöhte Eisenbelastung der Fließgewässer-OWK sind nicht bekannt. Die Analyse der Datenreihen zeigt, dass die Eisenbelastung in beiden OWK typischerweise zwischen 1 und 2 mg/L schwankt, wobei sporadisch auch höhere Konzentrationen auftreten können. Der Gutachter geht nicht von einer relevanten Eisenbelastung aus. Eine bergbauliche Beeinflussung des Saleskbaches kann ausgeschlossen werden.

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird nur im Ruhlander Schwarzwasser geringfügig unterschritten (Tabelle 144). Die Ursache für die marignale Unterschreitung des Orientierungswertes ist nicht bekannt. Die zeitliche Dynamik des pH-Wertes im Ruhlander Schwarzwasser ist mit der zuvor beschriebenen Dynamik der Eisenkonzentration vergleichbar. Der pH-Wert schwankt zwischen 6,5 und 7,5, wobei sporadisch auch niedrigere pH-Werte auftreten.

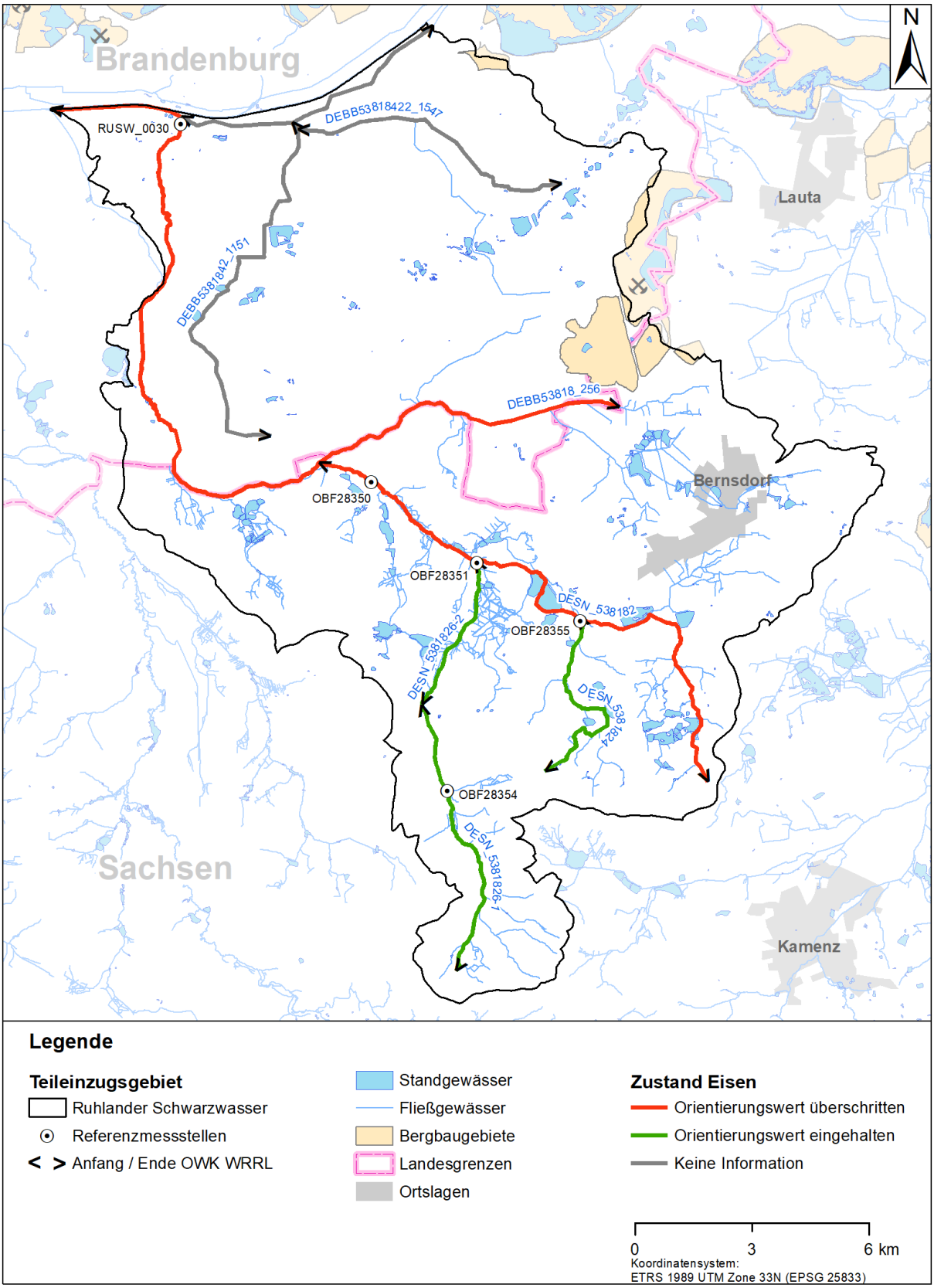


Bild 60: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Ruhlander Schwarzwasser für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen**

Derzeitige Maßnahmen

Für das Teilgebiet Ruhlander Schwarzwasser sind keine relevanten technischen oder konzeptionellen Bestandsmaßnahmen mit Bergbaubezug bekannt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der Gewässerzustand von drei bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Ruhlander Schwarzwasser kann mangels Daten derzeit nicht beschrieben werden (Tabelle 144). Für diese Fließgewässer-OWK wird die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings empfohlen (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1).

Die Orientierungswerte für Eisen und den pH-Wert werden im Ruhlander Schwarzwasser nur vereinzelt und nicht systematisch über- bzw. unterschritten. Aus Sicht des Gutachters sind daher vorerst keine zusätzlichen Maßnahmen am Ruhlander Schwarzwasser erforderlich.

6.4.8 Schwarze Elster 3.4

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Schwarze Elster 3.4** umfasst das oberirdische Eigeneinzugsgebiet der Schwarzen Elster zwischen dem Wehr Koschen und der Einmündung des Hammergrabens mit dem Speicher Niemtsch (Senftenberger See). Das Teilgebiet schließt vier Fließgewässer-OWK mit dominantem Bergbaueinfluss ein (Tabelle 145 und Bild 61). Für zwei bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustand mangels Daten derzeit nicht beschrieben werden (siehe Abschnitt 6.1.1).

Tabelle 145: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 3.4.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538172_619	Zuleiter Senftenberger See	■	☐	---	---	---
DEBB538172_617	Ableiter Senftenberger See	■	☐	151	0,1	7,3
DEBB538_31	Schwarze Elster	■	☐	182	2,8	7,0
DEBB538192_622	Sieggraben Arnsdorf	■	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die Orientierungswerte für **Sulfat** und den **pH-Wert** werden in zwei Fließgewässer-OWK des Teilgebietes eingehalten (Tabelle 145).

Der Orientierungswert für **Eisen** wird in der Schwarzen Elster (DEBB538_31) geringfügig überschritten (Tabelle 145, Bild 61). Die Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung im OWK wurden bereits im Abschnitt 6.4.1 erörtert.

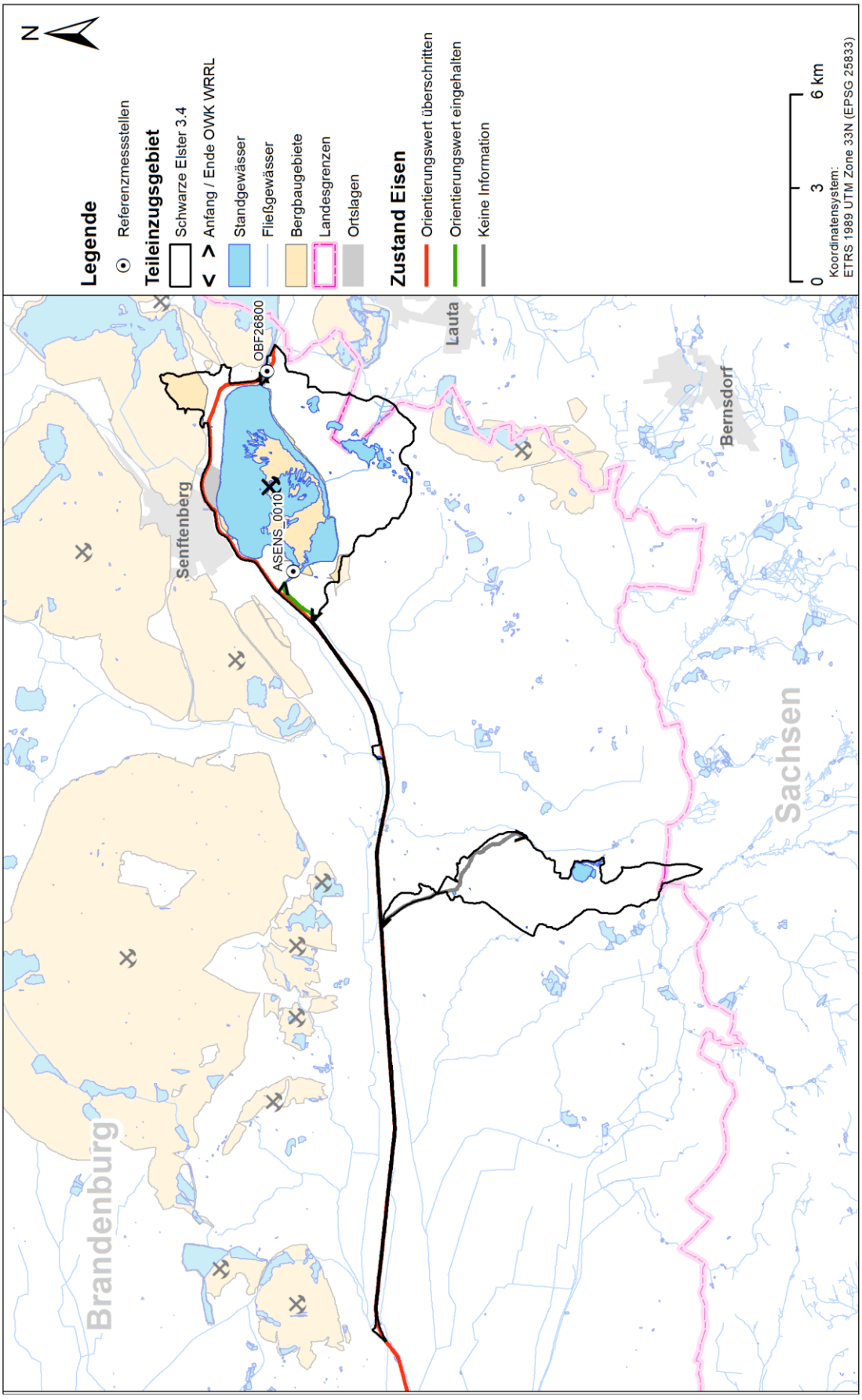


Bild 61: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 3.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die **Sanierungsarbeiten an der Innenkippe** im Speicher Niemtsch (Senftenberger See) werden von der LMBV mit einem Sondermonitoring begleitet (Tabelle 146).

Tabelle 146: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 3.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Monitoring	E657	LMBV	Sondermonitoring Senftenberger See zur Begleitung der Sicherung der Innenkippe	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Sowohl der **Zuleiter** als auch der **Ableiter des Speichers Niemtsch** (Senftenberger See) sind als Fließgewässer-OWK ausgewiesen. Nach Einschätzung des Gutachters sind beide OWK Bestandteile einer wasserwirtschaftlichen Anlage und keine Fließgewässer per Definition. Der Gutachter empfiehlt eine **Evaluierung** der beiden Fließgewässer-OWK (Anlage 2).

Derzeit kann der Gewässerzustand von zwei bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 145). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1). Dabei sind die vorgenannten Vorschläge zur Evaluierung der Fließgewässer-OWK zu berücksichtigen.

6.4.9 Hammergraben

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Hammergraben** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Hammergrabens mit den Bergbaufolgeseen Bergheider See, den Seen der Kleinen Restlochkette, dem Ferdinandteich und dem Südteich (Bild 62). Das Teilgebiet beinhaltet insgesamt sechs Fließgewässer-OWK mit dominantem Bergbaueinfluss. Der Gewässerzustand der Fließgewässer-OWK Neugraben Plessa und Birkenteichgraben kann derzeit mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 147).

Tabelle 147: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hammergraben.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB53819486_2033	Birkenteichgraben	■	☐	---	---	---
DEBB5381948_1158	Floßgraben	■	☐	1.094	58,4	2,7
DEBB5381944_1156	Grünewalder Landgraben	■	☐	239	7,4	4,2
DEBB538194_623	Hammergraben Lauchhammer	■	☐	704	33,2	2,9
DEBB53819484_1548	Neugraben Plessa	■	☐	---	---	---
DEBB5381946_1157	Plessa-Dolsthaidaer-Binnengraben	■	☐	262	15,7	4,4

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Die **Sulfatbelastung** liegt in vier Fließgewässer-OWK über den Orientierungswerten (Tabelle 147). Die deutlich erhöhte Sulfatbelastung des Floßgrabens ist auf den Zufluss von sulfatreichem Wasser aus den Seen der Kleinen Restlochkette zurückzuführen. Die erhöhte Sulfatbelastung des Hammergrabens Lauchhammer wird durch die Einleitungen aus verschiedenen Wasserhaltungen und Bergbaufolgeseen verursacht. Die Sulfatbelastung des Grünewalder Landgrabens und des Plessa-Dolsthaidaer-Binnengrabens wird auf Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers zurückgeführt.

Die Orientierungswerte für **Eisen** werden in vier Fließgewässer-OWK des Teilgebietes deutlich überschritten (Tabelle 147, Bild 62). Die hohe Eisenbelastung des Floßgrabens und des Hammergrabens Lauchhammer entstammt den Seen der Kleinen Restlochkette bzw. den Einleitungen aus verschiedenen Wasserhaltungen. Die Eisenbelastung des Grünewalder Landgrabens und des Plessa-Dolsthaidaer-Binnengrabens wird auf Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers zurückgeführt.

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in vier Fließgewässer-OWK deutlich unterschritten (Tabelle 147). Die niedrigen pH-Werte in den Fließgewässer-OWK sind auf den Zufluss aus den Seen der Kleinen Restlochkette (Floßgraben), die Einleitungen aus Wasserhaltungen (Hammergraben) sowie die Zutritte bergbaulich beeinflussten Grundwassers (Grünewalder Landgraben, Plessa-Dolsthaidaer-Binnengraben) zurückzuführen.

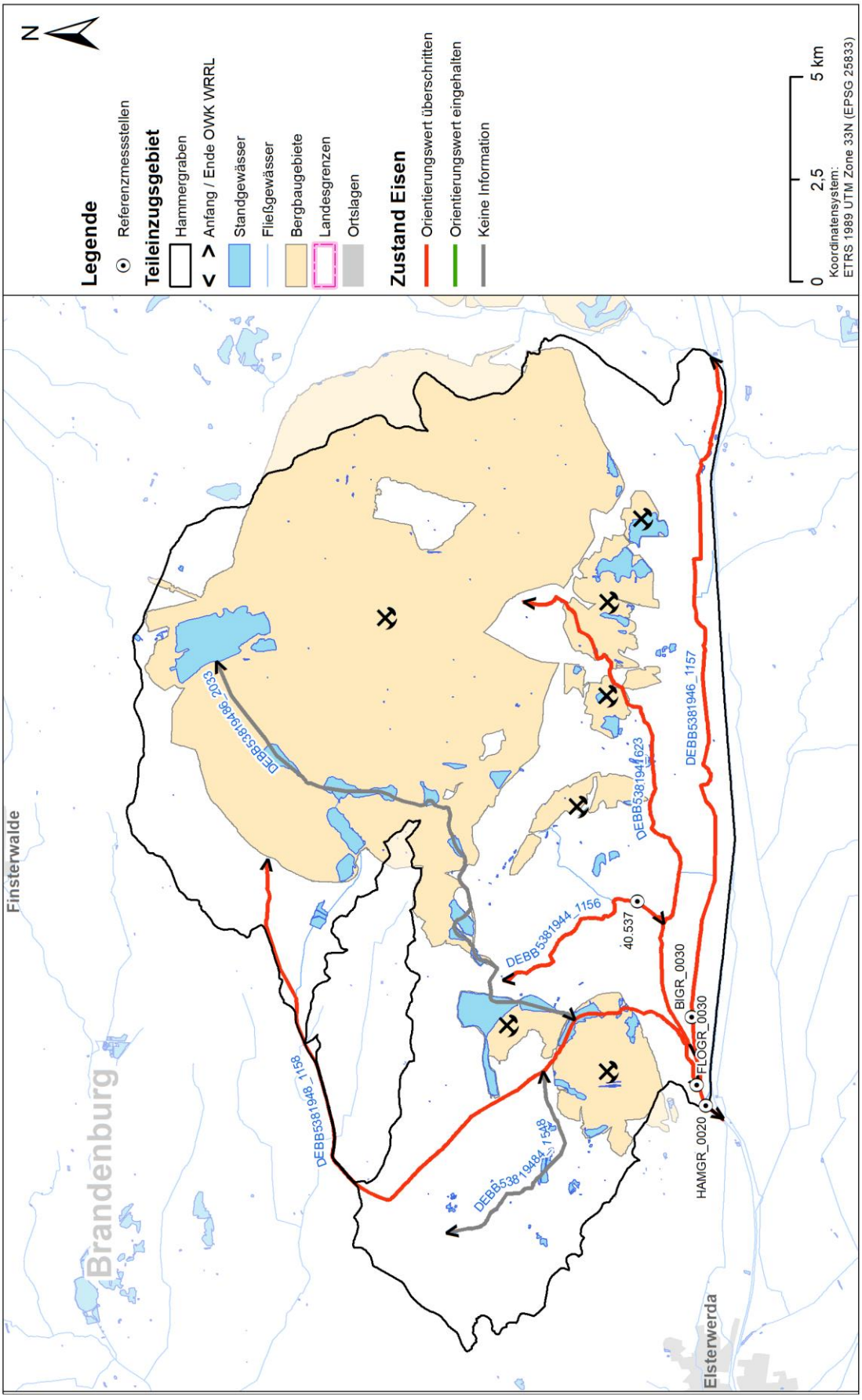


Bild 62: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hammergraben für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

Derzeitige Maßnahmen

Die Bergbaufolgeseen **Ferdinandteich und Südteich** werden von der LMBV bedarfsabhängig mittels Inlake-Wasserbehandlung neutralisiert. Nach Planungen der LMBV soll die Neutralisation zukünftig dauerhaft in einer zu errichtenden Behandlungsanlage erfolgen. Der Bilanzüberschuss der beiden Seen kann derzeit über eine Rohrleitung in die Schwarze Elster oder über eine Wasserhaltung zum RL 31 und von dort in den Hammergraben abgeschlagen werden. Die Wasserüberleitung in das RL 31 soll zukünftig über einen entsprechend auszubauenden Verbindungsgraben erfolgen (Tabelle 148 und Bild 63).

Bis zur Inbetriebnahme der WBA Plessa im Mündungsbereich des Hammergrabens wird das saure Wasser der Kleinen Restlochkette durch eine **temporäre Bekalkungsanlage im Zufluss zum RL 112** anteilig neutralisiert (Tabelle 148 und Bild 63).

Tabelle 148: Relevante technische Maßnahmen im Teilgebiet Hammergraben.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
Wasser-behandlung RL28/29	Inlake-Wasser-behandlung	B127	LMBV	Temporäre Neutralisation des Ferdinandteichs (RL 28) und Südteichs (RL29)	Laufend	0	0	+1	+1
		B124	LMBV	Dauerhafte Neutralisation des Ferdinandteichs (RL 28) und/oder Südteichs (RL29)	Geplant	0	0	+1	+1
	Wasser-behandlung in Anlagen	B154	LMBV	Errichtung einer WBA zur Behandlung des Wassers aus RL 28/29, Ableitung in Schwarze Elster	Geplant	0	0	+1	+1
	Wasser-haltung	B163	LMBV	Überleitung aus dem RL 28 in die Schwarze Elster	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B164	LMBV	Wasserhaltung RL 29, Ableitung über RL 31	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B165	LMBV	Ableitung aus RL 31 zum Hammergraben oder RL 29	Laufend	+1	-1	-1	-1
	Land-schafts- und Wasserbau	B128	LMBV	Umkehrung der Fließrichtung im Graben RL 31 - RL 29, Entfernung der Foliendichtung	Geplant	+1	0	0	0
---	Inlake-Wasser-behandlung	B126	LMBV	Neutralisation Zufluss RL 112 mit temporärer Bekalkungsanlage bis zur Inbetriebnahme der WBA Plessa	Laufend	0	0	+1	+1
---	Wasser-behandlung in Anlagen	E622	LMBV	Errichtung der WBA Plessa zur Behandlung des eisenreichen und versauerungsdisponierten Wassers des Hammergrabens	Im Bau	0	0	+1	+1
---	Wassergüte-steuerung	E621	LMBV	Wasserrückhalt und gesteuerte Wasserabgabe in den Bergbau-folgeseen der Kleinen Restlochkette zur Vermeidung einer Versauerung der Schwarzen Elster	Laufend	0	+1	+1	+1
---	Wasser-haltung	B157	LMBV	Temporäre Grundwasserabsenkung im Bereich Kippe Klettwitz	Laufend	+1	0	0	0
		B158	LMBV	Temporäre Entnahme von Grund-wasser aus Filterbrunnen im Bereich der Kippenbebauung	Laufend	+1	0	0	0
		B159 B160	LMBV	Dränagen zur flächenhaften Grund-wasserabsenkung im Bereich der Kippenbebauung und des Halden-stützeneinschnitts der F60	Laufend	+1	0	0	0

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Maßnahmenbeschreibung	Status	Wirkung auf … (1)			
						Durchfluss	Sulfat	Eisen	Versauerung
		B168	LMBV	Entwässerungsanlagen Klettwitz-Nord, Heberleitung vom RL 131 Süd zum RL 114	Laufend	+1	0	0	0
		B166	LMBV	RL 113, Ableitung in Floßgraben	Laufend	+1	-1	-1	-1
		B167	LMBV	RL 40, Ableitung in Hammergraben	Laufend	+1	0	0	0
		B175	LMBV	Temporäre Wasserhaltung Wehlen-teich (RL 35)	Laufend	+1	0	0	0
		B162	LMBV	Aufnahme und Ableiten von Ober-flächen- und Grundwasser von den Vernässungsflächen	Laufend	+1	0	0	0
		B170 B171 B172 B173 B174	LMBV	Grundwasserdränagen, Ableitung in Vorflut	Laufend	+1	0	0	0
---	Wasser-einleitung zur Stützung	B155 B156	LMBV	Mindestwasserabgabe zum Ries-graben und zu den Kranichteichen	Laufend	+1	0	0	0
---	Gewässer-unterhaltung	E623 E624 E625 E626	LMBV	Periodische Entschlammung des Plessa-Dolsthaidaer Binnengrabens, Hammergrabens Lauchhammer, Floßgrabens und Grünewalder Landgrabens	Laufend	0	0	+1	0
---	Land-schafts- und Wasserbau	B130	LMBV	Planung von entwässerungs-technischen Maßnahmen zur Entwässerung der Kippengebiete	Geplant	+1	0	0	0
		B129 B134 B136	LMBV	Neubau, Profilierung und Ertüch-tigung von Gräben im Einzugsgebiet des Hammergrabens Lauchhammer, Anbindung von Restlöchern an den Hammergraben	Geplant	+1	0	0	0
		B133 B135 B138	LMBV	Neubau, Profilierung bzw. Ertüch-tigung von Pferdewiesengraben, Friedländer Graben, Scheide-mühlgraben	Geplant	+1	0	0	0
		B137	LMBV	Herstellung der biologischen Durch-gängigkeit Floßgraben oh. RL 112, Entschlammung, Umbau Floß-grabenwehr	Geplant	+1	0	0	0
		B139	LMBV	Wiederherstellung und Nachprofi-lierung Grünewalder Landgraben, Entschlammung	Geplant	+1	0	0	0
		B359	LMBV	Ertüchtigung des Abflussprofils im Hammergraben, Entschlammung, Ausbesserung und Erneuerung der Deiche	Geplant	+1	0	0	0

(1) Kategorien der Maßnahmenwirkung gemäß Tabelle 49 in Abschnitt 6.1.2

Zur Behandlung der sauren und eisenreichen Abflüsse aus dem Sanierungsgebiet Lauch-hammer errichtet die LMBV derzeit an der Mündung des Hammergrabens die **WBA Plessa**. Die Anlage soll nach derzeitigem Planungsstand im Jahr 2023 in Berieb gehen und Wasser aus der Kleinen Restlochkette, dem Hammergraben und dem Plessa-Dolsthaider-Binnen-graben behandeln. Das behandelte Wasser soll dann in die Schwarze Elster abgeleitet werden (Tabelle 148 und Bild 63).

Die Schwarze Elster war im Sommer 2019 durch eine ungünstige Konstellation natürlicher und bergbaubedingter Faktoren von einem mehrtägigen Versauerungsschub betroffen, der zum Fischsterben führte. Im Auftrag der LMBV wurden die Ursachen des Versauerungsschubes untersucht und Lösungsvorschläge abgeleitet. Eine Teilmaßnahme zur Vermeidung einer Versauerung der Schwarzen Elster besteht im Wasserrückhalt und einer gesteuerten Wasserabgabe in/aus den **Bergbaufolgeseen der Kleinen Restlochkette** nach dem Prinzip der **Wassergütesteuerung**. Die Maßnahme wird seit dem Sommer 2019 umgesetzt (Tabelle 148 und Bild 63).

Zur Absenkung des oberflächennahen Grundwasserstandes sowie zur Ableitung der Bilanzüberschüsse aus Bergbaufolgeseen betreibt die LMBV im Sanierungsgebiet Lauchhammer zahlreiche **Wasserhaltungen** und **Grundwasserdränagen** (Tabelle 148 und Bild 63). Das bergbaulich beeinflusste Grundwasser wird in die Vorfluter abgeleitet und führt dort zu erhöhten Stoffbelastungen (vgl. Tabelle 147).

Zur Sicherung des Wasserhaushaltes im **Riesgraben** und in den **Kranichteichen** leitet die LMBV Stützungswasser ein (Tabelle 148, Bild 63).

Die LMBV führt eine **periodische Entschlammung der Gewässerprofile** des Plessa-Dolsthaidaer Binnengrabens, des Hammergrabens Lauchhammer, des Floßgrabens und des Grünewalder Landgrabens durch (Tabelle 148, Bild 63).

Die Fließgewässer im Sanierungsgebiet Lauchhammer sollen im Rahmen von verschiedenen **Landschafts- und Wasserbaumaßnahmen** saniert, ertüchtigt und renaturiert werden (Tabelle 148, Bild 63).

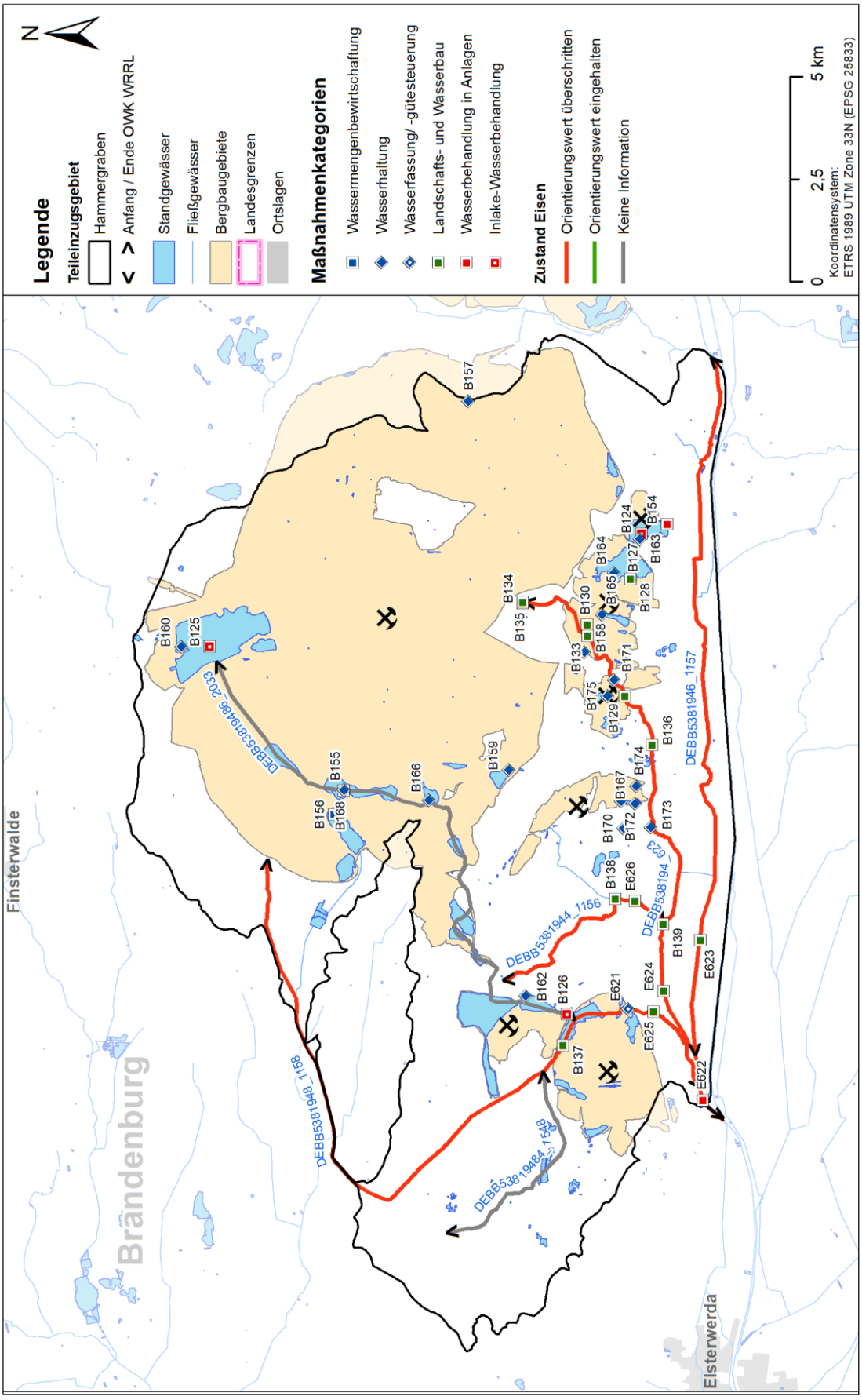


Bild 63: Übersichtskarte der relevanten technischen Maßnahmen im Teilgebiet Hammergraben.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der Unterlauf des **Fließgewässer-OWK Floßgrabens** ist oberhalb der Einmündung der Kleinen Restlochkette durch einen Damm vom Oberlauf getrennt (Bild 62). Der Abfluss an der Mündung des Floßgrabens speist sich vollständig aus dem Wasserdargebot der Kleinen Restlochkette. Der Zustand des Fließgewässer-OWK im Unterlauf ist somit vom Zustand im Oberlauf entkoppelt. Der Gutachter empfiehlt eine **Evaluierung** und ggf. eine **Anpassung** des Fließgewässer-OWK Floßgraben (Anlage 2).

Der **Plessa-Dolsthaidaer Binnengraben** ist ein künstlich angelegter Dränagegraben, der zur Entwässerung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in der Elsteraue dient. Der Binnengraben hat ein zu vernachlässigendes oberirdisches Einzugsgebiet. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, die Einstufung des Plessa-Dolsthaidaer Binnengrabens als Fließgewässer-OWK zu evaluieren (Anlage 2).

Derzeit kann der Gewässerzustand von zwei bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 147). Der Gutachter empfiehlt für diese Fließgewässer-OWK die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1). Dabei sind die vorgenannten Vorschläge zur Evaluierung der Fließgewässer-OWK zu berücksichtigen.

Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele

Die Orientierungswerte für Sulfat und Eisen sowie für den pH-Wert werden in vier Fließgewässer-OWK des Teilgebietes über- bzw. unterschritten. Die bergbaulich belasteten Wässer des Floßgrabens, des Grünewalder Landgrabens, des Hammergrabens und des Plessa-Dolsthaidaer Binnegrabens sollen ab dem Jahr 2023 in der im Bau befindlichen **WBA Plessa** aufbereitet und in die Schwarze Elster abgeleitet werden. Die Umsetzung **zusätzlicher Minderungsmaßnahmen** im Einzugsgebiet der Fließe wird als unverhältnismäßig eingeschätzt, da die Belastungsquellen im Grundwasser überwiegend flächenhaft ausgebildet sind. Der Lösungsansatz für diese Fließgewässer-OWK bestünde in flussnahen Wasserfassungen über die gesamte Fließlänge, allein beim Plessa-Dolsthaider Binnengraben über mehr als 10 Kilometer Länge. Dies würde zum Versiegen der ausschließlich bzw. dominant grundwassergespeisten Fließe führen und die Existenz der Fließgewässer-OWK generell in Frage stellen. Die technische Alternative zu den flussnahen Wasserfassungen bestünde in einer flächenhaften Grundwasserabsenkung in der Elsteraue im Sanierungsgebiet Lauchhammer. Auch ohne Darstellung eines konkreten technischen Lösungsansatzes und einer entsprechenden Kostenkalkulation muss dieser Maßnahme Unverhältnismäßigkeit beschieden werden. Zumal es sich voraussichtlich um eine Ewigkeitslast handelt. Für die vier Fließgewässer-OWK Floßgraben, Grünewalder Landgraben, Hammergraben und Plessa-Dolsthaidaer-Binnengraben werden daher Änderungen der Bewirtschaftungsziele gemäß der Tabelle 149 und der Anlage 3 empfohlen.

Tabelle 149: Empfehlungen zur Veränderung der Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Hammergraben.

OWK ID	Bezeichnung	Empfehlung
DEBB5381948_1158	Floßgraben	Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele
DEBB5381944_1156	Grünewalder Landgraben	Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele
DEBB538194_623	Hammergraben Lauchhammer	Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele
DEBB5381946_1157	Plessa-Dolsthaidaer-Binnengraben	Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele Besser: Umwidmung des Plessa-Dolsthaidaer-Binnengrabens in eine wasserwirtschaftliche Anlage (siehe Anlage 2)

6.4.10 Kleine Elster

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Kleine Elster** umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Kleinen Elster und beinhaltet 25 Fließgewässer-OWK (Bild 64). Für 14 Fließgewässer-OWK wurde ein dominanter bzw. ein zu prüfender Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 150). Für elf bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustand mangels Daten nicht beschrieben werden (siehe Abschnitt 6.1.1).

Die Orientierungswerte für **Sulfat** werden in zwei bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK überschritten (Tabelle 150). Die Ursachen für die erhöhte Sulfatbelastung in den Fließgewässer-OWK Kleine Elster (DEBB5386_85) und Schacke (DEBB53866_263) sind nicht bekannt.

Die **Eisenbelastung** liegt nur in der Schacke über dem Orientierungswert (Tabelle 150, Bild 64). Die Ursachen für die erhöhte Eisenbelastung der Schacke sind nicht bekannt.

Der Orientierungswert für den **pH-Wert** wird im Unterlauf der Kleinen Elster (DEBB5386_84) unterschritten (Tabelle 150). Die Ursachen für die Unterschreitung sind derzeit nicht bekannt.

Tabelle 150: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Elster.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538642_638	Breiter Graben	☐	☐	---	---	---
DEBB53868_264	Flösse	☐	■	---	---	---
DEBB53868_265	Flösse	■	☐	---	---	---
DEBB538614_631	Göllnitzer Fließ	☐	■	---	---	---
DEBB5386962_1167	Graben bei Kraupa	☐	☐	---	---	---
DEBB5386_84	Kleine Elster	☐	■	122	1,7	6,5
DEBB5386_85	Kleine Elster	☐	■	125	1,4	6,9
DEBB5386_86	Kleine Elster	■	☐	---	---	---
DEBB538696_644	Liebenwerdaer-Zeischaer-Binnengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5386426_1166	Mühlenfließ	☐	☐	---	---	---
DEBB538624_635	Neuer Lugkteichabfluß	☐	☐	---	---	---
DEBB538624_637	Neuer Lugkteichabfluß	☐	☐	---	---	---
DEBB5386422_1165	Oberförster Wiesengraben	☐	☐	---	---	---

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538618_633	Ponnsdorfer Graben	☐	■	---	---	---
DEBB538616_632	Riethgraben	☐	■	---	---	---
DEBB538672_641	Rückersdorfer Neugraben	☐	☐	---	---	---
DEBB53866_263	Schacke	■	☐	137	3,2	7,0
DEBB538664_639	Schiemenz-Mühlgraben	☐	■	---	---	---
DEBB538664_640	Schiemenz-Mühlgraben	■	☐	---	---	---
DEBB538694_643	Schweißgraben Maasdorf	☐	☐	---	---	---
DEBB53862_261	Sonnewalder Landgraben	☐	■	---	---	---
DEBB538684_642	Sornoer Hauptgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB53864_262	Umfluter Kleine Elster	☐	■	---	---	---
DEBB538612_630	Wormlager Mühlgraben	■	☐	---	---	---
DEBB538622_634	Zeckeriner Mühlgraben	☐	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Derzeitige Maßnahmen

Für das Teilgebiet Kleine Elster sind keine relevanten technischen oder konzeptionellen Bestandsmaßnahmen mit Bergbaubezug bekannt.

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Derzeit kann der Gewässerzustand von elf bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 145). Für diese Fließgewässer-OWK wird die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings empfohlen (vgl. Abschnitt 6.2 und Anlage 1).

Die konkrete Ursache für die erhöhte Eisenbelastung der Schacke sind derzeit unbekannt. Zur Planung geeigneter Minderungsmaßnahmen wird daher die **örtliche Erkundung der Eintragspfade und Eintragsquellen** des Eisens empfohlen (Tabelle 151).

Tabelle 151: Zusätzliche konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Kleine Elster.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Erkundung	N631	LMBV	Örtliche Erkundung der Eintragsquellen des Eisens im Einzugsgebiet der Schacke	Zusätzlich

Die Ursachen für die Unterschreitung des Orientierungswertes des pH-Wertes im Unterlauf der Kleinen Elster (DEBB5386_84) sind derzeit ebenfalls unbekannt. Eine örtliche Erkundung des Fließgewässer-OWK zur Ursachenermittlung ist aus Sicht des Gutachters erst nach der Beschreibung des Gewässerzustandes der maßgeblichen Zuflüsse zur Kleinen Elster zielführend.

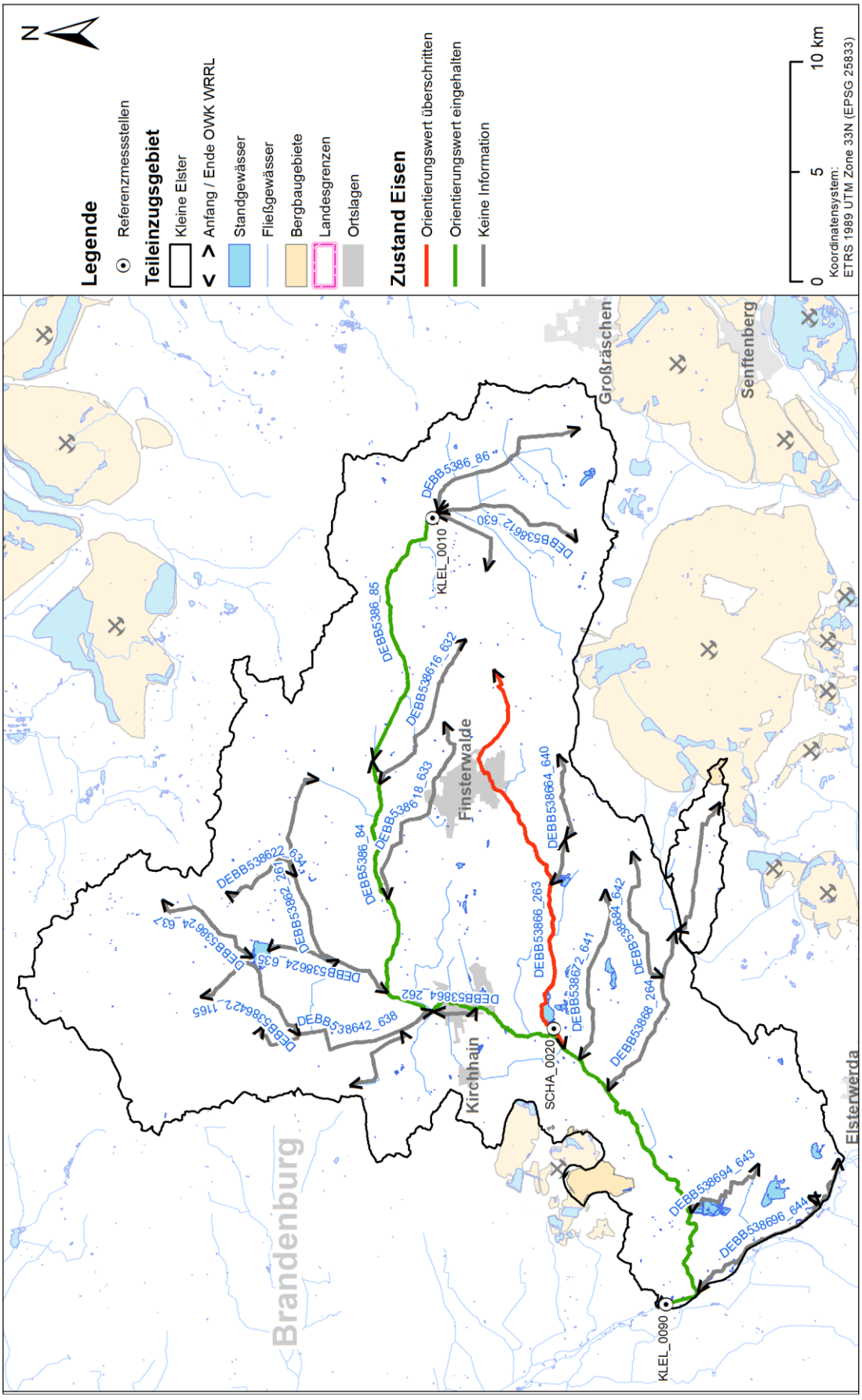


Bild 64: **Übersichtskarte zum Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Kleine Elster für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.4.11 Schwarze Elster 4.4

Gewässerzustand

Das **Teilgebiet Schwarze Elster 4.4** umfasst das oberirdische Einzugsgebiet der Schwarzen Elster von der Einmündung des Hammergrabens bis zur Landesgrenze Brandenburg/Sachsen-Anhalt und schließt 65 Fließgewässer-OWK ein. Für zwölf Fließgewässer-OWK wurde ein dominanter bzw. ein zu prüfender Bergbaueinfluss ermittelt (Tabelle 152 und Bild 65). Für acht bergbaulich beeinflusste Fließgewässer-OWK kann der Gewässerzustand mangels Daten nicht beschrieben werden (siehe Abschnitt 6.1.1).

Der Orientierungswert für **Sulfat** wird in zwölf Fließgewässer-OWK des Teilgebietes eingehalten (Tabelle 152).

Der Orientierungswert für **Eisen** wird nur in der Schwarzen Elster überschritten (Tabelle 152 und Bild 65). Die erhöhte Eisenbelastung der Schwarzen Elster wird vornehmlich auf den Eiseneintrag aus dem Hammergraben zurückgeführt (vgl. Abschnitt 6.3.1).

Die Orientierungswerte für den **pH-Wert** werden in sieben Fließgewässer-OWK des Teilgebietes unterschritten (Tabelle 152). Die konkreten Ursachen für die Unterschreitungen in den vier bergbaulich unbeeinflussten Fließgewässer-OWK Graben 13000, Großthiemig-Grödener-Binnengraben, Petersgraben und Scheidelache sind nicht bekannt. Die Unterschreitungen im bergbaulich beeinflussten Hauptschradengraben und Plessa-Haidaer Binnengraben werden auf den Zutritt von versauerungsdisponiertem Grundwasser aus der Elsteraue zurückgeführt. Die Ursache für die Unterschreitung im Neugraben ist nicht bekannt. Es wird davon ausgegangen, dass die Wasserüberleitung aus der Schwarzen Elster zumindest ein Teilursache ist.

Tabelle 152: Bergbaueinfluss und Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 4.4.

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538786_655	Alte Kremitz	☐	☐	---	---	---
DEBB538514_628	Alte Röder	☐	☐	---	---	---
DEBB538752_648	Altherzberger Binnengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538772_652	Drewischgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5387876_1174	Dubroer Großbuschgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538824_658	Flurgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538722_645	Forstgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538812_656	Freilebener Landgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5387422_1169	Gassengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB53892422_1560	Gehegegraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5387724_1170	Gehrgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5387726_1171	Graben 13000	☐	☐	149	---	6,1
DESN_538294	Groedel-Elsterwerdaer Flosskanal	☐	☐	91	0,6	7,2
DEBB5381964_1160	Großer Schradener Binnengraben	☐	■	---	---	---
DEBB5381968_1161	Großthiemig-Grödener-Binnengraben	☐	☐	174	---	6,1
DEBB538196_624	Hauptschradengraben	☐	■	150	---	5,6
DEBB538828_659	Ihlower Busch	☐	☐	---	---	---
DEBB53882_273	Ilower Graben	☐	☐	---	---	---
DEBB53884_274	Kahlgraben	☐	☐	---	---	---

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538542_629	Kleehorstgraben	☐	☐	---	---	---
DESN_53852	Kleine Roeder	☐	☐	86	0,9	7,4
DEBB53819642_1556	Kleiner Binnengraben	☐	■	---	---	---
DEBB53878_271	Kremitz	☐	☐	127	1,6	7,2
DEBB53878_272	Kremitz	☐	☐	---	---	---
DEBB53819682_1557	Lachnitzgraben	☐	■	---	---	---
DEBB538768_649	Lapine	☐	☐	---	---	---
DEBB538768_650	Lapine	☐	☐	---	---	---
DEBB53854_260	Liebenwerdaer-Wahrenbrücker-Binnengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5389238_1178	Lönnewitzer Landlache	☐	☐	---	---	---
DEBB538814_657	Mehlsdorfer Graben	☐	☐	---	---	---
DEBB5388312_1175	Meinsdorfer Umleiter	☐	☐	---	---	---
DEBB538924_664	Mollgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538924_665	Mollgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB53892_276	Neugraben	☐	■	165	1,6	6,6
DEBB5387862_1173	Oelsiger Mühlgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5389242_1179	Petersgraben	☐	☐	113	---	5,9
DEBB53819684_1558	Plessaer Binnengraben	■	☐	---	---	---
DEBB538512_627	Plessa-Haidaer Binnengraben	☐	■	161	---	6,2
DEBB53892426_1561	Prestewitzer Landlache	☐	☐	---	---	---
DEBB53874_267	Riecke	☐	■	---	---	---
DEBB53874_268	Riecke	■	☐	---	---	---
DEBB53872_266	Rödergraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5387412_1168	Rutengraben	■	☐	---	---	---
DEBB53876_269	Scheidelache	☐	☐	---	---	---
DEBB53876_270	Scheidelache	☐	☐	172	---	6,7
DEBB538742_646	Schildaer Mühlgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5385124_1163	Schleinitzgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538_31	Schwarze Elster	■	☐	182	2,8	7,0
DEBB5388_87	Schweinitzer Fließ	☐	☐	137	0,8	7,3
DEBB5388_88	Schweinitzer Fließ	☐	☐	---	---	---
DEBB538862_663	Sorgengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5387812_1172	Stechauer Hauptgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538782_653	Steigemühlengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5381962_1159	Teichabflußgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538196422_1674	Teichabflußgraben Frauendorf	☐	■	---	---	---
DEBB5385142_1164	Teichgraben 1.22.1	☐	☐	---	---	---
DEBB538852_662	Themisgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538784_654	Todtengraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5388322_1176	Weizlandgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB5388422_1177	Werchauer Graben	☐	☐	---	---	---
DEBB53886_275	Werftgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB538832_660	Wiepersdorfer Graben	☐	☐	---	---	---
DEBB538842_661	Wildenauer Graben	☐	☐	---	---	---

OWK	Bezeichnung / Gewässer	Räumlicher Bergbaueinfluss (1)		Zustand für Kennwert (2)		
		Dominant	Prüffall	Sulfat [mg/L]	Eisen [mg/L]	pH-Wert [-]
DEBB538744_647	Ziethgraben	☐	☐	---	---	---
DEBB53892416_1559	Zuellsdorfer Schoepfwerksgraben	☐	☐	---	---	---

(1) Symbolik zum Bergbaueinfluss gemäß der Tabelle 124 in Abschnitt 6.4.1.
(2) Zustandskategorien für die Kennwerte Sulfat, Eisen und pH-Wert gemäß der Tabelle 46, Tabelle 47 bzw. Tabelle 48 in Abschnitt 6.1.1.

Derzeitige Maßnahmen

Die **Schwarze Elster** war im Sommer 2019 durch eine ungünstige Konstellation natürlicher und bergbaubedingter Faktoren von einem mehrtägigen Versauerungsschub betroffen, der zum Fischsterben führte. Im Auftrag der LMBV wurden die **Ursachen des Versauerungsschubes** untersucht und Lösungsvorschläge abgeleitet. Um ein erneutes Auftreten eines vergleichbaren Versauerungsschubes frühzeitig zu erkennen, wurde von der LMBV ein entsprechendes **Sondermonitoring** eingerichtet (Tabelle 153).

Tabelle 153: Relevante konzeptionelle Maßnahmen im Teilgebiet Schwarze Elster 4.4.

Komplex	Kategorie	Nr. der Maß-nahme	Träger	Erläuterung	Status
---	Studien und Konzepte	E619	LMBV	Untersuchungen zur Versauerung der Schwarzen Elster im Sommer 2019 und Ableitung von Lösungsvorschlägen	Abge-schlossen
---	Monitoring	E620	LMBV	Sondermonitoring zur Versauerung der Schwarzen Elster	Laufend

Defizitanalyse und Handlungsbedarf

Der **Hauptschradengraben**, der **Plessa-Haidaer-Binnengraben**, der **Große Schradener Binnengraben**, der **Kleine Binnengraben** und der **Plessaer Binnengraben** sind wie der Plessa-Dolsthaidaer Binnengraben (vgl. Abschnitt 6.4.9) künstlich angelegte Dränagegräben, die zur Entwässerung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Elsteraue dienen. Die Gräben haben ein sehr kleines oberirdisches Einzugsgebiet. Sie dränieren das oberflächennahe Grundwasser in der Elsteraue. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, die Einstufung der vorgenannten Gewässer als Fließgewässer-OWK zu evaluieren (Anlage 2).

Der Zustand von acht bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK im Teilgebiet kann mangels Daten nicht beschrieben werden (Tabelle 152). Für diese Fließgewässer-OWK wird die **Einrichtung repräsentativer Messstellen** und die Aufnahme eines OGewV-konformen Monitorings empfohlen (vgl. Abschnitt 6.2, Anlage 1). Weiterhin wird empfohlen, das Kennwertespektrum des Monitorings an den repräsentativen Messstellen der bergbaulich beeinflussten Fließgewässer-OWK Hauptschradengraben und Plessa-Haidaer Binnengraben um den Kennwert Eisen-gesamt zu ergänzen.

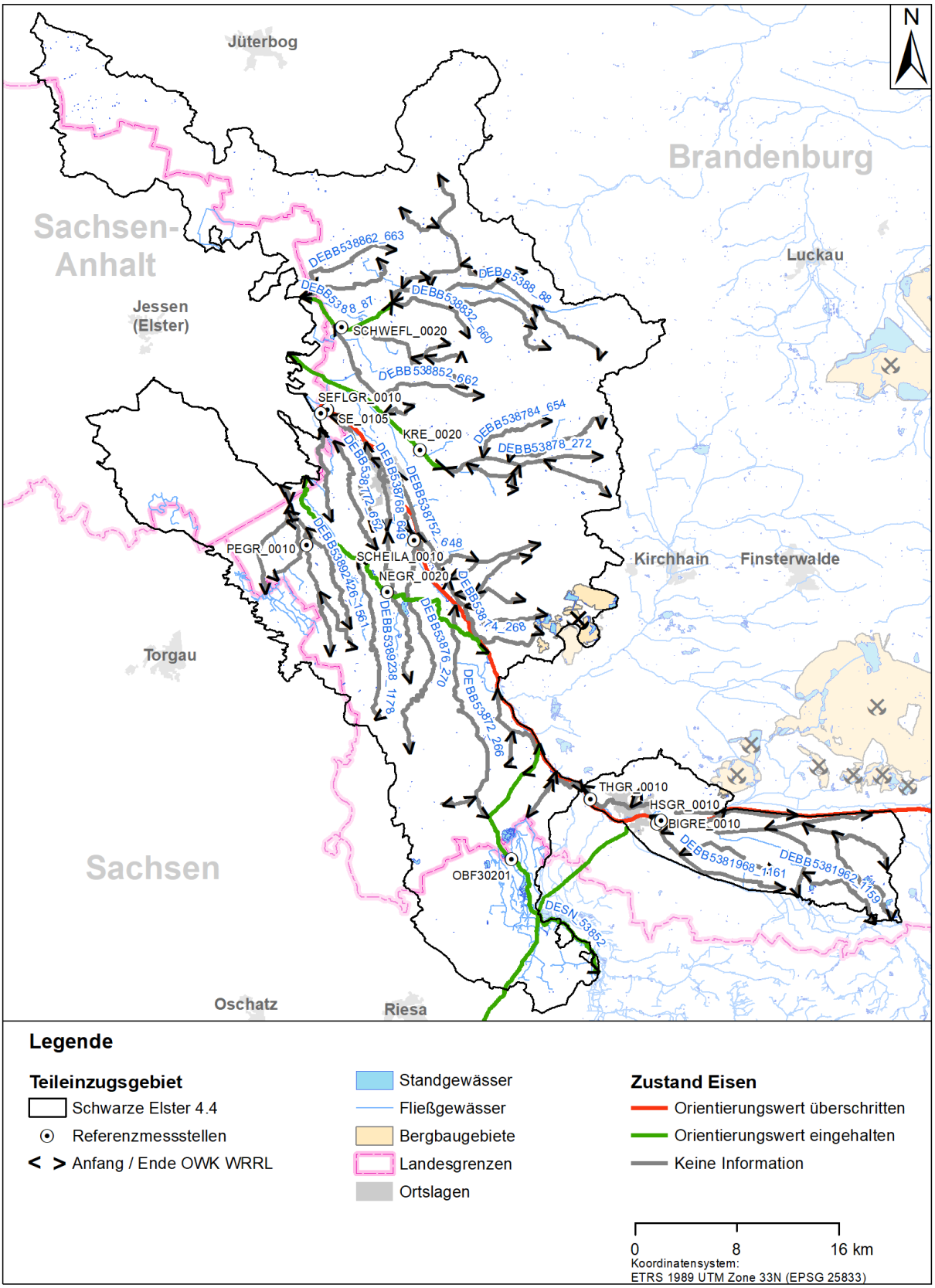


Bild 65: **Zustand der Fließgewässer-OWK im Teilgebiet Schwarze Elster 4.4 für den Kennwert Eisen und Lage der zur Zustandsbewertung verwendeten Referenzmessstellen.**

6.5 Übersicht der neuen Maßnahmen

Vom Gutachter wird die Umsetzung von insgesamt 100 **zusätzlichen Maßnahmen** empfohlen. Davon sind 37 Maßnahmen im Freistaat Sachsen und 63 Maßnahmen im Land Brandenburg lokalisiert (Tabelle 154). Ein Großteil der Empfehlungen sind konzeptionelle Maßnahmen (74 Stück) gefolgt von Wasserbehandlungsmaßnahmen (14 Stück) und Wasserbewirtschaftungsmaßnahmen (10 Stück) sowie Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen (2 Stück).

Tabelle 154: Anzahl der vom Gutachter empfohlenen zusätzlichen Maßnahmen aufgeschlüsselt nach Maßnahmenkategorien und den Bundesländern Sachsen und Brandenburg.

Maßnahmengruppe	Maßnahmenkategorie	Anzahl der Maßnahmen in Sachsen	Anzahl der Maßnahmen in Brandenburg
Wasser-bewirtschaftungs-maßnahmen	Wassereinleitung zur Stützung	0	0
	Fremdflutung und Nachsorge	0	0
	Wassermengensteuerung	0	0
	Wasserüberleitung	1	5
	Hydraulische Barrieren	1	0
	Wasserhaltung	0	1
	Wasserfassung	0	0
	Wassergütesteuerung	1	1
Bau- und Unter-haltungsmaßnahmen	Landschafts- und Wasserbau	0	0
	Gewässerunterhaltung	1	1
Wasserbehandlungs-maßnahmen	Wasserbehandlung in Anlagen	1	2
	Inlake-Wasserbehandlung	0	2
	Naturräumliche Wasserbehandlung	0	9
	Untergrundwasserbehandlung	0	0
Konzeptionelle Maßnahmen	Forschung und Entwicklung (F&E)	0	0
	Pilot- & Demovorhaben (P&D)	0	4
	Studien und Konzepte	11	23
	Modellierung	7	4
	Erkundung	10	7
	Monitoring	3	2
Organisatorische Maßnahmen	Organisation und Abstimmung	1	2
Gesamtanzahl der Maßnahmen im Bundesland		37	63
Gesamtanzahl der Maßnahmen im Untersuchungsraum		**100**	

Die empfohlenen **konzeptionellen Maßnahmen** setzten sich überwiegend aus Studien und Konzepten (34 Stück) sowie Erkundungen (17 Stück) zusammen (Tabelle 154). Diese Maßnahmen sollen die notwendigen Grundlagen für die Planung und die Umsetzung von ortskonkreten technischen Maßnahmen bereitstellen.

Ein Großteil der empfohlenen **Wasserbehandlungsmaßnahmen** soll mit naturräumlichen Ansätzen erfolgen (9 Stück). Für die empfohlenen Standorte liegen bereits ausreichend Daten für eine ortskonkrete Planung und Umsetzung vor. Die technische Wasserbehandlung in einer Anlage wird an 3 Standorten und eine Inlake-Wasserbehandlung an 2 Standorten empfohlen (Tabelle 154).

Die empfohlenen **Wasserbewirtschaftungsmaßnahmen** setzen sich überwiegend aus Vorschlägen zur Überleitung von bergbaulich beeinflusstem Grundwasser zusammen (6 Stück).

Die vier verbleibenden Maßnahmen sind Empfehlungen zur Wassergütesteuerung, zur Wasserhaltung und zu hydraulischen Barrieren (Tabelle 154).

Von den 100 zusätzlich empfohlenen Maßnahmen entfallen 59 Maßnahmen auf den **Maßnahmenträger** LMBV und 25 Maßnahmen auf die LE-B. Für die Behörden der Bundesländer Sachsen und Brandenburg werden jeweils 3 Maßnahmen zur Umsetzung empfohlen. Insgesamt 10 Maßnahmen haben einen länderübergreifenden Charakter und sollten von den Behörden beider Bundesländer umgesetzt werden (Tabelle 155).

Tabelle 155: Anzahl der vom Gutachter empfohlenen zusätzlichen Maßnahmen aufgeschlüsselt nach Maßnahmenträger

Maßnahmenträger	Anzahl der Maßnahmen
LMBV	59
LE-B	25
Behörden Sachsen	3
Behörden Brandenburg	3
Behörden Länderübergreifend	10
Gesamtanzahl der Maßnahmen	100

7 Quellenverzeichnis

AG FGB (2019): Grundsätze für die länderübergreifende Bewirtschaftung der Flussgebiete Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße. – Arbeitsgemeinschaft „Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster“, Stand: April 2019.

BMWi (2020): Entwurf eines Gesetzes zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsgesetz).– Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 29.01.2020.– Online im Internet: BMWi_Entwurf_Kohleausstiegsgesetz [Zugriff am 10.02.2020].

Cole & Wells (2016) Thomas M. Cole and Scott A. Wells: CE-QUAL-W2: A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 4.0. User Manual. Portland State University, Portland, April 2016.

DGL (2010): Lange K.-P., Weber L. und Kannapinn H.: Bergbaubedingte Eisen- und Sulfateinträge in die Pleiße - Stand der Untersuchungen und erste Lösungsansätze. 26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie 2010, Universität Bayreuth, 27.09. - 01.10.2010.

DWA (2013): Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser. DWA-Themen T2/2013, September 2013. ISBN 978-3-944328-20-1.

EG-WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-Wasserrahmenrichtlinie). – Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L327/1 vom 22.12.2000. – Online im Internet: https://eur-lex/2000/60/EG [Zugriff am 23.08.2019].

EG (2003): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document No. 2. Identification of Water Bodies. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2003.

FGG Elbe (2013): Darstellung der Bewirtschaftungsziele für die vom Braunkohlenbergbau beeinflussten Grundwasserkörper der FGG Elbe. Hintergrunddokument. Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Magdeburg, 12.09.2013.

FGG Elbe (2014): Weniger strenge Bewirtschaftungsziele für die im deutschen Teil der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder durch den Braunkohlenbergbau und den Sanierungsbergbau beeinflussten Grundwasserkörper. Hintergrunddokument. Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Magdeburg, Oktober 2014.

Geller et al. (2013): Geller, W., Schultze, M., Kleinmann, B., Wolkersdorfer, C. (Eds.): Acidic Pit Lakes. The Legacy of Coal and Metal Surface Mines. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. ISBN 978-3-642-29384-9.

GEOS (2008) Untersuchungen der Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration der belasteten Grundwässer in die Oberflächengewässer im Braunkohlesanierungsgebiet Ostsachsen. Studie im Auftrag der Landesdirektion Dresden. Ingenieurgesellschaft G.E.O.S. Freiberg mbH, 25.11.2008.

GrwV (2017): Grundwasserverordnung vom 09. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 04. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist. – Online im Internet: http://www.gesetze-im-internet.de/GrwV2017 [Zugriff am 23.08.2019].

IWB (2015): Einschätzung des Anteils des Sanierungsbergbaus der LMBV an der Sulfatbelastung der Spree. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 31.03.2015. https://www.lmbv.de/files/LMBV/Dokumente/Wassermanagement/Verockerung%20der%20Spree/Studien/LMBV_Sulfatbilanz%20Spree_IWB_Text_2015.pdf

IWB (2016): Bilanzierung des Anteils des Sanierungsbergbaus der LMBV an der Eisenbelastung der Spree und der Kleinen Spree. Unveröff. Bericht im Auftrag der LMBV, Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 30.09.2016.

Jolas et al. (2009): Jolas, P., Forkel, C. & Rechenberger, B. (2009): Tagebauentwässerung, Planung, Modellierung und Wasserwirtschaft. In: Der Braunkohlenbergbau Bedeutung, Planung, Betrieb Technik Umwelt, Springer Verlag, Berlin, 2009.

Kohlekommission (2019): Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung. Abschlussbericht. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Januar 2019.

Kwasny (2011): Kwasny, J.: Konzeptioneller betrieblicher Umweltschutz am Beispiel der Abraumpufferung im Tagebau Garzweiler. World of Mining – Surface & Underground, 63 (4), S. 207-216, 2011.

LAWA (2015a): LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog (WRRL, HWRMRL, MSRL). – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, Stand: 01.09.2015.

LAWA (2015b): Anhang B zum LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog (WRRL, HWRMRL, MSRL). – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, Stand: 01.09.2015.

LAWA (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. - Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016. – Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Stuttgart, Januar 2017. – Online im Internet https://www.lawa.de/Ableitung GFSf [Zugriff am 03.09.2019].

LBGR (2018): Uhlmann, W., Zimmermann, K., Claus, T., Gerstgraser, C. & Giebler, S. (2018): eines strategischen Hintergrundpapiers zu den bergbaubedingten Stoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten Spree und Schwarze Elster. - Teil 1: Grundlagenermittlung. - Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann und Gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung im Auftrag des LBGR, Dresden/Cottbus, 23.11.2018.

LBGR (2020a): Uhlmann, W., Zimmermann, K., Claus, T., Schmidt, K., Seher, W., Gerstgraser, C. & Giebler, S. (2018): Erarbeitung eines strategischen Hintergrundpapiers zu den bergbaubedingten Stoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten Spree und Schwarze Elster. - Teil 2: Zustandsanalyse und Handlungsschwerpunkte. – Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann und Gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung im Auftrag des LBGR, Dresden/Cottbus, Februar 2020.

LBGR (2020b): Uhlmann, W., Gröschke, A. und Zimmermann, K. (2020): Erarbeitung eines strategischen Hintergrundpapiers zu den bergbaubedingten Stoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten Spree und Schwarze Elster. - Teil 3: Maßnahmenkonzept. – Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann und Gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung im Auftrag des LBGR, Dresden/Cottbus, Februar 2020.

Lenk u. a. (2013): Lenk, St.; F. Wisotzky & N. Cremer: Hydrogeochemie von Eisenausfällungen an Grundwasseraustritten der Abraumkippe Berrenrath (Rheinisches Braunkohlenrevier). Grundwasser 18(2013)35-45, ISSN 1430-483X. Lenk, St.; F. Wisotzky & N. Cremer: Hydrogeochemie von Eisenausfällungen an Grundwasseraustritten der Abraumkippe Berrenrath (Rheinisches Braunkohlenrevier). Grundwasser 18(2013)35-45, ISSN 1430-483X.

LfU (2002): Planfeststellungsbeschluss Reg.Nr. OWB-7/PFB-01/2002 für das Teilvorhaben „oberer Landgraben bis Bluno – Brandenburger Teil“, Cottbus, Januar 2002.

LfULG (2013): Wolkersdorfer, C. (2013): Grubenwasserreinigung – Beschreibung und Bewertung Verfahren. – Endbericht im Rahmen des Ziel 3 Projektes VODAMIN, Teilprojekt 09. – Tshwane University of Technology im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Pretoria, Südafrika, 27.09.2013.

LfULG (2014): Uhlmann, W., Nestler, W., Zimmermann, K., Lindig, Y. und Pezenka, C.: Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächengewässern. Methodik zum quantitativen Nachweis der Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächengewässern in Braunkohlenbergbaugebieten. (VODAMIN TP 07). Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag des LfULG, Schriftenreihe des LfULG, 2014.

LMBV (2010a): Uhlmann, W. u. a. (2010): Untersuchung der hydrochemischen und ökologischen Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem, saurem Grundwasser in die Kleine Spree (nördlich Speicher Burghammer) und in die Spree (Ruhlmühle) Abschlussbericht Teil 1: Erkundung. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 21.05.2010. http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Dokumente/Wassermanagement/Verockerung%20der%20Spree/Studien/Studie-Eisenbelastung-Suedraum-Spree-2010.pdf

LMBV (2010b): Uhlmann, W. u. a. (2010): Studie zu Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs auf die Beschaffenheit der Oberflächengewässer in den Sanierungsgebieten B1 (Seese/Schlabendorf) und B2 (Greifenhain/Gräbendorf). Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der LMBV, Dresden, 23.12.2010. http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Dokumente/Wassermanagement/Verockerung%20der%20Spree/Studien/Studie-Eisenbelastung-Nordraum-Spree-2010.pdf

LMBV (2012): Uhlmann, W. u. a. (2012): Weiterführende Untersuchungen zu den hydrochemischen und ökologischen Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem, saurem Grundwasser in die Kleine Spree und die Spree. Projektphase 2: Präzisierung der Ursachen und Quellstärken für die hohe Eisenbelastung des Grundwassers; Teil 1: Erkundung und Teil 2: Maßnahmen. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der LMBV, Dresden, 30.05.2012. http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Dokumente/Wassermanagement/Verockerung%20der%20Spree/Studien/Studie-Eisenbelastung-Suedraum-Spree-2012.pdf

LMBV (2013a): Uhlmann, W. u. a. (2013): Studie zu Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs auf die Beschaffenheit der Oberflächengewässer in den Sanierungsgebieten B 1 (Seese/Schlabendorf) und B 2 (Greifenhain / Gräbendorf). Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der LMBV, Dresden, 31.03.2013. http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Dokumente/Wassermanagement/Verockerung%20der%20Spree/Studien/Studie-Eisenbelastung-Nordraum-Spree-2013.pdf

LMBV (2013b): Uhlmann, W. & Zimmermann, K. (2013): Wissenschaftlich-technisches Projekt 112 „Gewässergüte in den Tagebauseen der Lausitz“ 2013-2015 – Eisenbelastung der Schwarzen Elster Teil 1: Bestandsaufnahme. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der LMBV, Dresden, 05.07.2013.

LMBV (2015a): Uhlmann, W., Zimmermann, K., Theiss, S. & Kreutziger, Y. (2015): Einschätzung des Anteils des Sanierungsbergbaus der LMBV an der Sulfatbelastung der Spree. – Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der LMBV, Dresden, 31.03.2015. – Online im Internet: https://www.lmbv.de/Spree SulfatSanierungsbergbau [Zugriff am 30.08.2019].

LMBV (2015b): Luckner, L., Sommer, T., Uhlmann, W., Kreutziger, Y., Mix, S., Herre, K., Scholz, E., Lucke, B., Totsche, O. & Mischke, D. (2015): LMBV Flutungs-, Wasserbehandlungs- und Nachsorgekonzept Lausitz. Teil 2: Gestaltung von Gewässersystemen in den Bergbaufolgelandschaften der Lausitz. Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH Senftenberg, Oktober 2015. – Online im Internet: https://www.lmbv.de/ KonzeptLausitzTeil2.pdf [Zugriff am 30.08.2019].

LMBV (2015c): Uhlmann, W., Zimmermann, K., Theiss, S., Hiekel, R. & Mix, S. (2015): Vertiefende Untersuchungen zur Präzisierung der Eisenbelastung in der Schwarze Elster im Rahmen des Projektes 184 „Bergbaulich beeinflusste Grundwasserbeschaffenheit der Lausitz“, Teil 2: Monitoringkonzept, saisonale Austragsdynamik, Grundwasserwechselwirkungen und erste Maßnahmenvorschläge. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der LMBV, Dresden, 31.08.2015.

LMBV (2016): Uhlmann, W. & Zimmermann, K. (2016): Bilanzierung des Anteils des Sanierungsbergbaus der LMBV an der Eisenbelastung der Spree und der Kleinen Spree. Bericht im Auftrag der LMBV, Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 30.09.2016. – Unveröffentlicht.

LMBV (2017): Fünftes ergänzendes Verwaltungsabkommen zum Verwaltungsabkommen über die Regelung der Finanzierung der ökologischen Altlasten (VA Altlastenfinanzierung) in der Fassung vom 10.01.1995 über die Finanzierung der Braunkohlesanierung in den Jahren 2018 bis 2022 (VA VI Braunkohlesanierung) vom 02.06.2017. Online im Internet: https://www.lmbv.de/index.php/Verwaltungsabkommen.html [Zugriff am 20.04.2020]

LMBV (2020): LMBV - Wandlungen und Perspektiven, 2015. https://www.lmbv.de/index.php/Wandlungen_Perspektiven_Lausitz.html

LUA (1995): Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Wasserbeschaffenheit in Tagebaurestseen. Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes Brandenburg, Cottbus, Band 6, 1995, 86 S. ISSN 0948-0838.

LUA (2001): Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Tagebauseen. Wasserbeschaffenheit und wassergütewirtschaftliche Sanierung – Konzeptionelle Vorstellungen und erste Erfahrungen. Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes Brandenburg, Cottbus, Band 35, 2001, 77 S. ISSN 0948-0838.

MLUL (2013): Uhlmann, W., Theiss, S., Nestler, W. Westphal, E. & Claus, Th.: Fortführung der Studie zur Talsperre Spremberg: Ausführung eines investigativen Monitorings von Eisen im Wasserkörper und im Sediment der Talsperre Spremberg zur Abschätzung der Folgen steigender Eisengehalte in der Spree im Zulauf zur Talsperre infolge des Grundwasserwiederanstieges für die Talsperre und das unterliegende Gewässersystem der Spree sowie Schlussfolgerungen für erforderliche Gegenmaßnahmen. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag des MLUL Brandenburg, Dresden, 31.12.2013. http://www.mlul.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/ ab2013_ts_spremberg.pdf

MLUL et al. (2019): MLUL, LfU, LMBV, LEAG, LBGR & MWE: Arbeitsprogramm 2019 zum „Strategiepapier zur Beherrschung bergbaubedingter Stoffbelastungen in den Fließgewässern Spree, Schwarze Elster, und Lausitzer Neiße“ – Maßnahmen zur gezielten Beeinflussung bergbaubedingter Stofffrachten. – Online im Internet: https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/land_bb_test_02.a.189.de/Arbeitsprogramm_2019_Strategiepapier_bergbaubedingte_Stoffbelastungen.pdf [Zugriff am 20.12.2019].

MLUL & MWE (2019a): Bewirtschaftungserlass Sulfat (Spree). – Ministerium für Ländliche Entwicklung und Landwirtschaft und Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg, Potsdam, April 2019.

MLUL & MWE (2019b): Anforderungen zur Reduzierung des bergbaubedingten Eintrages von Eisen in die Fließgewässer der Lausitz (Bewirtschaftungserlass Eisen). – Ministerium für Ländliche Entwicklung und Landwirtschaft und Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg, Potsdam, September 2019.

OGewV (2016): Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373). – Online im Internet: http://www.gesetze-im-internet.de/OGewV2016 [Zugriff am 23.08.2019].

Ostkohle (2020): Ostkohle.de - die Braunkohle im Osten, 2020. http://ostkohle.de/index.html

OVG NRW (2018): Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen, Urteil vom 05. Dezember 2018 – 20 A 499/16, Justiz-Online.– Online im Internet: https://www.justiz.nrw.de/20 A 499/16.html [Zugriff am 09.09.2019].

Pflug (1998): Pflug, W. (1998): Braunkohlentagebau und Rekultivierung Landschaftsökologie - Folgenutzung - Naturschutz - Springer Verlag, S. 453 ff, Berlin, 1998.

TrinkwV (2018): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 03. Januar 2018 (BGBl. I S. 99) geändert worden ist. – Online im Internet: http://www.gesetze-im-internet.de//TrinkwV2018 [Zugriff am 23.08.2019].

VEM (2014): Wasserbalance – Dichtwandtechnik im Lausitzer Braunkohlenbergbau. 16 Seiten, Cottbus 2014.

Vulpius (2015): Vulpius, R. (2015): Die Braunkohlenlagerstätten Deutschlands - ein Überblick - GDMB Verlag GmbH, Clausthal-Zellerfeld, 240-278.

WHG (2018): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 04. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist. – Online im Internet: http://www.gesetze-im-internet.de/WHG2009 [Zugriff am 23.08.2019].

Wisotzky & Lenk (2006): Wisotzky, F. und Lenk, St.: Darstellung und Evaluierung der Minderungsmaßnahmen zur Kippenwasserversauerung im Tagebau Garzweiler der RWE Power AG (Rheinisches Braunkohlenrevier). Merkel u. a. (Hrsg.): Behandlungstechnologien für bergbaubeeinflusste Wässer. Workshop am Geologischen Institut der TU Bergakademie Freiberg, Wissenschaftliche Mitteilungen 31, Freiberg 2006, S. 133-138.