

**Machbarkeitsstudie
zur Nutzung der Tagebauseen
im Gebiet der Schwarzen Elster
für den Hochwasserrückhalt“**

Vergabenummer: S3-VG-13-085

Grimmelallee 4 c
99734 Nordhausen

Geschäftsführer:
Dr. Uta Alisch (Vorsitz)
Dr. Rolf Balthes
Dr. Dirk Brinschwitz
Wolfgang Weinhold

Tel.:
Fax:
fugro@fugro.de
www.fugro.de

AG Berlin-Charlottenburg
HRB 134082 B
Ust.-IdNr.: DE 150 375 679

Deutsche Bank AG
Konto-Nr. 960 300 2
BLZ 100 700 00

IBAN: DE83 1007 0000 0960
3002 00
SWIFT/BIC: DEUTDEBBXXX

Auftraggeber: Landesamt für Umwelt, Gesundheit
und Verbraucherschutz Brandenburg
Seeburger Chaussee 2
D-14476 Potsdam

Auftragnehmer: Fugro Consult GmbH
Grimmelallee 4c
99734 Nordhausen

Bearbeiter: M. Moder; T. Strohbach; Dr. K. Brinschwitz
D. Flemming; R. Ladwig

KT-Nr.: 320-13-052

Fugro Consult GmbH

Bestätigt:
Dr. R. Flach
Abteilungsleiter Oberflächenwasser

Datum: Nordhausen/Torgau, 27.11.2015

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	11
2	Allgemeine Beschreibung des Bearbeitungsgebietes	12
2.1	Lage	12
2.2	Klimatische Verhältnisse	13
2.3	Hydrogeologie	14
2.3.1	Stockwerksaufbau des Untergrundes	14
2.3.2	Aktuelle Grundwasserdynamik und Entwicklung bis zum Endstand	16
2.3.3	Unterirdische Einzugsgebiete der einzelnen Tagebauseen	17
2.3.4	Wechselwirkungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser	19
2.4	Oberflächenwasser	22
2.5	Schutzgebiete	25
2.5.1	Natura 2000	25
2.5.2	Landschaftsschutzgebiete	28
2.5.3	Naturschutzgebiete	28
2.5.4	Naturschutzgroßprojekt Lausitzer Seenland	29
2.5.5	Maßnahmenprogramme nach WRRL	30
2.6	Eisgefahren	32
2.6.1	Historisches Ereignis Februar 2006	32
2.6.2	Theoretische Grundlagen	33
2.6.3	Relevanz für das Plangebiet und die Nutzung der Tagebauseen zum Hochwasserrückhalt	35
3	Vorhandene und potentielle Ablauf-, Zulauf- und Überleitungskapazitäten	37
3.1	Ablaufkapazitäten	38
3.1.1	Ableiter Sedlitzer See	38
3.1.2	Ableiter Senftenberger See	39
3.2	Zulaufkapazitäten	40
3.3	Überleitungskapazitäten	41
4	Analyse und Bewertung der Randbedingungen für die einzelnen Tagebauseen	45
4.1	Oberflächenwasser	45
4.2	Grundwasser	46
4.2.1	Ursprüngliches Methodisches Konzept und Datenlage	46
4.2.2	Angepasstes Bearbeitungskonzept für die Einschätzung der Auswirkungen von Seewasserspiegeländerungen auf den Grundwasserspiegel	47
4.2.3	Identifikation der Auswirkungen von Seespiegelveränderungen auf das Grundwasser	48
4.2.3.1	Reichweite der Auswirkungen	48
4.2.3.2	Bilanzseitige Änderung der Grundwasserzu- und -abströme	52
4.3	Gewässergüte	56
4.3.1	Datengrundlage	56

4.3.2	Grundlegende chemische Klassifikation.....	57
4.3.2.1	pH-Wert.....	57
4.3.2.2	Eisen (gesamt bzw. gelöst).....	57
4.3.2.3	Ammonium-Stickstoff.....	57
4.3.2.4	Sulfat.....	57
4.3.3	Trophiestatus	57
4.3.4	Entwicklung der Gewässergüte bei Absenkung oder Anstieg der Wasserstände	58
4.3.4.1	Grundlegende Prozesse und Methodik	58
4.3.4.2	Beschaffenheitsprognose (Gewässerchemie).....	60
4.3.4.3	Zusammenfassung	66
4.4	Geotechnik.....	67
4.4.1	Sicherungsmaßnahmen.....	67
4.4.1.1	Senftenberger See (RL Niemtsch).....	68
4.4.1.2	Großräscher See (RL Meuro).....	68
4.4.1.3	Sedlitzer See (RL Sedlitz).....	69
4.4.1.4	Partwitzer See (RL Skado)	69
4.4.1.5	Geierswalder See (RL Koschen)	70
4.4.1.6	Erweiterte Restlochkeite	70
4.4.2	Bauwerke	71
4.4.3	Auswirkungen bei höherem Einstau	72
4.5	Andere Nutzungsansprüche	73
4.5.1	Grundlagen	73
4.5.2	Auswirkungen von seespiegelbedingten Grundwasserveränderungen auf andere Nutzungen.....	74
5	Hydrologische Randbedingungen.....	76
5.1	Durchflusssganglinien für die Untersuchungsszenarien am Pegel Neuwiese	76
5.1.1	Grundlagen der Analyse	76
5.1.2	Zweigipfelige Ereignisse	77
5.1.2.1	Vorschlag zur Abstimmung mit LDS/LTV	77
5.1.2.2	Ergebnis der Abstimmung mit LDS / LTV	78
5.1.3	Eingipfelige Ereignisse	80
5.1.3.1	Vorschlag zur Abstimmung mit LDS/LTV	80
5.1.3.2	Ergebnis der Abstimmung mit LDS / LTV	80
5.2	Hydrologischer Längsschnitt Ist-Zustand für den hydronumerischen Wirksamkeitsnachweis	81
5.3	Hydrologischer Längsschnitt der Varianten mit Retentionseffekt.....	83
6	Optimierung der Stauraumaufteilung.....	86
6.1	Phase 1: Zielabfluss Senftenberg zur Minimierung GW-Beeinflussung.....	87

6.1.1	Ableitung der Untersuchungsvarianten	87
6.1.1.1	Grundvariante	87
6.1.1.2	Ausgangswasserstände zu Beginn der Flutung	87
6.1.1.3	Zielabfluss im Bereich Senftenberg	88
6.1.1.4	Effektivität der Variante im Hinblick auf die Zielerreichung	88
6.1.1.5	Reihenfolge der Öffnung / Schließung von Flutungsbauwerken	89
6.1.1.6	Auslauf aus dem Becken Niemtsch während des Hochwassers bzw. zum Zwecke der Entleerung nach dem Hochwasser	89
6.1.1.7	Entleerungszeiten der RLK über Sedlitzer See (RL Sedlitz)	90
6.1.1.8	Entleerungszeiten RLK Bluno	92
6.1.2	Variantenbeschreibung	93
6.1.3	Kostenabschätzung	95
6.1.3.1	n-1-Bedingung (Pos. 01-05)	96
6.1.3.2	Zuleiter Neuwieser See / RL Bluno (Pos. 06)	96
6.1.3.3	Zuleiter Partwitzer See / RL Skado (Pos. 07-09)	96
6.1.3.4	Zuleiter Geierswalder See / RL Koschen (Pos. 10-11)	96
6.1.3.5	Standsicherheitsuntersuchung für schnelle Wasserstandsänderung (Anhebung) (Pos. 12)	97
6.1.3.6	Baugrunduntersuchungen inkl. Standsicherheitsuntersuchungen (Pos. 13)	97
6.1.3.7	Anpassung der Böschungssicherheit in bisher nicht planfestgestellten Niveaus (Pos. 14)	97
6.1.3.8	Einrichten Hochwassersteuerzentrale und laufende Kosten (Pos. 15 und 16)	98
6.1.3.9	Jährlicher Funktionstest (Pos. 17)	98
6.1.3.10	Brückenneubau bzw. Anpassung Brücken, Wehre und Tunnelbauwerke an ÜL (Pos. 18)	98
6.1.3.11	Umbau ÜL11 wegen Anhebung Staulamelle (Pos. 19)	99
6.1.3.12	Weitere Kostenbausteine	99
6.1.4	Ermittlung der Nährstofffrachten bei Hochwassereinleitung in die Tagebaurestseen	99
6.1.4.1	Grundlagen	100
6.1.4.2	Zusammenstellung der Messwerte	100
6.1.4.3	Schlussfolgerungen aus der Messwertanalyse	101
6.1.4.4	Abschätzung der Nährstofffrachten	102
6.1.4.5	Ergebnis der Nährstofffrachtberechnung	103
6.1.5	Variantenvergleich	103
6.1.5.1	Scheitelabfluss Senftenberg	104
6.1.5.2	Überschreitung maximaler planfestgestellter Staulamelle bzw. HW-Lamelle	104
6.1.5.3	Auswirkung auf wasserwirtschaftliche Bauwerke	104
6.1.5.4	Auswirkung Standsicherheit Böschungen	104
6.1.5.5	Auswirkung Hydrogeologie	105
6.1.5.6	Auswirkung Wassergüte	105

6.1.5.7	Auswirkung Naturschutz	105
6.1.5.8	Auswirkung NW-Bewirtschaftung	106
6.1.5.9	Auswirkung Tourismus	106
6.1.5.10	Auswirkung Nährstoffbilanz	107
6.1.5.11	Kosten	108
6.1.5.12	Vergleichsmatrix	109
6.1.6	Hydronumerische Nachweise	109
6.2	Phase 2: Minimierung Zielabfluss Senftenberg als Funktion des verfügbaren Retentionsvolumens im System	114
6.2.1	Ableitung der Untersuchungsvarianten	114
6.2.1.1	Grundvarianten	114
6.2.1.2	Ausgangswasserstände zu Beginn der Flutung	115
6.2.1.3	Zielabfluss im Bereich Senftenberg	115
6.2.1.4	Effektivität der Variante im Hinblick auf die Zielerreichung	116
6.2.1.5	Reihenfolge der Öffnung / Schließung von Flutungsbauwerken	116
6.2.1.6	Auslauf aus dem Becken Niemtsch während des Hochwassers bzw. zum Zwecke der Entleerung nach dem Hochwasser	116
6.2.1.7	Entleerungszeiten der RLK über Sedlitzer See	118
6.2.1.8	Entleerungszeiten RLK Bluno	118
6.2.2	Variantenbeschreibung	119
6.2.3	Kostenabschätzung	122
6.2.4	Ermittlung der Nährstofffrachten bei Hochwassereinleitung in die Tagebaurestseen	122
6.2.5	Variantenvergleich	122
6.2.5.1	Scheitelabfluss Senftenberg	123
6.2.5.2	Überschreitung maximaler planfestgestellter Staulamelle bzw. HW-Lamelle	124
6.2.5.3	Auswirkung auf wasserwirtschaftliche Bauwerke	124
6.2.5.4	Auswirkung Standsicherheit Böschungen	124
6.2.5.5	Auswirkung Hydrogeologie	125
6.2.5.6	Auswirkung Wassergüte	126
6.2.5.7	Auswirkung Naturschutz	126
6.2.5.8	Auswirkung NW-Bewirtschaftung	126
6.2.5.9	Auswirkung Tourismus	126
6.2.5.10	Auswirkung Nährstoffbilanz	128
6.2.5.11	Kosten	129
6.2.5.12	Vergleichsmatrix	129
6.2.5.13	Vorzugsvariante	131
6.2.6	Hydronumerische Nachweise für die Vorzugsvariante	131
6.2.7	Auswirkungen der Vorzugsvariante auf die GW-Verhältnisse im Umfeld	134

6.2.7.1	Reichweite der Auswirkungen	134
6.2.7.2	Zusammenfassung der Auswirkungen von seespiegelbedingten Grundwasserveränderungen auf andere Nutzungen	138
7	Vorschlag für ein Bewirtschaftungskonzept (Teilziel C der Aufgabenstellung)	139
7.1	Randbedingungen und Zielstellungen der Leistungsbeschreibung.....	139
7.2	Zusammenfassende Beschreibung des Bewirtschaftungskonzeptes	140
7.3	Vergleich der Maßnahmen mit planfestgestellten Randbedingungen.....	145
7.3.1	Bewirtschaftungs- und Hochwasserlamellen	145
7.3.1.1	RLK Bluno-Spreetal	145
7.3.1.2	RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro	145
7.3.1.3	SB Niemtsch	146
7.3.2	Zuleiter, Ableiter, Überleiter	146
7.3.2.1	Zuleiter Neuwieser See	146
7.3.2.2	Zuleiter Partwitzer See	147
7.3.2.3	Zuleiter Geierswalder See (am Wehr Koschen)	147
7.3.2.4	Zuleiter SB Niemtsch (am Wehr Koschen)	148
7.3.2.5	Überleiter 6 (Neuwieser See – Partwitzer See)	148
7.3.2.6	Restliche Überleiter.....	149
7.3.2.7	Auslaufbauwerk SB Niemtsch	149
7.3.2.8	Auslaufbauwerk Sedlitzer See.....	149
7.3.3	Geotechnische Randbedingungen / Standsicherheit der Böschungen	149
7.4	Auswirkungen auf die Hochwasserabflüsse	150
7.5	Auswirkungen auf Niedrigwasserabflüsse.....	150
7.5.1	Niedrigwasserbewirtschaftung über die Rainitz.....	151
7.5.2	Niedrigwasserbewirtschaftung über Speicherbecken Niemtsch	151
7.6	Ergänzender Untersuchungsbedarf.....	154
7.6.1	Zuleiterkapazitäten zur Restlochkette und Überleiterkapazitäten	154
7.6.2	Hydraulische Verhältnisse in den Überleitern während der Flutungs- und Entleerungs- phase sowie Konkretisierung der Aussagen zu Flutungs- und Entleerungszeiten	155
7.6.3	Einfluss von Niederschlägen und Gewässerverdunstung auf die verfügbare Hochwasserlamelle.....	156
7.6.4	Auswirkungen auf die Hochwasserabflüsse im weiteren Verlauf der Schwarzen Elster bis zur Mündung in die Elbe	156
7.6.5	Grundwasser – Sicherstellung Bewirtschaftung bei dauerhafter Absenkung der oberen Lamelle	157
7.6.6	Geotechnik – Standsicherheit im Bereich großer Einleitmengen	158
7.6.7	Niedrigwasseraufhöhung in der Schwarzen Elster.....	158

7.6.8	Gewässergüte.....	159
7.6.9	Risikobetrachtungen baulicher Anlagen	160
7.6.10	Auswirkungen von Änderungen der Seewasserspiegel auf die GW-Verhältnisse	160
7.6.11	Touristische Nutzbarkeit bei dauerhafter Absenkung der oberen Staulamellen	160
8	Zusammenfassung	162
9	Literatur- und Quellenverzeichnis	165
9.1	Geobasisdaten	165
9.2	Planfeststellungsbeschlüsse / Plangenehmigungen	166
9.3	Berichte / Studien / Gutachten / Merkblätter	167
9.4	Sonstige Grundlagen	170
10	Verwendete Abkürzungen	173

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Übersicht des Untersuchungsgebietes (Quelle: LMBV)	12
Abbildung 2-2: Hydrologischer Längsschnitt aus N-A-Modell Schwarze Elster [B19]	23
Abbildung 2-3: Lage des Naturschutzgroßprojektes.....	29
Abbildung 2-4: Eisversatz an der Brücke bei Tätzschwitz Februar 2006.....	32
Abbildung 2-5: Einsatz von Langarmbaggern zur Eisentnahme aus der Schwarzen Elster.....	33
Abbildung 3-1: Netzstruktur der Tagebauseen Stand 06/2013 (verändert nach [S4]).....	37
Abbildung 3-2: Ausleitkapazität in der Rainitz in Abhängigkeit vom Wasserstand in der RLK und Abfluss in der Schwarzen Elster.....	39
Abbildung 3-3: Verteilerbauwerk Wehr Großkoschen [S24]	41
Abbildung 3-4: Einlaufbauwerk zur Rohrleitung im Überleiter 6.....	43
Abbildung 3-5: Schlüsselkurve für die hydraulische Leistungsfähigkeit im Überleiter 6	44
Abbildung 4-1: Darstellung der aktuellen Sperrbereiche im Untersuchungsgebiet.....	68
Abbildung 4-2 Ufersicherung mittels GeoTube und Wasserbausteinen am Sedlitzer See (Ortslage Lieske) .	69
Abbildung 4-3: Ufersicherung mit Gabionen und Steinschüttung am Partwitzer See.....	70
Abbildung 4-4: Ufersicherung am Überleiter 11	72
Abbildung 5-1: Ganglinien der zweigipfligen Bemessungsszenarien	79
Abbildung 5-2: Ganglinien der eingipfligen Szenarien	81
Abbildung 6-1: Wasserspiegellängsschnitte IST und PLAN für das Szenario III (65 m³/s)	111
Abbildung 6-2: Wasserspiegeldifferenzen PLAN-IST für Szenario III (65 m³/s)	112

Abbildung 6-3: Wasserspiegeldifferenzen PLAN-IST für Szenario I (33 m ³ /s)	113
Abbildung 6-4: Wasserspiegeldifferenzen PLAN-IST für Szenario II (54 m ³ /s)	113
Abbildung 6-5: Abschätzung der Kapazität des Klappenwehrs am Auslauf SB Niemtsch bei 98,70 m NHN	117
Abbildung 6-6: Wasserspiegellängsschnitte IST und Vorzugsvariante für Szenario I bis III	133
Abbildung 6-7: Wasserspiegeldifferenzen Vorzugsvariante-IST für Szenario I bis III.....	134
Abbildung 7-1: Wasserstände im Speicher Niemtsch zwischen 1985 und 2012 nach Speicherberechnung	153

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Mittlere Grundwasserbilanz (in m ³ /s) der einzelnen Tagebauseen und der Seebereiche nach Abschluss der geplanten Flutung 2015 und 2030 [B8]	21
Tabelle 2-2: Hydrologische Grunddaten der Pegel an der Schwarzen Elster (LHW,2012 – Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch).....	23
Tabelle 2-3: Ökologischer und chemischer Zustand der Schwarzen Elster gemäß WRRL [S36]	30
Tabelle 2-4: Ökologischer und chemischer Zustand des Senftenberger Sees nach WRRL [S36].....	31
Tabelle 2-5: Maßnahmenprogramm gemäß WRRL [S35]	31
Tabelle 3-1: Ausleitkapazität in die Rainitza bei verschiedenen Sohlbreiten	38
Tabelle 3-2: Überleiter im System	41
Tabelle 4-1: Wasserspiegel (m NHN) der einzelnen Seen in den Berechnungsszenarien [B9]	53
Tabelle 4-2: Grundwasserzu- und -abströme** (m ³ /s) zu den Tagebauseen bei Änderung der Seespiegel im quasistationären Nachbergbauzustand [B9]	53
Tabelle 5-1: Statistische Hauptwerte Pegel Neuwiese [S23]	76
Tabelle 5-2: Zusammenstellung maßgeblicher ein- und zweigipfelter Hochwässer am Pegel Neuwiese	76
Tabelle 5-3: Volumina für Ereignis und Szenarien Januar 2011	78
Tabelle 5-4: Volumina für Ereignis und Szenarien August 2010	79
Tabelle 5-5: Volumina für Ereignis und Szenarien September 2010	80
Tabelle 5-6: Hydrologischer Längsschnitt Ist-Zustand	83
Tabelle 5-7: Hydrologischer Längsschnitt Plan-Zustand, 3 Szenarien, Zielabfluss Senftenberg 22 m ³ /s	85
Tabelle 6-1: Interpolierte Ausleitdauer über Rainitza	91
Tabelle 6-2: Entleerungsdauern der RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro der Untersuchungsvarianten Phase 1 für unterschiedliche Konzeptionen zum Ableiter Sedlitzer See.....	92

Tabelle 6-3: Untersuchte Retentionsvarianten in der 1. Untersuchungsphase.....	94
Tabelle 6-4: Berücksichtigte Böschungslängen für die Kostenschätzung	95
Tabelle 6-5: Berücksichtigte Bauwerke an den Überleitern für die Kostenschätzung	95
Tabelle 6-6: Zusammenstellung mit TN für Sachsen (alle Angaben in [mg/l])	101
Tabelle 6-7: Zusammenstellung mit TNb für Sachsen (alle Angaben in [mg/l])	101
Tabelle 6-8: Nährstoffbilanzen Phase 1 für das zweigipflige HQ _{III} -Szenario	103
Tabelle 6-9: Bewertung des Kriteriums Auswirkung auf Tourismus in Phase 1	107
Tabelle 6-10: Bewertung des Kriteriums Nährstoffeintrag in Phase 1	108
Tabelle 6-11: Entleerungsdauern der RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro der Untersuchungsvarianten Phase 2 für unterschiedliche Konzeptionen zum Ableiter Sedlitzer See	118
Tabelle 6-12: Entleerungsdauern der Seenkette Bluno-Spreetal der Untersuchungsvarianten Phase 2 für unterschiedliche Konzeptionen zum Ableiter Sedlitzer See	119
Tabelle 6-13: Potentielle Retentionsvarianten in der 2. Untersuchungsphase	121
Tabelle 6-14: Bewertung des Kriteriums Auswirkung auf Tourismus in Phase 2	127
Tabelle 6-15: Bewertung des Kriteriums Nährstoffeintrag in Phase 2	129
Tabelle 6-16: Kostenzusammenstellung der drei Varianten der Untersuchungsphase 2	129
Tabelle 6-17: Hydraulische Längsschnitte Planzustand für die Vorzugsvariante	132
Tabelle 7-1: Maßnahmen der Vorzugsvariante an den Tagebauseen.....	142
Tabelle 7-2: Maßnahmen der Vorzugsvariante an den Zu-, Ab- und Überleitern	143
Tabelle 7-3: Betriebsvorschrift für den Speicher Niemtsch [S24].....	152
Tabelle 7-4: Gegenüberstellung der Wirksamkeit des SB Niemtsch für die NW-Aufhöhung der Schwarzen Elster für zwei Stauzielvarianten, Jahresreihe 1985-2012	154
Tabelle 8-1: Verfügbare Retentionsvolumina des Bewirtschaftungskonzeptes für die einzelnen Gewässer bei Umsetzung des Bewirtschaftungskonzeptes	164

Anhang

- Anhang 1: Bezeichnung der Gewässer im Untersuchungsgebiet
- Anhang 2: Berechnete Kapazitäten der Überleiter für die jeweils limitierende Engstelle
- Anhang 3: Gewässersteckbriefe der Tagebauseen
- Anhang 4: Ergebnisse der Variantenbetrachtung Phase 1
 - Anhang 4.1: Variantensteckbriefe
 - Anhang 4.2: Kostenschätzung
 - Anhang 4.3: Vergleichsmatrix (beispielhaft)
- Anhang 5: Ergebnisse der Variantenbetrachtung Phase 2
 - Anhang 5.1: Variantensteckbriefe
 - Anhang 5.2: Kostenschätzung
 - Anhang 5.3: Vergleichsmatrix

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Übersichtskarte Gewässer und Bauwerke; Maßstab 1:50.000

1 Veranlassung

Mit Inkrafttreten der EG-Hochwasserrisiko-Management-Richtlinie (HWRM-RL) im Jahr 2007 und deren Umsetzung in nationales Recht durch die Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in 2010 sind die zuständigen Behörden verpflichtet, eine Bewertung von Hochwasserrisiken durchzuführen und Gebiete mit signifikantem Hochwasserrisiko (§ 73 WHG) zu ermitteln. Weiterhin sind nach § 75 WHG für die ermittelten Risikogebiete auf der Grundlage von Gefahren- und Risikokarten (§ 74 WHG) Risikomanagementpläne (HWRMP) aufzustellen. Dabei liegt „der Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge, einschließlich Hochwasservorhersagen und Frühwarnsystemen“.

Mit den im Grenzbereich zwischen dem Freistaat Sachsen und dem Land Brandenburg gelegenen Tagebauseen sind Möglichkeiten zur Hochwasservorsorge durch Überleitung und Zwischenspeicherung von Hochwasserscheiteln vorhanden, deren dauerhafte Nutzung für den Hochwasserrückhalt bisher nur untergeordnet betrachtet wurden.

Im Auftrag des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft / MLUL (bis November 2014 Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz / MUGV) wurde durch die BTU Cottbus, Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft, im Jahr 2011 die „Potentialstudie zur dauerhaften Nutzung von Tagebauseen in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster für eine verbesserte Hochwasservorsorge und -bewältigung“ [B7] erarbeitet. Für die sogenannte „Erweiterte Restlochkette“ (ERLK) ergab sich daraus die Möglichkeit des Rückhalts bei Hochwasserereignissen mit dem Ziel der Scheitelabsenkung im weiteren Verlauf der Schwarzen Elster.

Entsprechend des Auftrages der Landesregierung Brandenburg sollten diese identifizierten Potenziale hinsichtlich Machbarkeit und Wirksamkeit vertiefend untersucht werden, da deren Ausschöpfung an verschiedene Rahmenbedingungen gebunden ist.

Die Ziele der hier vorgelegten Studie waren grundlegend wie folgt definiert:

- A. Untersetzung der in den bisherigen Untersuchungen aufgezeigten Rückhaltepotenziale und abschließende Bewertung hinsichtlich der Machbarkeit einer planmäßigen Nutzung der Tagebauseen der ERLK für den Hochwasserrückhalt
- B. Aufzeigen von Handlungsmöglichkeiten bei einer außergewöhnlichen Hochwasserentlastung in die Tagebauseen (Katastrophenszenario) in Abhängigkeit der Ergebnisse aus Teilziel A.
- C. Erarbeitung eines Vorschlags für ein Bewirtschaftungskonzept auf der Grundlage der planfestgestellten Randbedingungen.

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung erfolgte im Ergebnis der Festlegungen auf der Anlaufberatung im Rahmen des Arbeitskreises „Hochwasserrückhalt in Tagebauseen“ (AK-HWR) am 29. Januar 2014 derart, dass die Teilziele A und C vorrangig bearbeitet wurden. Dementsprechend ist auch die nachfolgende Dokumentation aufgebaut.

2 Allgemeine Beschreibung des Bearbeitungsgebietes

2.1 Lage

Die Bergbaufolgeseen der ERLK entstanden bzw. entstehen auf Flächen der früheren Braunkohlentagebaue Koschen, Skado, Sedlitz, Meuro, Spreetal-Nordost, Spreetal und Bluno. Dieses System liegt nördlich bzw. nordöstlich der Schwarzen Elster. Im Westen wird das Gebiet durch die Städte Senftenberg und Großräschen (Land Brandenburg), im Süden durch Hoyerswerda (Freistaat Sachsen) flankiert.

Das weiterhin zu betrachtende Speicherbecken (SB) Niemtsch (Senftenberger See) existiert seit 1974 auf Flächen des ehemaligen Tagebaus Niemtsch und liegt als einziges der betrachteten Gewässer südlich der Schwarzen Elster.

Alle Seen werden zukünftig durch schiffbare Überleiter miteinander verbunden sein.

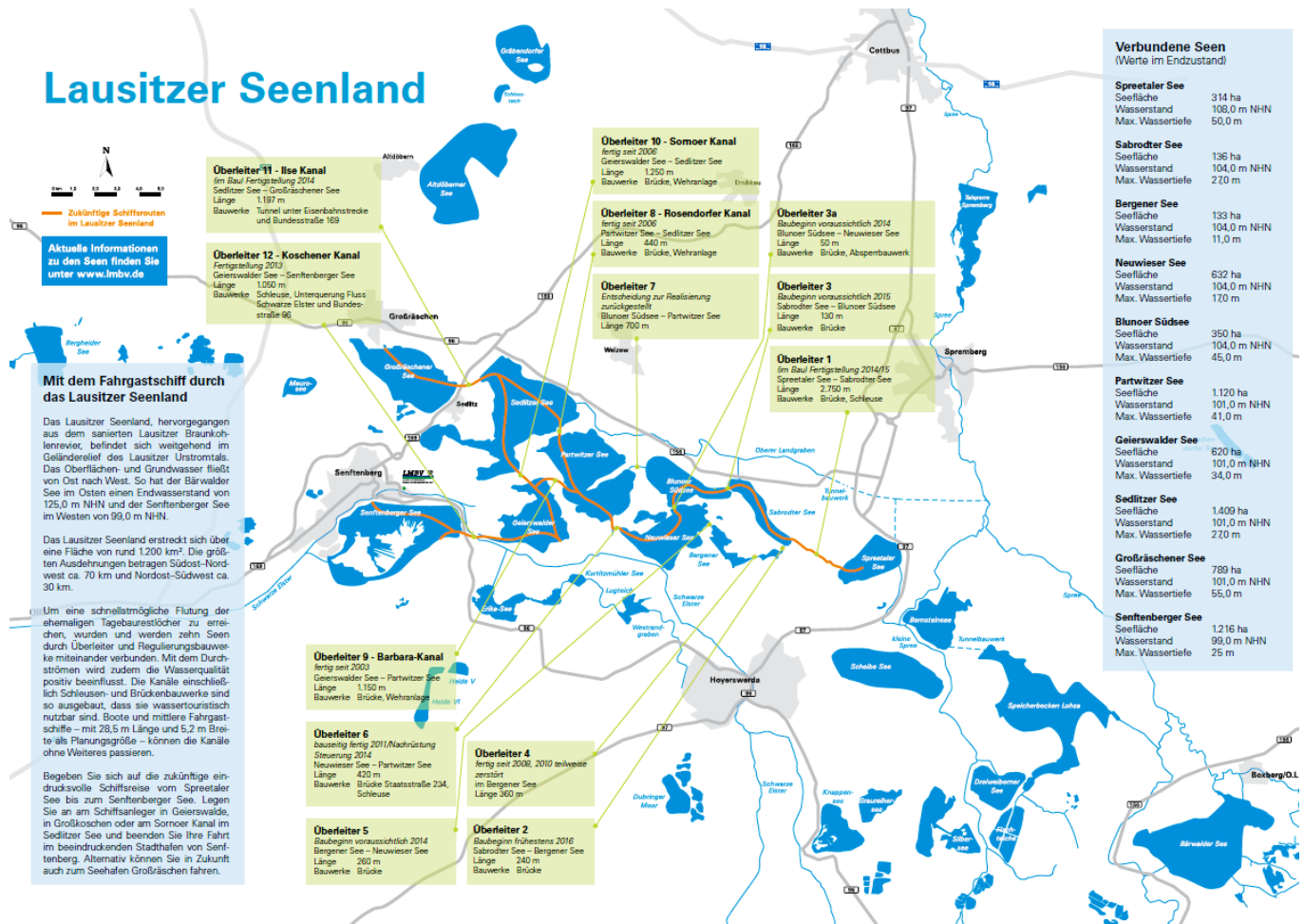


Abbildung 2-1: Übersicht des Untersuchungsgebietes (Quelle: LMBV)

Die meisten der Seen liegen im Freistaat Sachsen. Vollständig im Land Brandenburg liegen neben dem Senftenberger See nur der Sedlitzer und der Großräschner See. Die Landesgrenze Brandenburg/Sachsen verläuft durch den Partwitzer und den Geierswalder See.

Im Vorfeld der Bearbeitung wurde abgestimmt, einheitliche Gewässernamen und Bauwerksbezeichnungen zu verwenden. In den Arbeitsunterlagen der LMBV wird in der Regel die Bezeichnung des Restloches (RL) verwendet. In Unterlagen für die Öffentlichkeitsarbeit sowie in verschiedenen Studien und Gutachten anderer Institutionen hingegen finden sich auch die in Anhang 1 aufgeführten Bezeichnungen.

Im Text dieses Berichtes wird deshalb einheitlich die in Spalte 2 im Anhang 1 aufgeführte Bezeichnung verwendet. Lediglich für die Restlochkette wird die Bezeichnung „Sedlitz-Skado-Koschen“ bzw. für den südöstlichen Bereich die Bezeichnung Seenkette Spreetal-Bluno alternativ verwendet.

Administrative Einordnung

Administrativ ist das Untersuchungsgebiet wie folgt einzuordnen (Flächen folgender Landkreise bzw. Gemeinden sind tangiert oder betroffen):

Freistaat Sachsen

– Landkreis Bautzen

Gemeinden Elsterheide, Spreetal und Lauta

Land Brandenburg

– Landkreis Oberspreewald-Lausitz (OSL)

Gemeinden Neu-Seeland, Großräschen

Stadt Senftenberg

– Landkreis Spree - Neiße (LSN)

Gemeinden Welzow und Spremberg

2.2 Klimatische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet ist regionalklimatisch dem kontinental geprägten Binnenlandklima Ostdeutschlands mit warm-trockenen bis heißen Sommern und vergleichsweise kalten bis sehr kalten Wintern zuzuordnen.

Folgende Werte sind für das Untersuchungsgebiet charakteristisch (Stadt Schwarzheide, 2013 bzw. [PF6]):

- mittlere Jahrestemperatur: 8,9° C.
- mittlere Januartemperatur: -0,8° C
- mittlere Julitemperatur : 18,2° C.
- Jahresschwankung der Lufttemperatur (Differenz wärmster/kältester Monat): 19°
- mittlere Anzahl Sommertage pro Jahr: 37,6
- mittlere Anzahl Frosttage pro Jahr: 91,8
- mittlere Jahresniederschlagssumme (Messstelle Senftenberger See): 604 mm

Der Jahresniederschlag der Region liegt deutlich unter dem bundesdeutschen Schnitt von 700 mm. Vor allem im Sommer können ausgeprägte Trockenphasen auftreten.

Vergleicht man den mittleren Jahresniederschlag mit den Verdunstungswerten, so ergibt sich zwar regional ein Niederschlagsüberschuss, jedoch überschreiten die jährlichen Verdunstungsmengen der Seen (in Abhängigkeit von der Wassertiefe zwischen 705 und 703 mm) die jährlichen Niederschlagshöhen von ca. 570-600 mm deutlich [PF6].

Die vorherrschenden Windrichtungen sind Südwest und West. Die Windgeschwindigkeiten betragen im Mittel 4-4,5 m/s und sind über das Jahr betrachtet relativ ausgeglichen.

Die großklimatischen Verhältnisse werden lokal beeinflusst durch die Flächennutzung und durch Reliefunterschiede. Die atmosphärisch wirksamen Geländeoberflächen führen zu Veränderungen der kleinräumigen klimatologischen Verhältnisse.

So absorbieren beispielsweise die durch die Tagebautätigkeiten im Untersuchungsumfeld entstandenen vegetationslosen Kippenböden die Sonnenstrahlung besonders stark und können sich extrem erwärmen, wodurch es zu einer verstärkten Windentwicklung und höheren Windgeschwindigkeiten kommt.

Die offenen Wasserflächen haben einen stark dämpfenden Einfluss auf die Temperatur und führen aufgrund der Verdunstung zur Erhöhung der Luftfeuchte. Die Frisch- und Kaltluftbildung sowie die Intensität der Luftfiltration sind hingegen als gering einzuschätzen. Demgegenüber wirken Wasserflächen abhängig von der Gewässergröße aber als Kaltluftammelgebiete.

Die Niederungen der Fließgewässer wiederum sind Abflussbahnen für Kalt- und Frischluft, da sie einen ungehinderten Luftaustausch ermöglichen. Freiflächen wie Acker, Grünland und Ruderalflächen weisen einen ungestörten Temperatur- und Feuchteverlauf im Tagesgang mit starker nächtlicher Abkühlung auf. Sie sind potentielle Kaltluftentstehungsgebiete und ermöglichen durch ihre Windoffenheit einen freien Luftaustausch.

2.3 Hydrogeologie

2.3.1 Stockwerksaufbau des Untergrundes

Hydrogeologisch wird das Betrachtungsgebiet im Norden durch die Bahnsdorfer Rinne, im Osten durch verschiedene kleinere pleistozäne Rinnen, im Süden durch die Burger Ausräumung und die Tätzschwitzer Rinne sowie im Westen durch die Kleinkoschener Rinne begrenzt. Den Hauptvorfluter für das Grundwasser stellt die Schwarze Elster mit ihren Nebenflüssen Rainitza, Pößnitz und Wollschinka dar [B1], [B2], [B12].

Im Betrachtungsgebiet kam es infolge mehrerer Eisvorstöße zu einer signifikanten glazialen Überprägung, die tiefgreifende Lagerungsstörungen im Untergrund hervorrief. Zudem ist der ursprüngliche hydrogeologische Stockwerksaufbau nachhaltig durch den jahrzehntelangen Tagebaubetrieb sowie zahlreiche pleistozäne Erosionsrinnen und Ausräumungszonen beeinflusst und gestört.

Das Deckgebirge über dem 2. Lausitzer Flözhorizont bestand im vorbergbaulichen Zustand überwiegend aus quartären und tertiären Sanden und Kiesen mit geringmächtigen Zwischenlagen aus Schluff, Geschie-

bemergel und Ton. Die Mächtigkeit nahm von ca. 50 – 60 m im Westen (Tgb. Meuro) bis auf 190 m im Osten (Tgb. Spreetal) zu [B2], [B3], [B4].

Im quartären Teil des Deckgebirges dominierten rollige Ablagerungen der Saale- und Elsterkaltzeiten mit zum Teil sehr variablen Mächtigkeiten, die den Hauptgrundwasserleiter G100 bildeten. Dieser setzte sich hauptsächlich aus den kalkarmen und gut durchlässigen jungen Talsandfolgen des Urstromtals zusammen. Unter einer geringmächtigen holozänen Bedeckung aus großflächigen Wald- und Ackerböden sowie lokalen Fluss- und Auelehmen und Torf-/ Moorbildungen lagerten die fein- und mittelsandigen Oberen Talsande (G122) der Weichselkaltzeit und die zum Teil kiesführenden Unteren Talsande (G130) der Saalekaltzeit. Darunter folgten weitere Schmelzwassersande und –kiese der Saale- und Elsterkaltzeiten. Dieser mächtige Hauptgrundwasserleiter wurde zudem lokal von dünnen Horizonten aus Bänderschuff und –ton überdeckt und durch örtlich auftretende bindige Zwischenlagen mit meist geringer Mächtigkeit in einzelne Stockwerke gegliedert. Im Allgemeinen traten solche kalkhaltigen, puffernden Grundmoränenrelikte in der ungestörten Schichtenfolge nur selten auf. In Erosionsrinnen konnten dagegen auch mächtige bindige Sedimentbereiche (Geschiebemergel oder Beckenschuff) zwischen den Sanden und Kiesen nachgewiesen werden [B1], [B2], [B5].

Die quartären Sedimente lagerten auf einem bis zu 200 m mächtigen Tertiärkomplex, der im Betrachtungsgebiet noch flächendeckend verbreitet, aber zum Teil durch endogen-tektonische Bewegungen gestört ist. Der sich an das Quartär anschließende tertiäre Teil des Deckgebirges wurde von marinen Sanden dominiert.

Diese bildeten den Grundwasserleiter (GWL) G400, der nur örtlich durch geringmächtige tertiäre Braunkohleschluffe vom quartären Hauptgrundwasserleiter (HGWL) getrennt war. Aufgrund der hydraulischen Verbindungen stellten beide Grundwasserleiter zusammen den Hangend-GWL über der Braunkohle dar.

Im Liegenden des Abbauflozes folgt eine Wechsellagerung aus tertiären Sanden (G500/600) und Braunkohleschluffen, die nicht durch die Bergbauaktivitäten beeinflusst wurde [B1], [B2], [B3], [B5].

Nachbergbaulich ist der geologische Untergrund wie folgt aufgebaut:

- Hangend-GWL (G100 – 400): grundwasserleitende Schichten (Quartär, Tertiär) im Hangenden des abgebauten 2. Lausitzer Flözes, nur noch in Restpfeilern/ Rinnen zwischen den Seen vorhanden
- Kippen-GWL: heterogene Ablagerungen aus verkippten pleistozänen und tertiären Sedimenten innerhalb der Kippen, Basis orientiert sich an der Unterkante des Abbauflozes
- Liegend-GWL (G500): grundwasserleitende Schichten (Tertiär) im Liegenden des abgebauten 2. Lausitzer Flözes, großflächig aushaltend und nicht bergbaulich beeinflusst

Innerhalb der ehemaligen Abbaufelder wurde das Deckgebirge bis zum Braunkohleflöz abgetragen und gemischt auf Kippen abgelagert, wodurch es zu einer signifikanten Veränderung der hydrogeologischen Bedingungen kam. Aus dem abgelagerten Material entstand der Kippen-GWL, der den tieferen tertiären Schichten auflagert oder auf den Restpfeilern zwischen den Abbaufeldern zu finden ist.

Aufgrund der heterogenen Sedimentzusammensetzung weist er deutlich andere Eigenschaften als der ungestörte Hangend-GWL auf. Die Tagebauseen bildeten sich zum Teil auf Kippenmaterial, zum Teil auf ge-

wachsenem Gebirge des Tertiärs und Quartärs. Wegen grobkörniger grundwasserleitender Schichten in den tiefreichenden pleistozänen Erosionsrinnen und fehlender Zwischenstauer bestehen geohydraulische Verbindungen zwischen allen drei vorhandenen Grundwasserleitern sowie den Tagebauseen [B2], [B3], [PF6].

2.3.2 Aktuelle Grundwasserdynamik und Entwicklung bis zum Endstand

Vor den bergbaulichen Aktivitäten wurde die natürliche Grundwasserströmung im Bearbeitungsgebiet durch die Hauptvorfluter im Urstromtal, die als Entlastungsgebiete wirkten, bestimmt. Der Grundwasserabstrom erfolgte der Morphologie folgend regional von (Nord-)Ost nach (Süd-)West. Im Bereich des Tagebaus Meuro war die ungestörte Fließrichtung leicht abweichend von Nordnordost nach Südwesten gerichtet. Am Senftenberger See floss das Grundwasser entgegengesetzt von Südost nach Nordwest (südlich des Vorfluters Schwarze Elster). Eine Grundwasserscheide verlief im Osten entlang der oberirdischen Wasserscheide an der Grenze zwischen den Einzugsgebieten der Spree und Schwarzen Elster [B1], [B2], [B6].

Aufgrund der umfangreichen Wasserhaltungsmaßnahmen während des aktiven Braunkohlebergbaus wurde der natürliche Grundwasserstand seit Anfang des 20. Jahrhunderts über Jahrzehnte abgesenkt und das geförderte Wasser in die Schwarze Elster geleitet.

Durch den sich ausbildenden großräumigen Absenkttrichter hat sich die hydrodynamische Situation im Bearbeitungsgebiet grundlegend und nachhaltig verändert. Zudem entstanden infolge der Bergbautätigkeiten zahlreiche große Hohlformen, deren enormes Massedefizit durch Wasser aufgefüllt wird. Seit Einstellung der Entwässerung in den stillgelegten Tagebauen um die Jahrtausendwende steigt das Grundwasser wieder an, wodurch sich die Restlöcher anfangs mit Grundwasser zu füllen begannen. Später wurde die Flutung mit Oberflächenwasser aus Vorflutern und gereinigtem Grubenwasser beschleunigt. Dadurch stiegen und steigen die Seewasserspiegel jedoch zum Teil schneller als das Grundwasser und es kommt an vielen Seerändern temporär zu einem Abstrom in die Grundwasserleiter. Somit befindet sich das Grundwasserströmungsfeld regional und lokal im ständigen Wandel, bis der Endzustand mit allen Zielwasserständen in den einzelnen Seen erreicht ist. Danach haben vor allem die Bewirtschaftung der Tagebauseen und der noch aktive Tagebau Welzow-Süd Einfluss auf das Grundwasserregime [B1], [B2], [B3], [B5], [B7].

Entsprechend der aktuellen Grundwasserdynamik der LMBV aus dem Jahr 2013 ist die übergeordnete Fließrichtung von Südsüdost nach Nordwesten und an der Restlochkeette Sedlitz-Skado-Koschen teilweise auch nach Norden gerichtet. Lokal können bedingt durch die Seewasserspiegel Abweichungen vom regionalen Grundwasserregime auftreten.

Die Wasserstände im unbedeckten Grundwasserleiter reichen von 92 m NHN am Großräschener See bis 107 m NHN am Spreetaler See. In den letzten Jahren stieg der Grundwasserspiegel im Betrachtungsgebiet pro Jahr um durchschnittlich 0,5 bis 1,0 m an. Zum Teil überlagern jedoch saisonale Wasserdargebotschwankungen und klimatische Effekte den flutungsbedingten Grundwasseranstieg. Aufgrund der 2013 herrschenden großen Wasserspiegeldifferenzen zwischen Partwitzer, Geierswalder und Sedlitzer See auf der einen sowie Bergener und Sabrodtter/ Neuwieser See auf der anderen Seite tritt zwischen diesen jeweils ein sehr starkes Grundwassergefälle auf [B12].

Die Flurabstände variieren im Bearbeitungsgebiet sehr stark zwischen <1 und über 15 m. Im Bereich um Partwitzer, Geierswalder, Sedlitzer und Senftenberger See sowie in den Flussauen der Schwarzen Elster treten dagegen überwiegend Flurabstände unter 2 m auf. In der Stadt Senftenberg, vor allem im Gewerbegebiet Laugkfeld, wurden bei hohem Wasserstand im Senftenberger See bereits heute geländegleiche Grundwasserspiegel mit Vernässungserscheinungen nachgewiesen [PF6], [B7].

Da die Zielwasserstände außer im Senftenberger See noch nicht erreicht sind, hat sich für die Grundwasserndynamik bisher noch kein Endzustand eingestellt. Dieser wird erst nach der vollständigen Flutung der Tagebauseen erreicht. Das Abflussregime im Nachbergbauzustand bleibt auch dann von diesen beeinflusst, da es zum Einen zu einer Nivellierung des Grundwasserspiegels im Bereich der freien Wasserflächen kommt, zum anderen die Fließrichtung sich an das Abstromverhalten der Seen anpassen wird.

Im Endzustand wird die Grundwasserströmung, bedingt durch die Zielwasserstände der Tagebauseen, regional von Südost nach Westen und Südwesten zur Schwarzen Elster gerichtet sein. Zudem strömt entsprechend der verfügbaren Prognoserechnungen ein Teil des Grundwassers am östlichen Rand des Betrachtungsgebietes in Richtung Spree und vom Sedlitzer See in nördliche Richtung zum Tagebau Welzow-Süd.

Im Bereich des Großräschener Sees wird der Grundwasserstrom von Nordwest nach Südosten und Süden zur Schwarzen Elster gerichtet sein. Die Wasserstände im Grundwasserleiter werden gegenüber 2013 an den bereits weitgehend gefüllten Seen im östlichen Teil der Restlochekette nur noch etwa um 0 bis 4 m steigen, während im Bereich des Sedlitzer und Großräschener Sees wegen der noch geringen Füllmengen der Seen der Grundwasserspiegel zwischen 6 und 8 m zunehmen wird. Am Senftenberger See verändern sich die Verhältnisse zum quasistationären Endzustand nicht signifikant [B8], [B12].

Das hydraulische System der Lausitzer Seenkette wird den vorbergbaulichen Zustand sowohl im Hinblick auf die Grundwasserströmungsrichtung als auch die Lage des Grundwasserspiegels nicht mehr erreichen (zu erwartende Differenz ca. 2 m unter Ausgangszustand). Die großen entstehenden Wasserflächen der Tagebauseen beeinflussen neben dem Fließgeschehen des Grundwassers ebenso den Wasserhaushalt der Region, da mit stärkerer Verdunstung über den Seeflächen und daraus resultierenden Wasserdefiziten zu rechnen ist [PF6]. Ein Einfluss auf das Grundwassergeschehen besteht zudem durch den weiterhin aktiven Tagebau Welzow-Süd, in welchem noch immer eine Wasserhaltung betrieben wird. Diese Beeinflussung kann aber durch die errichtete Dichtwand zwischen den Tagebaufeldern gering gehalten werden. Nach Auskunft des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) (E-Mail vom 24.02.2014) ändert diese Dichtwand die berechneten bzw. prognostizierten Randbedingungen nicht nachhaltig.

2.3.3 Unterirdische Einzugsgebiete der einzelnen Tagebauseen

In Abhängigkeit der jeweiligen Grundwasserströmung können für die Zustromseiten der Seen unterirdische Einzugsgebiete ermittelt werden. Mithilfe der aktuellen Grundwasserndynamik der LMBV von 2013 wurde die Lage der Einzugsgebiete (EZG) für den Ist-Zustand bestimmt.

Spreetaler See:	EZG erstreckt sich in südsüdöstliche Richtung (gewachsenes Gebirge, z.T. Kippen) über Scheibe- und Bernsteinsee
-----------------	---

Sabrodter See:	EZG erstreckt sich in südöstliche (gewachsenes Gebirge, Kippen) bis südwestliche Richtung (Bergener See)
Bergener See:	EZG erstreckt sich in südliche Richtung meist über gewachsenes Gebirge
Neuwieser See:	EZG erstreckt sich in südöstliche bis südliche Richtung (gewachsenes Gebirge, Kippen) u.a. auch über den Bergener See
Blunoer Südsee:	EZG erstreckt sich in südliche Richtung über Neuwieser und Bergener See sowie in südwestliche Richtung über Teile des Partwitzer Sees (Kippen)
Geierswalder See:	EZG erstreckt sich in südliche Richtung meist über gewachsenes Gebirge
Partwitzer See:	EZG erstreckt sich in südöstliche bis südsüdöstliche Richtung über Neuwieser See und Lugteich (Kippen)
Sedlitzer See:	aufgrund des niedrigen Wasserstandes von etwa 93 m NHN allseitiger Zustrom zum See, vor allem aus Richtung Partwitzer und Geierswalder See, Ausdehnung des EZG im Norden bis zur GW-Hochlage etwa 3 – 4 km
Großräschener See:	Zustrom allseitig außer aus Westen, Ausdehnung des EZG nach Norden und Süden ca. 4 – 4,5 km (bis GW-Hochlagen) und nach Osten in den Kippenbereich zum Sedlitzer See ca. 1 km (lokale Wasserscheide)
Senftenberger See:	EZG erstreckt sich in südöstliche Richtung über gewachsenes Gebirge

Da sich das System aufgrund der weiterhin steigenden Wasserspiegel in den Tagebauseen und der daraus resultierenden steigenden Grundwasserspiegel auch in den kommenden Jahren noch im ständigen Wandel befindet, verändern sich ebenfalls das Grundwasserströmungsfeld und die unterirdischen Einzugsgebiete. Auf der Grundlage der Modellrechnungen für den nachbergbaulichen Zustand des gesamten Gewässersystems der G.U.B. Ingenieure AG [B12] kann die ungefähre Lage der zu erwartenden unterirdischen Einzugsgebiete der einzelnen Tagebauseen für den quasistationären Endzustand abgegrenzt werden.

Spreetaler See:	EZG erstreckt sich in südsüdwestliche Richtung meist über gewachsenes Gebirge und zum Teil den Scheibensee
Sabrodter See:	EZG erstreckt sich von östlicher bis südöstlicher Richtung (gewachsenes Gebirge und Kippen), z.T. über den Spreetaler See
Bergener See:	EZG erstreckt sich fast unverändert in südliche bis südsüdöstliche Richtung meist über gewachsenes Gebirge
Neuwieser See:	EZG erstreckt sich in südliche Richtung meist über gewachsenes Gebirge
Blunoer Südsee:	EZG erstreckt sich in östliche bis südöstliche Richtung über Sabrodter, Bergener und Neuwieser See (überwiegend Kippen)
Geierswalder See:	EZG erstreckt sich unverändert in südliche Richtung meist über gewachsenes

Gebirge

Partwitzer See:	EZG erstreckt sich in östliche (Blunoer und Neuwieser See) bis südliche Richtung (Lugteich, Kippen)
Sedlitzer See:	EZG erstreckt sich in östliche bis südöstliche Richtung über Partwitzer und z.T. Geierswalder See (Kippen)
Großräschener See:	EZG erstreckt sich entgegen dem oben beschriebenen Zustand in nördliche bis westliche Richtung über gewachsenes Gebirge und Kippen
Senftenberger See:	EZG erstreckt sich in südöstliche Richtung über gewachsenes Gebirge und zusätzlich in östliche Richtung über den Geierswalder See

2.3.4 Wechselwirkungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser

Die einzelnen Seen der Erweiterten Restlochkette sind nicht nur durch Überleiter, Schleusen und Wehre, sondern auch über das Grundwasser miteinander verbunden. Da die mit Wasser gefüllten ehemaligen Tagebaurestlöcher in den Hauptgrundwasserleiter einschneiden und so der größte Teil der Seevolumina direkt an das Grundwasser angebunden ist, wird ein großräumiger Wasseraustausch zwischen Oberflächen- und Grundwasser möglich. Diese Wechselwirkungen betreffen nicht nur den Hauptgrundwasserleiter, sondern untergeordnet auch die tertiären Grundwasserleiter G400 und G500/600, die durch den anthropogen geschaffenen Kippen-GWL und die pleistozänen Erosionsrinnen ebenfalls mit dem Oberflächenwassersystem verbunden sind [B1], [PF6].

Durch die sich im Laufe der Zeit an den Seeböden ausbildenden Kolmationsschichten kann der Wasseraustausch mit dem Grundwasser verringert, jedoch eine gegenseitige Beeinflussung infolge der großen Kontaktflächen nicht vollständig verhindert werden. Die Wechselwirkungen mit Oberflächengewässern beeinflussen den Grundwasserstrom zudem nicht nur bilanzseitig, sondern auch hydrochemisch.

Die Grundwasserstände im Nahbereich der Seen sowie die Zu- und Abstromverhältnisse sind abhängig von den jeweils in den Tagebauseen herrschenden Wasserständen, die aktuell durch zusätzliche Flutungsmaßnahmen schneller steigen als das Grundwasser. Damit kommt es zur Infiltration des Seewassers in die Kippen und Grundwasserleiter. Steht das Grundwasser hingegen höher als der Seespiegel, strömt (meist) saures Kippenwasser in die Tagebauseen. Nach der Flutung schwanken die Seewasserstände je nach Wasserdargebot und Bewirtschaftungskonzept innerhalb der Staulamelle oder bei Hochwasser bis zum Maximalstauniveau, so dass lokal um die Seen ein temporärer Wechsel der Strömungsverhältnisse zu erwarten ist.

Im derzeitigen Zustand (Stand: Juni 2013) liegen die Wasserspiegel der östlichen Seen der Erweiterten Restlochkette (Spreetaler bis Neuwieser See) etwa 2 – 5 m unter den Zielwasserständen. Sie werden aus südöstlicher bis südwestlicher Richtung, meist aus dem gewachsenen Gebirge und Kippenbereichen, angeströmt. Der Grundwasserabstrom erfolgt an den nördlichen und nordwestlichen Seeseiten. Aufgrund des deutlich höheren Wasserstandes im Bergener See (etwa 106 m NHN) ist das Grundwassergefälle zum je-

weils benachbarten Sabrodter (~99 m NHN) und Neuwieser See (~101 m NHN) mit entsprechend hohen Grundwasserflüssen ausgeprägt.

Im Partwitzer und Geierswalder See liegen die Wasserstände derzeit etwa 1 m unter dem Zielwert, während im Sedlitzer See noch 8 m bis zum Endzustand fehlen. Dem Partwitzer See fließt aus Südosten Grund- und Kippenwasser zu. Der Abstrom findet nach Nordwesten zum Sedlitzer See (großes Gefälle) und Norden statt. Am Geierswalder See erfolgt der Grundwasserstrom von Süden nach Nordwesten Richtung Sedlitzer See und ins gewachsene Gebirge.

Wegen des im Vergleich zu den Nachbarseen sehr niedrigen Wasserspiegels strömt dem Sedlitzer See aktuell allseitig Wasser zu. Über die südöstliche Seeseite erfolgt ein deutlicher Grund- und Kippenwasserzustrom aus dem ehemaligen Bergbaugebiet mit großem Gefälle, aus nördlicher und westlicher Richtung sind die Mengen aufgrund des flachen Gefälles deutlich geringer.

Der Großräschener See hat aktuell einen Wasserspiegel von ca. 5 m unter dem Zielwasserstand und wird ebenfalls fast allseitig von Grund- und Kippenwasser gespeist. Nur nach Westen strömt Grundwasser aus dem See wieder ab.

Am Senftenberger See ist die Flutung bereits beendet. Das Grundwasser, aus dem gewachsenen Gebirge kommend, durchströmt den See von Südost nach Nordwesten in Richtung Schwarze Elster [B12].

Die Erweiterte Restlochkette Spreetal-Bluno und Sedlitz/Skado/Koschen/Meuro hatte im Jahr 2012 einen Grundwasserzustrom von ca. 38 Mio. m³ (entspricht etwa 1,2 m³/s). Da die zusätzliche Flutung mit Oberflächenwasser den möglichen Grundwasserzustrom verringert, fiel dieser im Jahr 2012 gegenüber dem prognostizierten Zustand nach Abschluss der Flutung (siehe Tabelle 2-1) jedoch deutlich geringer aus. Die Grundwasserbilanzen sind aktuell am Spreetaler, Neuwieser, Geierswalder und Sedlitzer See positiv, während an den restlichen Seen negative Bilanzen zu berechnen sind.

Den größten Überschuss zwischen grundwasserbürtigem Zu- und Abstrom weist der Sedlitzer See auf, was wahrscheinlich auf den niedrigen Wasserspiegel und den aktuell herrschenden allseitigen Zufluss zurückzuführen ist. Zudem sind aufgrund des hohen Gefälles zum Partwitzer und Geierswalder See große Zustrommengen zu erwarten. Die Entwicklung zum Nachflutungszustand zeigt für alle Tagebauseen positive Grundwasserbilanzen, deutlich über den aktuellen Werten [B12].

Nach Abschluss der Flutung werden für die geplanten Zielwasserstände in [B8] im Mittel folgende Grundwasserbilanzen prognostiziert (Tabelle 2-1):

Tabelle 2-1: Mittlere Grundwasserbilanz (in m³/s) der einzelnen Tagebauseen und der Seebereiche nach Abschluss der geplanten Flutung 2015 und 2030 [B8]

See		IWB (2006)	DGFZ (2006)	Seebereiche		VEM (2007)	
				IWB (2006)	DGFZ (2006)	2015	2030
Spreetaler See (107-108 m NHN)	Zustrom SSW	+0,053	+0,110	+0,053	+0,110		
	Abstrom NO+NW	-0,023	-0,040	-0,023	-0,040	-0,038	-0,028
	Bilanz	+0,030	+0,070	+0,030	+0,070		
Sabrodtter See (103-104 m NHN)	Zustrom O-S	+0,177	+0,280	+1,217 -0,285 +0,932	+1,480 -0,414 +1,066		
	Abstrom W	±0,000	-0,042			-0,042	-0,022
	Bilanz	+0,177	+0,238				
Bergener See (103-104 m NHN)	Zustrom SO-S	+0,251	+0,310				
	Abstrom N	±0,000	-0,054				
	Bilanz	+0,251	+0,256				
Neuwieser See (103-104 m NHN)	Zustrom S	+0,733	+0,800				
	Abstrom NW	-0,269	-0,278				
	Bilanz	+0,464	+0,522				
Blunoer Südsee (103-104 m NHN)	Zustrom O-SO	+0,056	+0,090				
	Abstrom O	-0,016	-0,040			-0,065	-0,017
	Bilanz	+0,030	+0,050				
Partwitzer See (100-101 m NHN)	Zustrom O-S	+0,570	+0,630	+1,070 -0,180 +0,890	+1,250 -0,237 +1,013		
	Abstrom NW	-0,010	-0,034			-0,005	±0,000
	Bilanz	+0,560	+0,596				
Geierswalder See (100-101 m NHN)	Zustrom S	+0,310	+0,350				
	Abstrom NW-W	-0,020	-0,003				
	Bilanz	+0,290	+0,347				
Sedlitzer See (100-101 m NHN)	Zustrom SO	+0,190	+0,270				
	Abstrom NO+SW	-0,150	-0,200			-0,173	-0,008
	Bilanz	+0,040	+0,070				
Großräschener See (100-101 m NHN)	Zustrom N-W	-	+0,230	-	+0,230		
	Abstrom SO	-	-0,003	-	-0,003		
	Bilanz	-	+0,227	-	+0,227		
gesamt	Zustrom			>+2,570	+3,070		
	Abstrom			<-0,491	-0,694		
	Bilanz			>+2,079	+2,376		

Die Daten aus Tabelle 2-1 sagen für den stationären Zustand nach Ende der Flutung (bei mittleren Seewasserspiegeln) insgesamt einen mittleren Grundwasserzustrom zur Lausitzer Seenkette zwischen 2,6 und 3,1 m³/s voraus. Der Abstrom aus den einzelnen Seen ins Grundwasser fällt dagegen deutlich geringer aus oder wird zum Teil sogar komplett fehlen, so dass insgesamt nur zwischen 0,5 – 0,7 m³/s in die Grundwasserleiter zurückfließen. Für die Erweiterte Restlochkette wird für den stationären Zustand nach Flutungsende demnach für jeden See eine positive Grundwasserbilanz und insgesamt ein grundwasserbürtiger Bilanzüberschuss von 2,1 – 2,4 m³/s prognostiziert, wovon die Seenkette Spreetal-Bluno und die Restlochkette Skado-Koschen-Sedlitz/Meuro etwa den gleichen Anteil beisteuern.

Bisherige Prognosen der LMBV (2009) aus [B5] beziffern den grundwasserbürtigen Bilanzüberschuss der Seenkette mit nur 1,0 m³/s. Der künftige Bilanzverlust von 0,15 m³/s durch die negative klimatische Wasserbilanz auf der gesamten Wasserfläche von rund 5.000 ha (Verdunstung übersteigt den Niederschlag um ca. 110 mm) ist vergleichsweise gering und vernachlässigbar. Der überschüssige Grundwasserzustrom würde somit auch nach Abschluss der Flutung eine Füllung der Tagebauseen zur Folge haben. Um den kontinuier-

lich steigenden Wasserspiegeln entgegenzuwirken, werden die Wasserstände über den obertägigen Abstrom von Wasser über die Überleiter und in die Vorfluter reguliert [B5], [B8].

Aus dem nördlichen Teil der Lausitzer Seenkette, vor allem dem Sedlitzer See, fließt seit Jahren Wasser über die Grundwasserleiter in Richtung Norden zur Bahnsdorfer Rinne, da sich ein Grundwassergefälle zum Absenktrichter des noch aktiven Tagebaus Welzow-Süd aufgebaut hat. In den vergangenen Jahren betrug der Abstrom maximal zwischen 0,5 – 0,6 m³/s. Um diesen Wasserzustrom zum Tagebau Welzow-Süd zu begrenzen, wird durch Vattenfall Europe Mining eine Dichtwand zwischen dem Abbaufeld und der Lausitzer Seenkette errichtet. Der Bau ist bis 2026 geplant. In Abhängigkeit des Baufortschritts soll sich der Grundwasserstrom deutlich reduzieren (Spalten 7 und 8 in Tabelle 2-1).

Im Jahr 2015 wird der Grundwasserabstrom in Richtung Welzow-Süd mit nur noch 0,3 m³/s prognostiziert und stellt somit etwa die Hälfte des zu erwartenden unterirdischen Abflusses der gesamten Seenkette dar. Nach Fertigstellung der Dichtwand soll die Wassermenge auf unter 0,1 m³/s sinken [B8].

Die Schwarze Elster steht als Hauptvorfluter ebenfalls mit dem oberflächennahen Grundwasser in Verbindung. Im Bereich der Vorflut stellen sich die Grundwasserstände auf das Flussniveau ein. Der Lauf der Raitzta ist im Bearbeitungsgebiet durch eine Betonsohle abgedichtet, so dass keine Wechselwirkungen mit dem Grundwasser auftreten können. Das Gleiche gilt für die nach unten abgedichteten Überleiter zwischen den einzelnen Tagebauseen und die in einigen Überleitern zusätzlich errichteten Rohrleitungen [PF6].

2.4 Oberflächenwasser

Die Schwarze Elster ist ein Gewässer I. Ordnung. Sie entspringt im Lausitzer Berg- und Hügelland südwestlich der Ortschaft Elstra und mündet oberhalb von Wittenberg in die Elbe (69 m NHN). Der früher mäandrierende Verlauf wurde 1856 begradigt und beiderseits mit ca. 1-1,5 m hohen Deichen versehen. Aufgrund der Veränderungen der Landschaft durch den Braunkohletagebau wurde die Schwarze Elster mehrmals umgeleitet und erhielt teilweise ein neues Flussbett.

Das Seensystem liegt (bis auf den Senftenberger See) nördlich der Schwarzen Elster. Die Abflussverhältnisse der Schwarzen Elster lassen sich durch die Beobachtungswerte an den Pegeln Trado und Neuwiese (Sachsen), Biehlen, Lauchhammer und Bad Liebenwerda (Brandenburg) sowie Löben (Sachsen-Anhalt) charakterisieren (Tabelle 2-2).

Tabelle 2-2: Hydrologische Grunddaten der Pegel an der Schwarzen Elster (LHW, 2012 – Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch)

Pegel	Flusskilometer [km]	Einzugsgebiet [km ²]	Mittlerer Abfluss MQ [m ³ /s]	Mittlerer NW-Abfluss MNQ [m ³ /s]	Mittlerer HW-Abfluss MHQ [m ³ /s]	MQ/MHQ	Jahresreihe
Trado	149,3	166	0,782	0,129	8,17	1:10,4	1964-2009
Neuwiese	124,2	669	2,35	0,208	20,4	1:8,7	1955-2009
Biehlen	103,0	1102	2,51	0,787	14,2	1:5,7	1984-2009
Lauchhammer	87,5	1473	5,51	2,52	19,7	1:3,5	1974-2009
Bad Liebenwerda	59,6	3168	15,0	5,37	53,2	1:3,5	1961-2009
Löben	21,6	4327	17,9	5,56	66,1	1:3,7	1974-2009

Die höchsten Abflüsse treten in den Monaten Dezember bis April (mit Maximum im März) und die niedrigsten Abflüsse in den Monaten Mai bis November auf [B7]. Dem Pegel Neuwiese kommt in dieser Untersuchung eine besondere Bedeutung zu. Die dort erfassten Durchflussdaten dienen als Grundlage zur Ermittlung der hydrologischen Randbedingungen (siehe Kapitel 5) für die Szenarienbetrachtung. Der mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell ermittelte hydrologische Längsschnitt für Hochwasserereignisse der Schwarzen Elster für die Untersuchungen zum HWRMP Schwarze Elster [B19] ist in Abbildung 2-2 dargestellt.

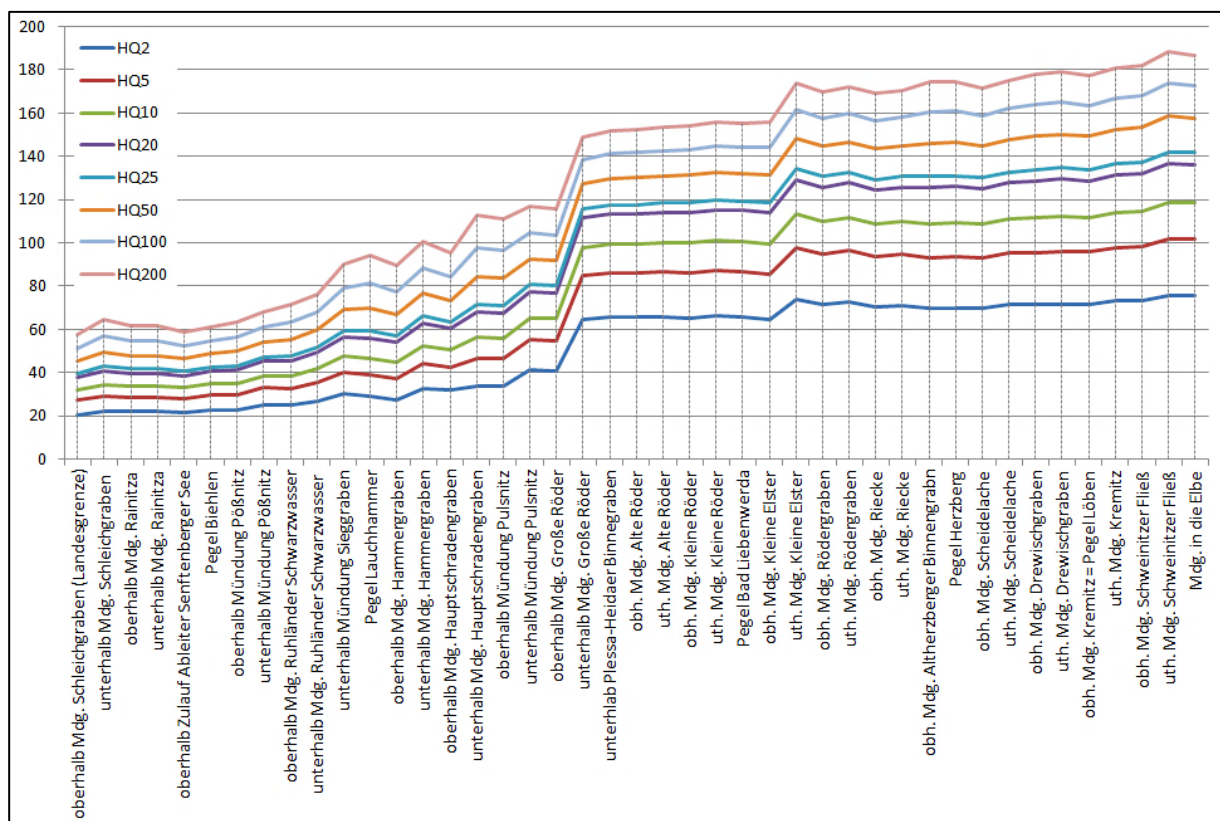


Abbildung 2-2: Hydrologischer Längsschnitt aus N-A-Modell Schwarze Elster [B19]

Im Einzugsgebiet der Schwarzen Elster befinden sich unbeachtet der Tagebauseen auf sächsischer Seite 6 Talsperren, Wasserspeicher bzw. Hochwasserrückhaltebecken und in Brandenburg das Speicherbecken Niemtsch. Vier der Talsperren bzw. Speicherbecken (Radeburg I und II, Speicher Knappenrode und Speicher Niemtsch) sind von überregionaler Bedeutung. Insgesamt wird ein gewöhnlicher Hochwasserrückhalte-
raum von 8,22 bis 9,06 Mio. m³ durch die Speicher bereitgestellt. Nähere Informationen zu den Speichern finden sich in [B7].

Im Endzustand, der voraussichtlich ab 2020 bis 2030 erreicht sein wird, beträgt die Wasserfläche der 9 Seen bzw. Wasserkörper (WK) der ERLK zusammen ca. 5.400 ha bei einem Gesamtvolumen von 830 Mio. m³. Die Seen werden durch schiffbare Überleiter miteinander verbunden. Die Überleiter sind zum Teil mit Wehr- oder Absperranlagen zur Regelung des Abflusses bzw. mit Schleusen ausgestattet. Mit Stand Anfang 2014 sind noch nicht alle Überleiter fertig gestellt. Eine schematische Darstellung des Systems aus Seen und Überleitern enthält Kapitel 3. Dort werden alle Bauwerke auch im Detail beschrieben.

Die Zuleitung von Oberflächenwasser zur Seenkette erfolgt aktuell aus der Spree über eine Rohrleitung in den Oberen Landgraben und von dort in den Sabrotdter, Partwitzer und Sedlitzer See. Der Bau der Einleitung in den Partwitzer See ist allerdings bis auf weiteres zurückgestellt. Diese Bauwerke und der Obere Landgraben werden nach Abschluss der Flutung wieder zurückgebaut.

Aus der Schwarzen Elster kann bereits seit 2002 Wasser über einen Zuleiter in den Neuwieser See geleitet werden. Über das Verteilerwehr Kleinkoschen wird zudem Wasser in den Geierswalder See eingeleitet. Das gleiche Wehr dient auch zur Zuleitung von Wasser in den Speicher Niemtsch. Weiterhin ist eine Zuleitung in den Partwitzer See planfestgestellt, aber noch nicht realisiert.

Die Ableitung von Wasser aus der Seenkette erfolgt in Zukunft über den Sedlitzer See in die Rainitza. Für diese Ausleitung sind zukünftig länderübergreifend abgestimmte Beschaffenheitskriterien für pH-Wert, Eisen, Zink, Kupfer und Sulfat einzuhalten [PF6], [B11]. Weiterhin kann Wasser durch einen Verbindungsstollen aus dem Geierswalder See in den Speicher Niemtsch geleitet werden. Von dort wird das Wasser über ein Auslaufbauwerk oberhalb des Pegels Biehlen in die Schwarze Elster zurückgeführt.

Die Rainitza führt derzeit vorwiegend gereinigtes Grubenwasser von der im Norden gelegenen Grundwasserreinigungsanlage (GWRA) Rainitza und Wasser aus der KA Großräschen. Zwischen dem Grundwasserleiter und der Rainitza besteht aufgrund der Betonsohle der Rainitza keine Wechselwirkung.

2.5 Schutzgebiete

2.5.1 Natura 2000

Innerhalb des Bearbeitungsgebietes liegen folgende Natura-2000-Gebiete:

SPA 4450-451: *Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda*

L-Nr. Sachsen: 44

Beschreibung [S9]

Mosaikartige Bergbaufolgelandschaft, bestehend aus Tagebauseen mit Flachwasserzonen, Sandtrockenrasen, Sandheiden, vegetationsfreien Bereichen, Sukzessions- und Aufforstungsflächen, Ruderalfluren sowie Extensivackerland und -grünland

Schutzwürdigkeit

Bedeutende Brutgebiete von Vogelarten offener und halboffener Lebensräume in Bergbaufolgelandschaften einschließlich der Gewässer mit vegetationsarmen Uferbereichen und Inseln, bedeutendes Durchzugs- und Rastgebiet für Wasservogelarten

Erhaltungsziele [S12]

Vorrangig zu beachten sind die folgenden Vogelarten, für die das Vogelschutzgebiet eines der bedeutendsten Brutgebiete im Freistaat Sachsen ist: Brachpieper, Flussseseschwalbe, Flusssuferläufer, Kiebitz, Schwarzkopfmöwe, Steinschmätzer, Wiedehopf und Ziegenmelker.

Ziel in der durch den ehemaligen Braunkohleabbau geomorphologisch stark veränderten Landschaft bei Hoyerswerda ist es, eine ausreichende Vielfalt, Ausstattung und Flächengröße der Lebensräume und Lebensstätten innerhalb des Gebietes zu erhalten oder diesen wiederherzustellen, wobei bestehende funktionale Zusammengehörigkeiten zu berücksichtigen sind.

SPA 4450-421 *Lausitzer Bergbaufolgelandschaft*

Lage nördlich des Senftenberger Sees

Beschreibung [S13]

Typische Bergbaufolgelandschaft mit unterschiedlichen Alters- und Reifestadien und entsprechend vielfältiger, mosaikartiger Biotopstruktur.

Arten des Anhangs I der Richtlinie 2009/147/EG:

Brachpieper	Merlin	Schwarzspecht
Bruchwasserläufer	Neuntöter	Seeadler
Flussseseschwalbe	Ortolan	Singschwan
Goldregenpfeifer	Raufußkauz	Sperbergrasmücke
Grauspecht	Rohrweihe	Wanderfalke
Heidelerche	Rotmilan	Wespenbussard
Kampfläufer	Schwarzkopfmöwe	Wiesenweihe
Kornweihe	Schwarzmilan	Ziegenmelker
Kranich		

Erhaltungsziele [S10]

Erhaltung und Wiederherstellung einer für Südbrandenburg charakteristischen Bergbaufolgelandschaft als Lebensraum (Brut-, Rast-, Überwinterungs- und Nahrungsgebiet) der oben genannten Vogelarten, insbesondere

- eines Mosaiks von vegetationsfreien und -armen Sandoffenflächen und lückigen Sandtrockenrasen über Zwergstrauchheiden bis zu lichten, strukturreichen Vorwäldern bei einem hohen Anteil offener Flächen und früher Sukzessionsstadien,
- von nährstoffarmen, lichten und halboffenen Kiefernwäldern, -heiden und -gehölzen mit Laubholzanteilen, Altholzbeständen und reich gegliederten Waldrändern,
- von strukturreichen Gewässern und Gewässerufern, Abschnitten mit Steilufern, mit Wasserstandsdynamik, ganzjährig überfluteter Verlandungs- und Röhrichtvegetation sowie von Flachwasserbereichen mit ausgeprägter Submersvegetation und vegetationsarmen Sand-, Kies-, Stein- und Schlamminseln,
- von Sümpfen, Kleingewässern und Bruchwaldbereichen mit naturnaher Wasserstandsdynamik,
- von störungsarmen Schlaf- und Vorsammelplätzen an Gewässern mit Flachwasserbereichen, einer strukturreichen Agrarlandschaft mit einem hohen Anteil an Begleitbiotopen wie Hecken, Baumreihen, Einzelgehölzen, Lesesteinhaufen, Brachen, Randstreifen und Trockenrasen mit eingestreuten Dornbüschen und Wildobstbeständen,
- von Eichenalleen und strukturierten Waldrändern mit Eichenanteil an mineralischen Ackerstandorten sowie
- die Erhaltung und Wiederherstellung einer artenreichen Fauna von Wirbellosen, insbesondere Großinsekten, Amphibien, Reptilien und weiteren Kleintieren als Nahrungsangebot.

FFH 4450-302: *Bergbaufolgelandschaft Bluno*

L-Nr. Sachsen: 121

Beschreibung [S9]

Braunkohlebergbaufolgelandschaft mit in Entwicklung begriffenen oligo- bis mesotrophen, basenarmen Stillgewässern in sehr bedeutender Flächenausdehnung, Herausbildung von Silbergrasfluren auf Sekundärstandorten

Schutzwürdigkeit

Ausgleich für verloren gegangene Naturausstattung durch jahrzehntelangen Braunkohlebergbau, Herausbildung wertvoller Sekundärlebensräume, hohes Entwicklungspotenzial für großflächige (nährstoffarme) Feuchtbiotop, Vorkommen Wolf

LRT (Lebensraumtyp) nach Anhang 1 der FFH-RL

LRT 3130 - Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer mit Strandlings- oder Zwergbinsen-Gesellschaften

Säugetiere: *Canis lupus*, *Myotis myotis*

Der Lebensraumtyp 3130 „Oligo- bis mesotrophe Stillgewässer“ wurde auf einer Fläche von 143,0 ha kartiert. Der LRT besteht aus der gesamten Fläche des Bergener Sees. Er befindet sich in einem Initialstadium, in dem der Wasserkörper hohes Säurepotenzial aufweist, das aus dem Kippenkörper zusätzlich gespeist wird und daher nur mit hohem Aufwand neutralisiert werden kann. Der LRT stellt mit seiner Großflächigkeit und Nährstoffarmut eine der oben genannten Eigenheiten der Bergbaufolgelandschaft dar. In diesem Lebensraumtyp entwickeln sich typische Pflanzengesellschaften mit seltenen und gefährdeten Pflanzenarten in einer für Bergbauseen charakteristischen Abfolge. Kennzeichnend für die Initialphase sind die Massenbestände der Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus*). Der See wurde mit Erhaltungszustand B bewertet. [B24]

Darüber hinaus wurden zwei Entwicklungsflächen im Neuwieser See in den Teilflächen 1 (107,5 ha) und 2 ausgewiesen (123,1 ha). Diese Entwicklungsflächen berücksichtigen das noch sehr junge Stadium der Bergbaufolgegewässer, in dem kennzeichnende Arten selten sind und sich typische Pflanzengesellschaften noch nicht herausgebildet haben. Im Planungszeitraum ist aber mit einer Entwicklung, vergleichbar der benachbarten Gewässer (z. B. dem Bergener oder dem noch älteren Senftenberger See), zu rechnen.

Maßnahmen [B24]

Die Maßnahmen auf Gebietsebene für die Lebensraumtypen und Habitate der FFH-Arten sollen dem großräumigen Zusammenhang der Gewässer, dem Biotopverbund, der Kohärenz und der Habitate von Arten mit großen Raumansprüchen gerecht werden.

- ➔ Erhalt der großflächigen oligo-/mesotrophen Gewässer als Besonderheit der Bergbaufolgelandschaft durch Verzicht auf weitere Ufergestaltung (ausgenommen Sanierungsarbeiten und Gefahrenabwehr) und Nährstoffanreicherung/pH-Wert-Anhebung über ein schwach saures Milieu hinaus. Voraussetzung: keine Maßnahmen die den pH-Wert des Gewässers über ein schwach saures Milieu hinaus anheben, Verhinderung der Nährstoffanreicherung - Diese Forderung ergibt sich insbesondere aus den Anforderungen an Gewässer aus fischwirtschaftlicher Sicht oder anderer Gewässerbewirtschaftungsmaßnahmen. Mit einem niedrigen pH-Wert und der Nährstoffarmut der Gewässer ist eine Erhaltung und weitere Entwicklung der typischen Gewässervegetation möglich.
- ➔ Erhalt der Habitate migrierender Arten wie dem Wolf durch Minimierung der Zerschneidungswirkung von Verkehrstrassen (z.B. Einrichtung von Überquerungshilfen oder Geschwindigkeitsreduzierung an S 234, B 97) sowie der weiteren Verdichtung der öffentlichen Verkehrswege,
- ➔ Lenkung und Konzentration der touristischen Nutzung auf ausgewiesene Räume (Badestellen, Radwege) sowie ständige Überprüfung der Wirksamkeit,
- ➔ Vermeidung von solchen touristischen Nutzungen des Gebietes, die im Widerspruch zu Naturschutzbelangen stehen.

FFH 4550 -302: Insel im Senftenberger See

L.-Nr. BB: 85

Beschreibung [S13]

Insel in geflutetem Tagebaurestloch mit Sukzessionsstadien der Trocken- und Feuchtlebensräume.

LRT nach Anhang 1 der FFH-RL

LRT 9190 - Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandböden mit Stieleiche

LRT 4010 - Feuchte Heiden mit Glockenheide

LRT 2330 - Offene Grasflächen mit Silbergras und Straußgras auf Binnendünen

LRT 3130 - Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer mit Strandlings- oder Zwergbinsen- Gesellschaften

LRT 6120 - Subkontinentale basenreiche Sandrasen

Arten nach Anhang II der FFH-RL

Säugetiere: *Lutra lutra*

Wirbellose Tiere: *Maculinea nausithous*

2.5.2 Landschaftsschutzgebiete

LSG 4549-601 Elsterniederung und westliche Oberlausitzer Heide zwischen Senftenberg und Ortrand

Das etwa 26.000 Hektar große Landschaftsschutzgebiet „Elsterniederung und westliche Oberlausitzer Heide zwischen Senftenberg und Ortrand“ dient dem Schutz und der Erhaltung der Elster- und Pulsnitzniederungen, der Kiefernforste, der Teichgebiete und des Endmoränenzuges bei Ortrand. Die Schutzanordnung trat mit dem Beschluss Nr. 05-8/87 des Rates des Bezirkes Cottbus vom 15.07.1987 in Kraft.

Für das Landschaftsschutzgebiet "Elsterniederung und westliche Oberlausitzer Heide zwischen Senftenberg und Ortrand" liegt ein Landschaftspflegeplan vom 15.07.1987 vor.

2.5.3 Naturschutzgebiete

NSG 4450 – 502 Sorno-Rosendorfer-Buchten

Das geplante Naturschutzgebiet ist in den ehemaligen Tagebauen Sedlitz, Skado und Koschen (Landkreis Oberspreewald-Lausitz) gelegen. Die Gesamtgröße des Areals beträgt rund 440 ha. Im Kernbereich des Gebiets befinden sich Trockenrasengesellschaften mit an diesen Lebensraum angepassten Tier- und Pflanzenarten (seltene, z. T. vom Aussterben bedrohte Spinnen-, Käfer- und Schmetterlingsarten, u. a. die Libelle Große Moosjungfer). In den Buchten brüten auf den Brutinseln verschiedene Möwenarten wie Lach-, Silber-, Sturm-, Weiß- und Schwarzkopfmöwe) sowie die Flussseseschwalbe. In einem nicht vom Bergbau devastierten Bereich sind alte, autochthone Baumbestände (Erle, Birke, Weide, Kiefer) mit hohem Entwicklungspotenzial für azidophile Pflanzengesellschaften mit daran gebundenen Tierarten, erhalten geblieben. Nach Beendigung der Sanierung sollen sich diese Flächen weitestgehend natürlich entwickeln [S15].

Vorrangige Ziele für die Festsetzung dieses Gebietes als NSG sind

- der Erhalt abwechslungsreicher Habitatstrukturen
- die Schaffung von Brutinseln
- die randliche Erschließung des Gebietes für interessierte Besucher.

Zur einstweiligen Sicherstellung trat die „Allgemeinverfügung des Landkreises Oberspreewald-Lausitz zur einstweiligen Sicherstellung des Naturschutzgebietes Sorno-Rosendorfer-Buchten des Landkreises Oberspreewald-Lausitz vom 15.01.2010“ mit Veröffentlichung vom 27.01.2010 im Amtsblatt für den Landkreis Oberspreewald-Lausitz Nr. 2 vom 26.01.2010 in Kraft.

NSG 4550 – 501 Insel im Senftenberger See

Dieses NSG wurde bereits mit Beschluss Nr. 75/81 des Bezirkstages Cottbus vom 25.03.1981 eingerichtet.

2.5.4 Naturschutzgroßprojekt Lausitzer Seenland

Ziel der Lausitzer Seenland gGmbH ist es, eine Bergbaufolgelandschaft aus Naturschutzsicht zu erhalten und zu sichern [http://www.ngp-lausitzerseenland.de/m_offenland.html].

Hierbei kommen neuartige Pflege- und Schutzstrategien zur Anwendung, wie beispielsweise großflächiger Prozessschutz, großflächige Beweidungssysteme mit alten Haustierrassen und die Entwicklung großflächiger Biotope. Weiteres Ziel ist der Schutz unterschiedlicher, vom Aussterben bedrohter Tiere und Pflanzen.

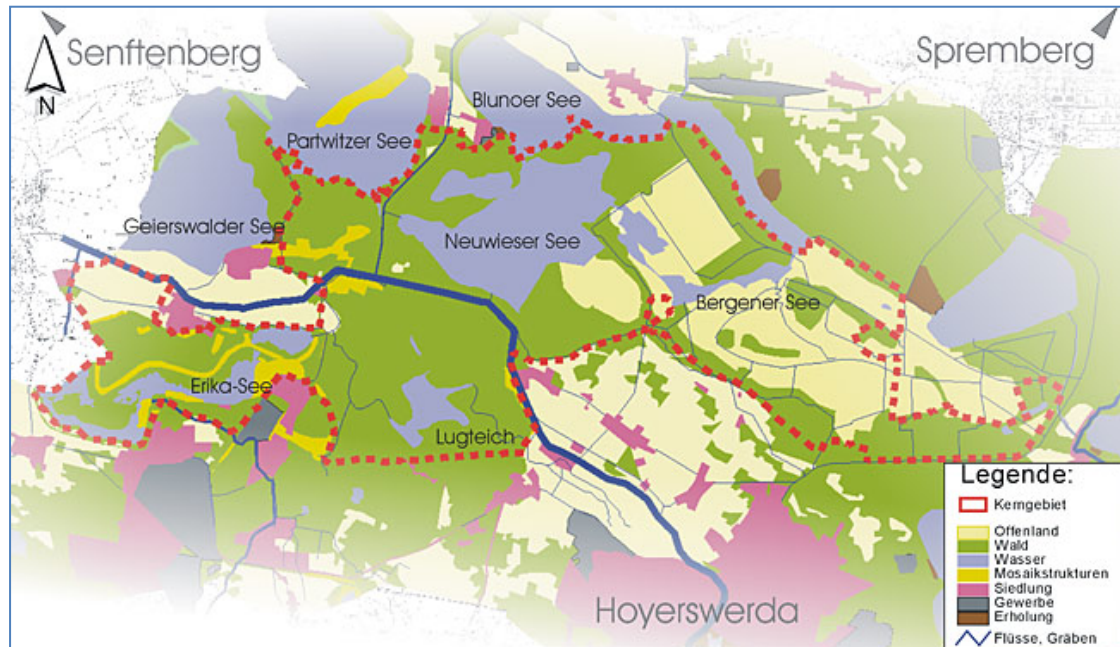


Abbildung 2-3: Lage des Naturschutzgroßprojektes

(<http://www.ngp-lausitzerseenland.de/downloads/Gebiet01.pdf>)

Ziele der Maßnahmen sind z. B. die Entwicklung von Sandtrockenrasen auf Offenlandflächen wie der Partwitzer und Bergener Hutung (400 ha) oder die Schaffung von Flachwasserbereichen und –ufern.

2.5.5 Maßnahmenprogramme nach WRRL

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL wurde vor der eigentlichen Maßnahmenableitung der Zustand der Gewässer erfasst. Neben chemischen und biologischen Komponenten wurde auch die Strukturgüte erfasst und im ökologischen Zustand bewertet. Die in Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4 enthaltenen Angaben entstammen dem im Zeitraum der Untersuchungen inzwischen aktualisierten Datenbestand des MLUL [S36], Stand Dezember 2014.

Tabelle 2-3: Ökologischer und chemischer Zustand der Schwarzen Elster gemäß WRRL [S36]

Schwarze Elster	Sachsen	Brandenburg
OWKID	DESN538_4	DEBB538_31
Phytoplankton	U	U
Makrophyten / Phytobenthos	3	2
Benthische wirbellose Fauna	3	2
Fische	3	3
Ökologischer Zustand/Potential	3	3
Nitrat	2	U
Pflanzenschutzmittel	2	U
Industriechemikalien	2	2
Schwermetalle	2	U
Sonstige Schadstoffe /andere prioritäre Stoffe	3	3
Chemischer Zustand	3	3

In der Rainitza entspricht die Wasserqualität im Wesentlichen den Ablaufwerten der GWRA Rainitza. Eine biologische Besiedlung ist darüber hinaus nicht nachweisbar [PF6].

Das Hauptproblem ist die durch die Pyrit- und Markasitverwitterung hervorgerufene Versauerung der Seen. Durch die zusätzliche Flutung mit Oberflächenwässern der Schwarzen Elster und der Spree konnte die Acidität besonders im Sabrodter See, im Geierswalder See und Neuwieser See deutlich gesenkt werden. Dennoch muss in den Seen eine ständige Kontrolle und Nachsorge (Konditionierung) erfolgen, da weiter zuströmendes Grundwasser den Zustand erheblich beeinflusst [B30]. Demgegenüber steht das Problem, dass das zugeleitete Flusswasser sich zwar positiv auf den pH-Wert auswirkt, aber auch nährstoffreicher ist und zur Eutrophierung der Seen beitragen kann.

Die gesamte Erweiterte Restlochkeette entwässert zukünftig in die Rainitza und somit indirekt in die Schwarze Elster. Für eine Ausleitung müssen die entsprechenden Ausleitkriterien gemäß [PF6] eingehalten werden (siehe Kapitel 4.3).

Senftenberger See (SB Niemtsch)

Der aus dem Tagebau Niemtsch hervorgegangene Senftenberger See / Speicherbecken (SB) Niemtsch befindet sich am Südwestrand des Untersuchungsgebietes. Innerhalb des Sees befindet sich eine Insel mit Baumbestand. Der Wasserbereich nördlich der Insel wird direkt mit Wasser aus der Schwarzen Elster durchströmt. Der südliche Wasserbereich wird, resultierend aus einer durch geogenes Material verursachten Sperrwirkung, nicht durchströmt. Die Speichernutzung des Sees bewirkt abhängig vom Wasserstand unterschiedliche Tiefen, Flächen und Volumina. Die Bewertung nach WRRL zeigt nachfolgende Tabelle 2-4:

Tabelle 2-4: Ökologischer und chemischer Zustand des Senftenberger Sees nach WRRL [S36]

Senftenberger See	Brandenburg
OWKID	DEBB8000015381723
Phytoplankton	U
Makrophyten / Phytobenthos	2
Benthische wirbellose Fauna	U
Fische	U
Ökologischer Zustand/Potential	2
Nitrat	U
Pflanzenschutzmittel	2
Industriechemikalien	2
Schwermetalle	3
Sonstige Schadstoffe	2
Chemischer Zustand	3

Im Maßnahmenprogramm des LUGV [S17] sind für die Schwarze Elster Maßnahmentypen festgelegt, die im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum bis 2015 realisiert werden sollen. Im Verlauf der Erarbeitung der Studie wurde der Entwurf der Aktualisierung des Maßnahmenprogramms für die Elbe [S35] veröffentlicht, aus dem die Angaben in Tabelle 2-5 abgeleitet werden konnten.

Tabelle 2-5: Maßnahmenprogramm gemäß WRRL [S35]

Gewässer/ Wasserkörper	Maßnahmentyp
Schwarze Elster	<p><u>Maßnahmen bezogen auf Oberflächenwasserkörper:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen aus diffusen Quellen – Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an wasserbaulichen Anlagen – Maßnahmen zur Habitatverbesserung durch Initiieren/ Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung inkl. begleitender Maßnahmen – Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufverlängerung, Ufer- oder Sohlgestaltung inkl. begleitender Maßnahmen – Maßnahmen zur Verbesserung von Habitaten im Gewässerentwicklungskorridor einschließlich der Auenentwicklung – Anschluss von Seitengewässern, Altarmen (Quervernetzung) – Sonstige Maßnahmen zur Wiederherstellung des gewässertypischen Abflussverhaltens bzw. zur Optimierung / Anpassung der Gewässerunterhaltung <p><u>Maßnahmen bezogen auf Grundwasserkörper:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Maßnahmen zur Verringerung der Versauerung infolge Bergbau – Maßnahmen zur Verringerung durch diffuse Belastungen infolge Bergbau (z.B. Schwermetalle, Sulfat) – Maßnahmen zur Verminderung der Belastung durch Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft – Maßnahmen zur Verminderung der Belastung durch Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft – Maßnahmen in Wasserschutzgebieten mit Acker- und Grünlandflächen <p><u>Maßnahmen bezogen auf Oberflächenwasser- und Grundwasserkörper:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Konzeptionelle Maßnahme – Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten

2.6 Eisgefahren

Nachfolgend wird etwas detaillierter auf die Eishochwassergefahren an der Schwarzen Elster im Betrachtungsraum eingegangen. Beispielhaft wird aus den Auswertungen zu einem markanten Hochwasser dieser Art ([B29], [S28], [S29]) in der jüngeren Vergangenheit eingegangen, um dann die entsprechenden Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Aufgabenstellung bzw. die entsprechende Berücksichtigung dieses „Phänomens“ abzuleiten.

2.6.1 Historisches Ereignis Februar 2006

Aufgrund einer über mehrere Wochen anhaltenden Frostperiode bildete sich über weite Strecken auf den Fließgewässern im Einzugsgebiet der Schwarzen Elster eine durchgängige Eisdecke, die teilweise mehrere Dezimeter mächtig war. Infolge des Anfang Februar 2006 einsetzenden Tauwetters, verbunden mit Niederschlägen von 20 bis 30 mm in drei Tagen, stieg die Wasserführung der Gewässer in der Nacht vom 07. zum 08.02.2006 erheblich an und führte zum Aufbrechen der Eisdecke. Die sich bildenden Eisfelder trieben stromabwärts. Aufgrund der örtlichen Verhältnisse bildete sich ab ca. 200 m oberhalb der Landesgrenze Sachsen-Brandenburg ein mehrlagiger Eisstau, der sich über eine Länge von 2,7 km nach Oberstrom erstreckte. Eine besonders kritische Situation stellte sich an der Straßenbrücke in Tätzschwitz ein.



Abbildung 2-4: Eisversatz an der Brücke bei Tätzschwitz Februar 2006

(Quelle: THW Kamenz 2006)

Oberhalb und unterhalb der Straßenbrücke kam es zu Eisstau und Eisversatz, wodurch die linke Deichkrone oberhalb der Straßenbrücke auf 40 m Länge überströmt wurde. Daraufhin wurde 300 m unterhalb der Brücke zur Entlastung ein ca. 5 m breiter Deichabschnitt am rechten Ufer geöffnet. Dies bewirkte jedoch keine Entspannung der Situation oberhalb der Brücke. Durch Erosion verbreiterte sich die Deichöffnung auf 15 m und der Entlastungsabfluss betrug maximal ca. 8 m³/s. Ein deutliches Abführen von Eisschollen durch die Öffnung konnte nicht beobachtet werden, so dass das Eis mit Langarmbaggern aus der Schwarzen Elster entfernt werden musste und mit Radladern im Vorland verteilt wurde.



Abbildung 2-5: Einsatz von Langarmbaggern zur Eisentnahme aus der Schwarzen Elster
(Quelle: THW Kamenz 2006)

Auch Sprengungen des Eises oberhalb der Deichöffnung bewirkten keine Verbesserung der Ausleitung von Eisschollen auf das Vorland.

Auf brandenburgischem Territorium wurden keine Eisbruchmaßnahmen durchgeführt, da das Wasser oberhalb und unterhalb der geschlossenen Eisdecke abströmen konnte. Entsprechende Entlastungsmaßnahmen wurden im Krisenstab zwar diskutiert, jedoch nicht umgesetzt, da die Gefahr für die Unterlieger als zu hoch eingeschätzt wurde und gleichzeitig keine deutliche Verbesserung für Tätzschwitz erwartet wurde. Auch die Wehre waren weiterhin bedienbar.

So blieben der Einsatz von Langarmbaggern zur Eisentnahme, die Sicherung der Deiche durch Auflastfilter sowie die lokale Errichtung von Sandsackwällen die wirksamsten Schutzmaßnahmen.

Nach dem Hochwasserereignis wurden die Deiche an der Schwarzen Elster im Freistaat Sachsen im Rahmen der Umsetzung des HWSK auf ein Schutzniveau von HQ_{100} zzgl. Freibord ertüchtigt. Am Fluss-km 116,221 wurde eine Sollbruchstelle im rechtsseitigen Deich eingebaut, die bei Bedarf zur Entlastung bei Eishochwasser geöffnet werden kann. Die Ableitung des Wassers soll über eine Flutmulde direkt in den Geierswalder See erfolgen.

2.6.2 Theoretische Grundlagen

Eis bildet sich auf Gewässern in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit sobald Frost einsetzt. Dabei gibt es, je nach Fließgeschwindigkeit und Gewässermorphologie, unterschiedliche Formen der Gewässervereisung: Randeis, Grundeis, Eisbrei oder Treibeis.

Von Eis auf Gewässern geht nicht immer sofort eine Gefahr aus. So sind Rand- und Grundeis relativ ungefährlich für Deiche, Brücken und wasserwirtschaftliche Anlagen. Aus Grundeis kann sich jedoch Eisbrei ent-

wickeln, der den Abfluss des Wassers behindert. Sowohl bei Eisbrei als auch bei Treibeis kann es durch Eisstand oder Eisversatz zum Aufstau des Gewässers und damit zu Überschwemmungen kommen. Besonders gefährdete Bereiche sind dabei Engstellen am Gewässer, scharfen Krümmungen, Verzweigungen, Abflusshindernisse aller Art und vor allem Brücken und Wehre.

Auch durch einsetzendes Tauwetter ergeben sich Gefahren. Steigende Wasserstände führen zu einem Aufbrechen der Eisdecke. Die abschwimmenden Eisschollen können zu Eisversatz führen. Wird der Abfluss dadurch behindert, kommt es zu Rückstau und der Wasserstand kann sich innerhalb kürzester Zeit deutlich erhöhen.

Für Deiche bedeutet Treibeis oder Eisgang eine besondere Gefahr. Durch die scharfkantigen Eisschollen kann an der Böschung von Deichen der Rasen abgeschält werden oder Eisschollen werden in die Böschung gedrückt. An der Schadstelle hat das Wasser die Möglichkeit, den Deich anzugreifen und zu zerstören. Die Standsicherheit ist nicht mehr voll gewährleistet.

An Brücken und Durchlässen führt Eisversatz zu erheblichen Belastungen für die Bauwerke bzw. zum teilweisen oder vollständigen Zusetzten des Abflussquerschnitts (vgl. Abbildung 2-4). Das Wasser staut sich an und es entstehen erhebliche Drücke auf das Bauwerk, die bis zur Zerstörung führen können.

Für wasserbauliche Anlagen besteht die Gefahr durch Festfrieren beweglicher Wehrverschlüsse sowie Steuer- und Regeleinrichtungen. Damit ist die Funktion der Bauwerke nicht mehr gegeben. Der Druck, der durch das Eis entsteht, kann zudem das Bauwerk beschädigen.

Um Eis- und Hochwassergefahren vorzubeugen, werden die Gewässer durch den Gewässerunterhaltungslastträger in einen solchen Zustand versetzt, dass Wasser und Eis gut abgeführt werden können. Die Eigentümer und Betreiber von wasserwirtschaftlichen und sonstigen Anlagen in, an, unter und über Gewässern müssen jederzeit gewährleisten, dass die Bauwerke von Treibgut und Eis freigehalten werden. An sensiblen Bauwerken mit Regelorganen (bspw. Betriebsauslässe an Talsperren zur Trinkwasserversorgung) werden zur Eisfreihaltung sog. Sprudelanlagen eingesetzt.

Eisgefahren im Voraus zu erkennen ist äußerst schwierig. Wann und wo sie auftreten, lässt sich nur mit großen Unsicherheiten vorhersagen. Außerdem sind die Gefahren in der Regel unstetig, können sich auflösen und an anderer Stelle erneut auftreten. Hier helfen jahrelange Erfahrungswerte, kontinuierliche Beobachtungen und detailliertes Wissen über die Verhältnisse im und am Gewässer.

Bei Eisgefahren haben die Gemeinden, Landkreise bzw. die jeweils zuständigen Akteure unter anderem folgende Aufgaben:

- Eisverhältnisse auf und an den Gewässern ständig und großräumig beobachten, insbesondere bei Eisaufbruch,
- Eisflächen ruhen lassen, wenn von ihnen keine unmittelbare Gefahr ausgeht,
- erforderliche Eisaufbruchmaßnahmen zentral und stabsmäßig organisieren sowie die Anlieger am Unterlauf des Flusses davon informieren,

- Zustand und weitere Entwicklung des Eisverhaltens einschätzen und gegebenenfalls einen Wach- und Kontrolldienst einrichten, der den Wasserstand ständig beobachtet,
- gefährdete Deichabschnitte rechtzeitig mit Baumstämmen oder großen Reisigbündeln (Faschinen) sichern,
- beginnenden Eisversatz an Gefahrenstellen wie Brücken, Durchlässen, Deichanlagen und wasserbaulichen Anlagen sofort mit geeigneten Mitteln auflösen (z. B. mit Eishaken oder Baggern),
- Hinweisschilder anbringen, dass Eisschollen und Eisbarrieren nicht betreten werden sollen.

Das Aufbrechen einer Eisdecke/ eines Eisversatzes darf grundsätzlich nur vom Unterlauf her durchgeführt werden, damit die aufgebrochenen Eisschollen auch ungehindert abfließen können, und nicht im Unterlauf wieder zu Eisstau/ Eisversatz führen.

Das Aufbrechen kann mit Werkzeugen wie Eisstampfern, Fallmeißeln, Eisäxten, Eishaken, Wurfankern, Eiszangen, Eissägen, Motorkettensägen und Pressluftschlämmern erfolgen. Auch Baggerkörbe oder Wurfbirnen kommen zum Zertrümmern zum Einsatz.

Eissprengungen werden nur im äußersten Notfall durchgeführt. Ein künstlicher Aufbruch der Eisdecken soll nur dann erfolgen, wenn die Fließstrecke flussabwärts eisfrei ist oder eine ausreichend breite Abflussrinne besteht. Andernfalls kann es sonst an anderer Stelle zu einem erneuten Eisstau kommen.

2.6.3 Relevanz für das Plangebiet und die Nutzung der Tagebauseen zum Hochwasserrückhalt

Eishochwasserereignisse sind an der Schwarzen Elster kaum dokumentiert. Das letzte bedeutsame Ereignis ist das oben beschriebene vom Februar 2006. Die Recherchen ergaben keine ausführlichen Dokumentationen zu weiteren vergleichbaren Ereignissen an der Schwarzen Elster. Für ein solches Ereignis müssen verschiedene ungünstige Wetterfaktoren zusammentreffen. Grundsätzlich ist die Schwarze Elster wegen ihrer geringen Fließgeschwindigkeit eher durch Eishochwasserereignisse gefährdet als beispielsweise Mittelgebirgsbäche mit deutlich höheren Fließgeschwindigkeiten.

Für die Tagebauseen besteht selbst beim Bestehen einer Eisdecke keine Gefährdung, wenn bei Hochwasser in der Schwarzen Elster eine Wasserüberleitung in die Seen erfolgt. Das Wasser wird sich auf der bestehenden Eisdecke ausbreiten können. Es ist auch zu erwarten, dass das Wasser unter die bestehende Eisdecke gelangt und dadurch ein Aufbrechen in Schollen erfolgt. Für die Flutung der Seen und für den See selbst ist dies unproblematisch, da die Fließgeschwindigkeiten im See sehr gering sind. Die Eisschollen können aber zum Problem werden, wenn es um die Einleitung oder Ausleitung des Wassers geht. Dann werden die Schollen ggf. gegen die Böschung des Ein- bzw. Ausleitkanals und gegen das Ein- bzw. Ausleitbauwerk geschoben und behindern die Funktionsfähigkeit bzw. gefährden sogar die Standsicherheit des Bauwerks. Die stehende Eisdecke kann außerdem zum Festfrieren der regelbaren Wehre führen. Deshalb sind die Wehre zur Wassereinleitung und -ausleitung unter Berücksichtigung der (n-1)-Bedingung zu errichten. Grundlage bilden folgende Regelwerke:

- DIN 19700-13; 2004
- DVWK-Merkblatt 216/1990: Betrachtung zur (n-1)-Bedingung an Wehren

- DVWK-Merkblatt 241/1996: Modernisierung von Wehren.

Die (n-1)-Bedingung verlangt, dass Wehre mit beweglichen Verschlüssen so zu dimensionieren sind, dass der Bemessungshochwasserabfluss auch bei Ausfall eines Wehrfeldes schadlos und ohne Überschreitung des für diesen Fall festgesetzten Wasserspiegels abgeführt werden kann. Die (n-1)-Bedingung muss sowohl die Möglichkeit des Ausfalls eines Verschlusses durch Reparatur- und Wartungsarbeiten als auch das unvorhergesehene Blockieren des Verschlusses oder Versagen der Antriebsaggregate abdecken.

Für keine der wasserbaulichen Anlagen wurde eine (n-1)-Bedingung bei der Dimensionierung der Anlagen bisher berücksichtigt. Die sich aus diesen Anforderungen ableitenden Maßnahmen bzw. Kosten/Aufwendungen wurden demzufolge im weiteren Verlauf in die Betrachtungen einbezogen.

Auch der Einsatz von Heizelementen oder einer Sprudelanlage sollte geprüft werden. Es sollten außerdem entsprechende Schutzvorrichtungen vor die Wehre gebaut werden, die größeren Eisschollen abhalten. Damit können die Hochwasserentlastungsbauwerke allerdings bei Eishochwasser keine Entlastung für die Hochwassergefahr durch Eisversatz oder Eisstau an der Schwarzen Elster bewirken, da nur das Wasser, nicht aber die Eisschollen abgeführt werden. Dazu müsste es möglich sein, die Eisschollen ganz gezielt aus dem Abflussprofil der Schwarzen Elster zu entfernen.

3 Vorhandene und potentielle Ablauf-, Zulauf- und Überleitungskapazitäten

Die hydraulischen Kapazitäten der Bauwerkwerke in der Erweiterten Restlochkette wurden den verschiedenen allgemeinen Informationsunterlagen der LMBV bzw. den jeweiligen Planfeststellungsbeschlüssen entnommen. Das aktuelle Flutungskonzept der LMBV [B10] zeigt die Bauwerke mit Ihren Kapazitäten. Die Bauwerke werden nach ihrer bauwerksbezogenen Funktion hier in Ableiter, Zuleiter und Überleiter unterschieden. Ableiter sind Bauwerke, die Wasser aus der Seenkette in die Fließgewässer ableiten. Zuleiter versorgen die Seenkette mit Wasser aus den oberirdischen Fließgewässern. Die Überleiter verbinden die Seen untereinander.

Da die Gewässerteckbriefe (Anhang 3) die Informationen seebezogen wiedergeben, sind dort die Definitionen für die Zu-, Aus- und Überleiter differenziert zu interpretieren. Ein Zuleiter zum See hat ein Wasserspiegelgefälle, das zum See gerichtet ist, wohingegen Ausleiter ein vom See weg gerichtetes Gefälle aufweisen. Überleiter sind Verbindungen ohne Wasserspiegelgefälle.

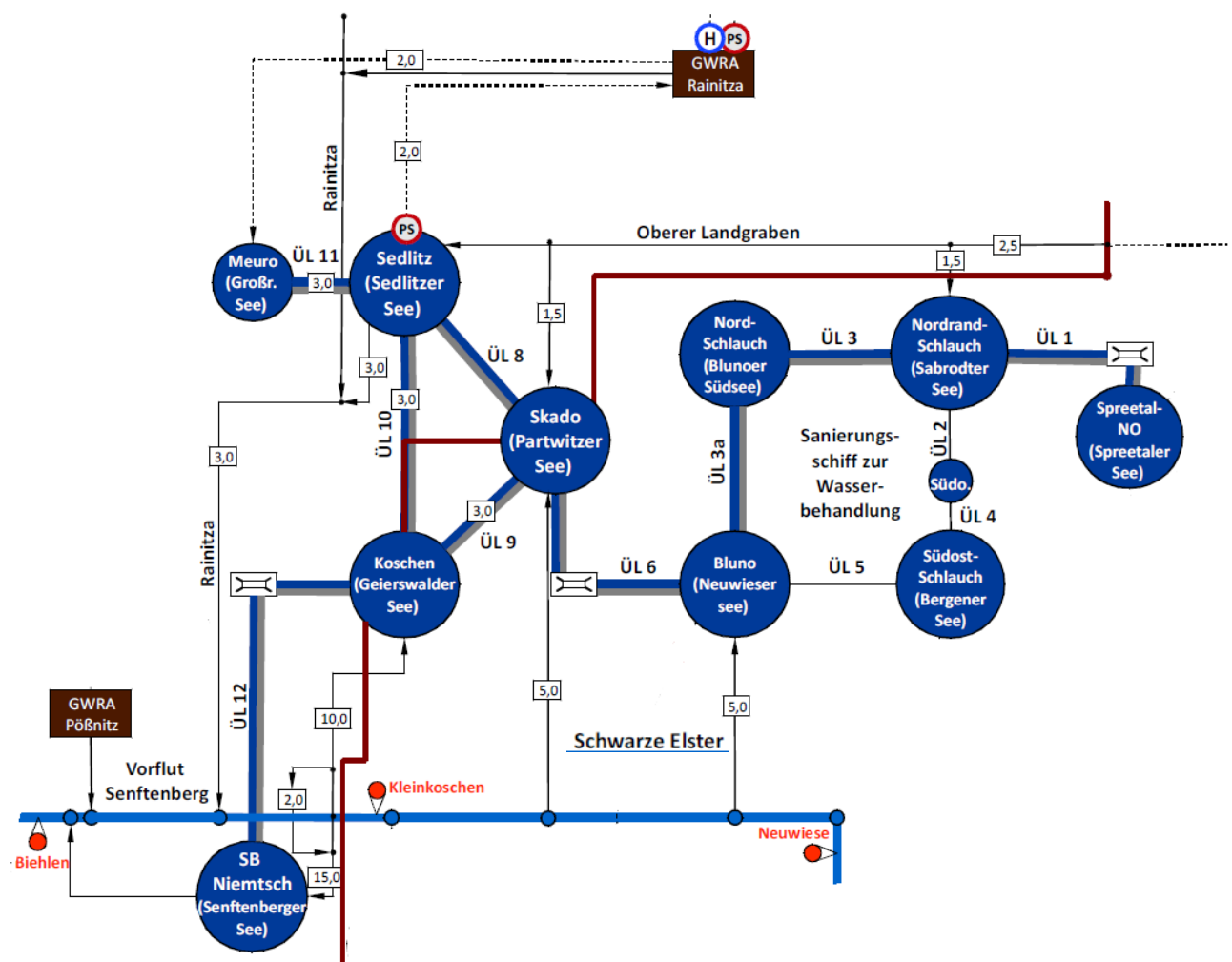


Abbildung 3-1: Netzstruktur der Tagebauseen Stand 06/2013 (verändert nach [S4])

3.1 Ablaufkapazitäten

3.1.1 Ableiter Sedlitzer See

Gemäß Flutungskonzept [B10] gibt es in der Erweiterten Restlochkette zwei Ablaufbauwerke. Ein Bauwerk leitet Wasser aus dem Sedlitzer See in die Rainitz. In 2014 erfolgte die Planung der Ausleitung aus dem Sedlitzer See für eine maximale Kapazität bei mittleren Verhältnissen (sowohl bezogen auf die Wasserstände im See als auch die Abflussverhältnisse in der Schwarzen Elster) von 3 m³/s ([PF6] vom 17.12.2004). Diese Grundlage wurde unter anderem für die Untersuchung der unterschiedlichen Varianten (Einschätzung von Entleerungsdauern) im Laufe der Bearbeitung berücksichtigt. Dargestellt ist eine potentielle Leistungskurve dieses Bauwerk in Spalte 2 der Tabelle 3-1.

Mit Nebenbestimmung 3.2.1 der 4. Ergänzung zum PFB vom 17.11.2014 [S11] ist „... das Profil der Rainitz so zu bemessen, dass bei einem Wasserstand von 100,50 m NHN im Sedlitzer See ein Abfluss von 3,0 m³/s schadlos in die Schwarze Elster abgeführt werden kann ...“. Hierfür ist entgegen der bisherigen Annahmen eine Sohlbreite in der Rainitz von 7,00 m statt 4,50 m erforderlich. Aktuell laufen hierzu bereits Planungen und Detailuntersuchungen. Es wird davon ausgegangen, dass zukünftig diese Variante umgesetzt werden wird (Spalte 3 in Tabelle 3-1). Wie bereits erwähnt, wurde für den Variantenvergleich (s. unter anderem Variantensteckbriefe in Anhang 4 bzw. 5) erstgenannte Version berücksichtigt. Da es sich letztendlich um einen Vergleich von Varianten handelt, hat dies keinen relevanten Einfluss auf die Bewertung (s. Kapitel 6.1.5 bzw. 6.2.5). Im Zuge der Abstimmung zu den Ergebnissen wurde jedoch durch die Mitglieder des AK-HWR darum gebeten, die sich daraus ableitenden Abweichungen in den Entleerungszeiten darzulegen. Im weiteren Verlauf der Dokumentation wird an den entsprechenden Stellen auf diese Differenzen eingegangen (z.B. Kapitel 6.1.1.7). Die Abflusskapazität im Ableiter ist einerseits abhängig von den Wasserständen in der Restlochkette und in der Schwarzen Elster. Bei Mittelwasser in der Schwarzen Elster und voll geöffnetem Wehr ergeben sich die folgenden Abflüsse, je nach Sohlbreite:

Tabelle 3-1: Ausleitkapazität in die Rainitz bei verschiedenen Sohlbreiten

WSP RLK	B = 4,50 m	B = 7,00 m
101,25 m NHN	6,0 m ³ /s	7,9 m ³ /s
101,00 m NHN	4,6 m ³ /s	6,2 m ³ /s
100,75 m NHN	3,3 m ³ /s	4,5 m ³ /s
100,50 m NHN	2,2 m ³ /s	3,1 m ³ /s
100,25 m NHN	1,3 m ³ /s	1,8 m ³ /s
100,00 m NHN	0,6 m ³ /s	0,8 m ³ /s

Bei höheren Abflüssen in der Schwarzen Elster sinkt die Ausleitkapazität aufgrund des Rückstaus gemäß folgender Darstellung:

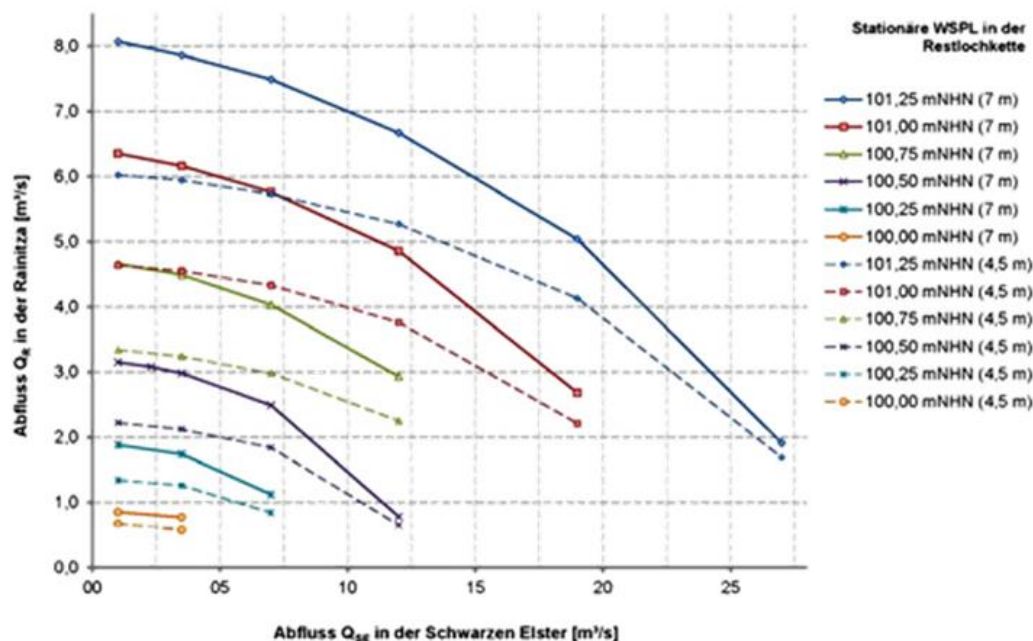


Abbildung 3-2: Ausleitkapazität in der Raintza in Abhängigkeit vom Wasserstand in der RLK und Abfluss in der Schwarzen Elster

Um eine Ausleitung bis auf einen Wasserstand von 101,00 m NHN zu realisieren, darf der Abfluss in der Schwarzen Elster 18 m³/s nicht überschreiten. Sind Ausleitungen bis auf 100,5 m NHN geplant, dann muss der Abfluss in der Schwarzen Elster kleiner sein als 14 m³/s. Andererseits ist zu beachten, dass zukünftig diese Abgabe mittels Wehrsteuerung auch in Abhängigkeit von der Gewässergüte in der Schwarzen Elster und der RLK abhängen wird, d.h. bei den vorgenannten Wasserständen kann durch Öffnen oder Schließen der Wehrkonstruktion jederzeit auch eine andere Abgabe realisiert werden. Das heißt, es wird zukünftig letztendlich kein festgelegtes, eindeutig definierbares Steuerregime geben (können), sondern dargebotsbedingt eine Steuerung erfolgen..

3.1.2 Ableiter Senftenberger See

Eine weitere Ableitung erfolgt aus dem SB Niemtsch direkt in die Schwarze Elster unterhalb von Senftenberg. Die hydraulisch geprüfte Ausleitkapazität beträgt maximal 9 m³/s. Bei dem Bauwerk handelt es sich um ein Wehr mit Fischbauchklappe. Folgende Angaben zum Bauwerk können dem Beckenbuch [S24] entnommen werden:

- Sohle des Durchflusses 97,20 m NHN
- Max. OK der Klappe: 99,50 m NHN
- Max. OK des Durchflusses: 100,50 m NHN
- Durchflussmengenbereich 0 bis 9 m³/s (größere Mengen hydraulisch nicht überprüft)
- Abhängig vom Beckenwasserstand: ja

Die Ausleitkapazität von 9 m³/s wird erst bei Wasserständen über 99,25 m NHN erreicht. Nach Auskunft des AG beträgt sie bei 99,00 m NHN ca. 7 m³/s und bei 98,50 m NHN nur noch 3 m³/s.

3.2 Zulaufkapazitäten

Wie in Abbildung 3-1 dargestellt, gibt es sowohl vom Oberen Landgraben als auch von der Schwarzen Elster Zuleiter zu den Tagebauseen. Dabei sind die Zuleiter vom Oberen Landgraben nur während der Flutungsphase aktiv. Nach erfolgter Flutung werden diese Bauwerke zurückgebaut. Der Obere Landgraben bezieht sein Wasser über eine Rohrleitung aus der Spree. Auch der Spreetaler See wird gemäß Flutungskonzept aus dem Einzugsgebiet der Spree gespeist. Das Wasser wird über den Tagebausee Scheibe oder direkt aus der Kleinen Spree in den Spreetaler See geleitet. Zwecks Vollständigkeit werden diese Zuleitungen mit aufgeführt, auch wenn Sie für die Variantenuntersuchung zum Hochwasserschutz an der Schwarzen Elster keine Relevanz besitzen bzw. im Endzustand nicht mehr vorhanden sein werden.

Gemäß Planfeststellungsbeschlüssen [PF1] und [PF6] soll der Obere Landgraben eine Kapazität von 2,5 m³/s haben. Die Zuleitungen zum Sabrotdter See, dem Partwitzer See und Sedlitzer See haben jeweils eine Kapazität von 1,5 m³/s.

Die Zuleitungen aus der Schwarzen Elster in die Tagebauseen sind folgende:

Zuleiter Schwarze Elster nach Neuwieser See	(fertiggestellt/ 2002)
Art: offener Graben mit regelbarer Schützenanlage und Sohlabsturz	
Länge: 205 m	
Kapazität: 5,00 m ³ /s	
Zuleiter von der Schwarzen Elster nach Partwitzer See	(Realisierung offen)
Kapazität: 5,00 m ³ /s	
Einlaufbauwerk Geierswalder See	(Inbetriebnahme 1974)
Art: Reguliersegmentschütz	
Sohle des Durchflusses:	93,35 m NHN
Max. Oberkante des Durchflusses:	95,75 m NHN
Kapazität: 0-10,1 m ³ /s (größere Mengen hydraulisch nicht geprüft)	
Einlaufbauwerk SB Niemtsch	(Inbetriebnahme 1974)
Art: Reguliersegmentschütz	
Sohle des Durchflusses:	92,35 m NHN
Max. Oberkante des Durchflusses:	94,75 m NHN
Kapazität: 0-15,1 m ³ /s (größere Mengen hydraulisch nicht geprüft)	

Die Lage der Einlaufbauwerke zum SB Niemtsch und in den Geierswalder See ist in nachfolgender Abbildung dargestellt. Durch das Schwarze Elster-Wehr wird das Wasser mit einer 2,75 m hohen Stautafel auf einer Breite von 13 m angestaut. Durch zwei seitliche Einläufe strömt das Wasser über unterirdische Stollen in die beiden Tagebauseen. Die Steuerung erfolgt durch zwei Reguliersegmentschütze am jeweiligen Einlaufbauwerk. Durch einen regulierbaren Verbindungsstollen kann (theoretisch) auch Wasser aus dem Geierswalder See nach Niemtsch übergeleitet werden. Hierfür sind die Güteanforderungen an die Wasserqualität einzuhalten.

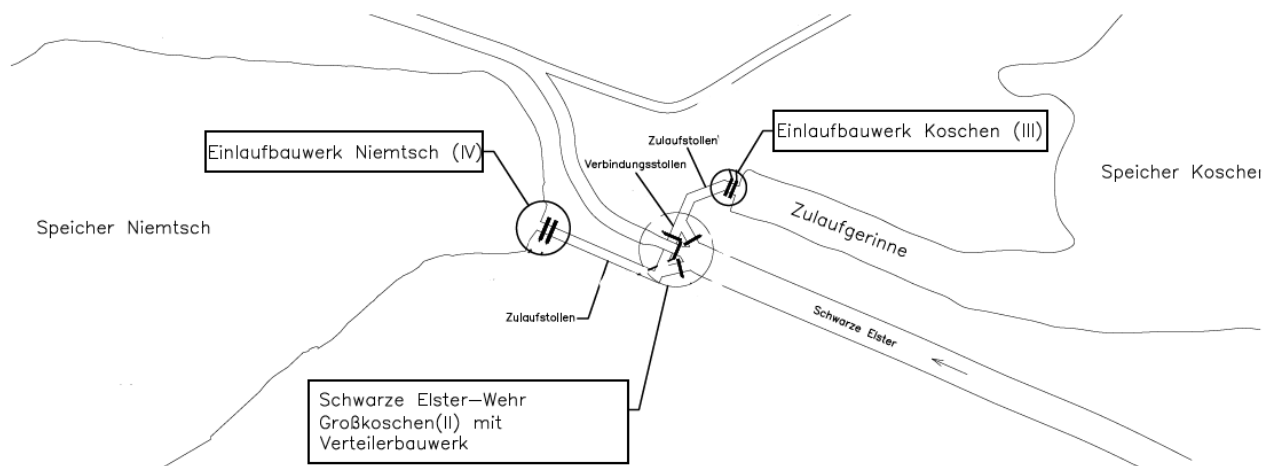


Abbildung 3-3: Verteilerbauwerk Wehr Großkoschen [S24]

Vom Verteilerbauwerk abgesehen sind die anderen vorhandenen oder geplanten Zulaufbauwerke nicht geeignet, eine zuverlässige Einleitung im Hochwasserfall zu gewährleisten. Da die Bauwerke allein für die Flutung errichtet wurden, liegen die Einlaufschwellen derzeit zu tief, um für die Entlastung im Hochwasserfall nutzbar zu sein.

3.3 Überleitungskapazitäten

In der Erweiterten Restlochkette befinden sich insgesamt zwölf Überleiter. Neun der Verbindungen werden als schiffbare Überleiter (zum Teil mit Schleuse) gebaut. Die Überleiter im Bereich der RLK, des Speichers Niemtsch und des Großräschener See sind bereits fertiggestellt. Im Bereich der Seenkette Bluno-Spreetal sind nur der Überleiter ÜL 6 zwischen dem Partwitzer See und Neuwieser See bzw. der ÜL 1 zwischen dem Sabrodter See und Spreetaler See fertiggestellt. Der bereits 2008 fertiggestellte Überleiter 4 im Bergener See wurde 2010 durch einen Erdbeben teilweise zerstört und ist bisher nicht wieder hergestellt worden. Der Bau der schiffbaren Überleiter 3a und 3 am Blunoer Südsee wird voraussichtlich in 2014 bzw. 2015 begonnen. Die Überleiter mit ihren Kennwerten fasst nachfolgende Tabelle zusammen.

Tabelle 3-2: Überleiter im System

Nr.	Verbundene Gewässer	Beschreibung / Charakteristische Kennwerte
1	Spreetaler See – Sabrodter See	offener Kanal mit Brücke und Schleuse sowie Rohrleitung DN 700 Länge: 2794 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 104,5 bis 100,5 m NHN Kapazität: 2,0 m ³ /s
2	Sabrodter See – Bergener See	offener Verbindungskanal mit Brückenbauwerk Länge: 253 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 101,5 m NHN Kapazität: 3,0 m ³ /s

Nr.	Verbundene Gewässer	Beschreibung / Charakteristische Kennwerte
3	Sabrodtter See – Blunoer Südsee	offener Verbindungskanal mit Brückenbauwerk Länge: 130 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 100,5 m NHN Kapazität: 3,00 m³/s
3a	Blunoer Südsee – Neuwieser See	offener Verbindungskanal mit Brücke und Absperrbauwerk Länge: 50 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 100,5 m NHN Kapazität: 3,00 m³/s
4	innerhalb Bergener See	Verbindungskanal Länge: 405 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 101,3 bis 101,5 m NHN Kapazität: 3,0 m³/s
5	Bergener See – Neuwieser See	offener Verbindungsgraben mit Brücke Länge: 260 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 100,5 m NHN Kapazität: 3,0 m³/s
6	Neuwieser See – Partwitzer See	offener Verbindungskanal mit Schleuse und Brückenbauwerk und steuerbare Rohrleitung DN 1600 Länge: 420,5 m Sohlbreite: 9,0 m Sohlhöhe: 100,15 - 97,5 m NHN Kapazität: 4,0 m³/s
8	Partwitzer See – Sedlitzer See	offener Verbindungskanal mit Doppelschütz-Wehranlage, Brücke und Pegelhaus Länge: 440 m Sohlbreite: 4,0 m Sohlhöhe: 97,50 m NHN Kapazität: 5,0 m³/s
9	Partwitzer See – Geierswalder See	offener Verbindungskanal mit Doppelschütz-Wehranlage, Brücke und Pegelhaus Länge: 1150 m Sohlbreite: 4,0 m Sohlhöhe: 97,50 m NHN Kapazität: 3,00 m³/s
10	Sedlitzer See – Geierswalder See	offener Verbindungskanal mit Doppelschütz-Wehranlage, Brücke und Pegelhaus Länge: 1250 m Sohlbreite: 4,0 m Sohlhöhe: 97,50 m NHN Kapazität: 3,0 m³/s
11	Sedlitzer See – Großräschener See	Kanal mit Tunnel zur Unterquerung der B 169 und der Bahnstrecke Länge: 1197 m Sohlbreite: 4,0 m Sohlhöhe: 97,50 m NHN Kapazität: 3,0 m³/s

Nr.	Verbundene Gewässer	Beschreibung / Charakteristische Kennwerte
12	Geierswalder See – SB Niemtsch	<p>Kanal mit Unterquerung Schwarze Elster und B 96 und Schleusenanlage Länge: 1140 m Sohlbreite: 6,0 m Sohlhöhe: 97,5 bis 95,5 m NHN Kapazität: keine, da nur schiffbare Verbindung mit Schleuse ohne Durchflusssteuerung</p> <p>Verbindungstollen mit Trenn-Hubrollschütz Sohle des Durchflusses: 95,60 m NHN Max. Oberkante des Durchflusses: 98,00 m NHN Kapazität: 0-5 m³/s (größere Mengen hydraulisch nicht geprüft)</p>

Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Überleiter 2 bis 11 wurde auf der Grundlage der jeweils limitierenden Profilgeometrie (Engstelle im Überleiter wie bspw. Brücke) und einer angenommenen Wasserspiegeldifferenz überprüft. Je höher die Wasserspiegeldifferenz am Überleiter, umso größer ist die Leistungsfähigkeit. Alle Überleiter haben rein rechnerisch eine größere Leistungsfähigkeit als im Planfeststellungsbeschluss oder den Unterlagen der LMBV angegeben. Die errechneten Abflusswerte sind in Anhang 2 dargestellt.

Im Überleiter 6 befindet sich im Endzustand eine Schleuse, welche die Wasserspiegel zwischen den Seen der Restlochkeite und dem Seenverband Bluno trennt. Parallel zur Schleuse verläuft eine steuerbare Rohrleitung DN 1600. Diese Rohrleitung hat eine Länge von 115 m [S30]. Die Sohlhöhe am Einlauf beträgt 100,4 m NHN und am Auslauf in den Partwitzer See 97,2 m NHN. Das Gefälle des Rohres beträgt somit 27,8 ‰. Nimmt man in den beiden Tagebauseen die Wasserstände im Bereich der planfestgestellten Lamellen an (100-101 m NHN bzw. 104-105 m NHN), so ergeben sich am Rohr Wasserstandunterschiede von 2 m bis maximal 4 m und das Rohr ist auf beiden Seiten immer voll eingestaut. Nachfolgende Abbildung zeigt das Einlaufbauwerk mit Schütz.

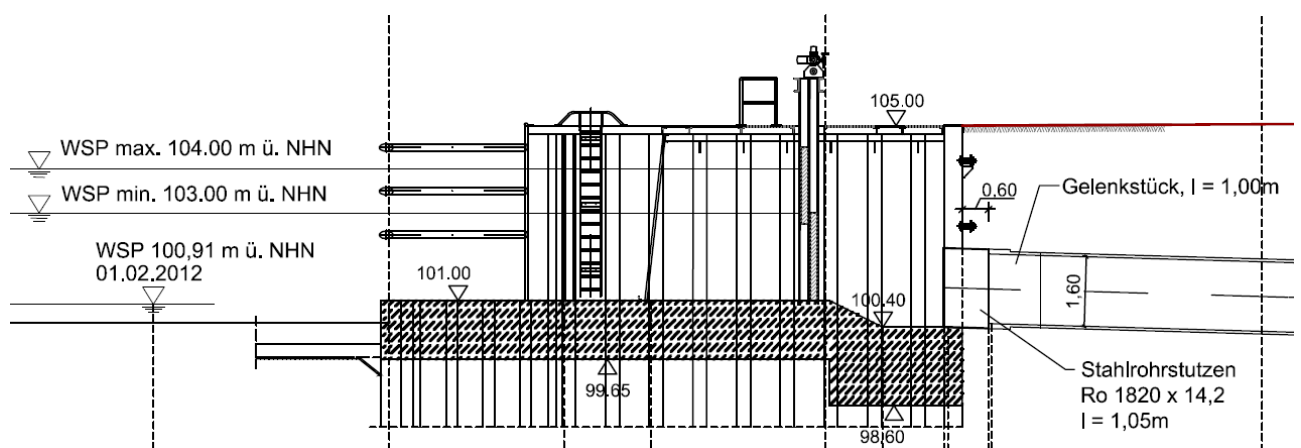


Abbildung 3-4: Einlaufbauwerk zur Rohrleitung im Überleiter 6

Vor dem Einlauf zum Rohr befindet sich ein Doppelsegmentschütz zur Regulierung des Durchflusses. Somit bedingt nicht nur die Kapazität der Rohrleitung, sondern in erster Linie die Öffnungshöhe des Schützes die Leistungsfähigkeit des Überleiters. Die hydraulischen Nachweise können in [S30] nachvollzogen werden. Das Ergebnis des Nachweises zeigt nachfolgende Abbildung. Die Leistungsfähigkeit wird nur bis 4 m³/s dar-

gestellt, da dies die planfestgestellte Leistungsfähigkeit ist. Die Leistungsfähigkeit wird nicht nur von der Öffnungshöhe der Schütztafel bestimmt, sondern auch vom Wasserstand im Neuwieser See.

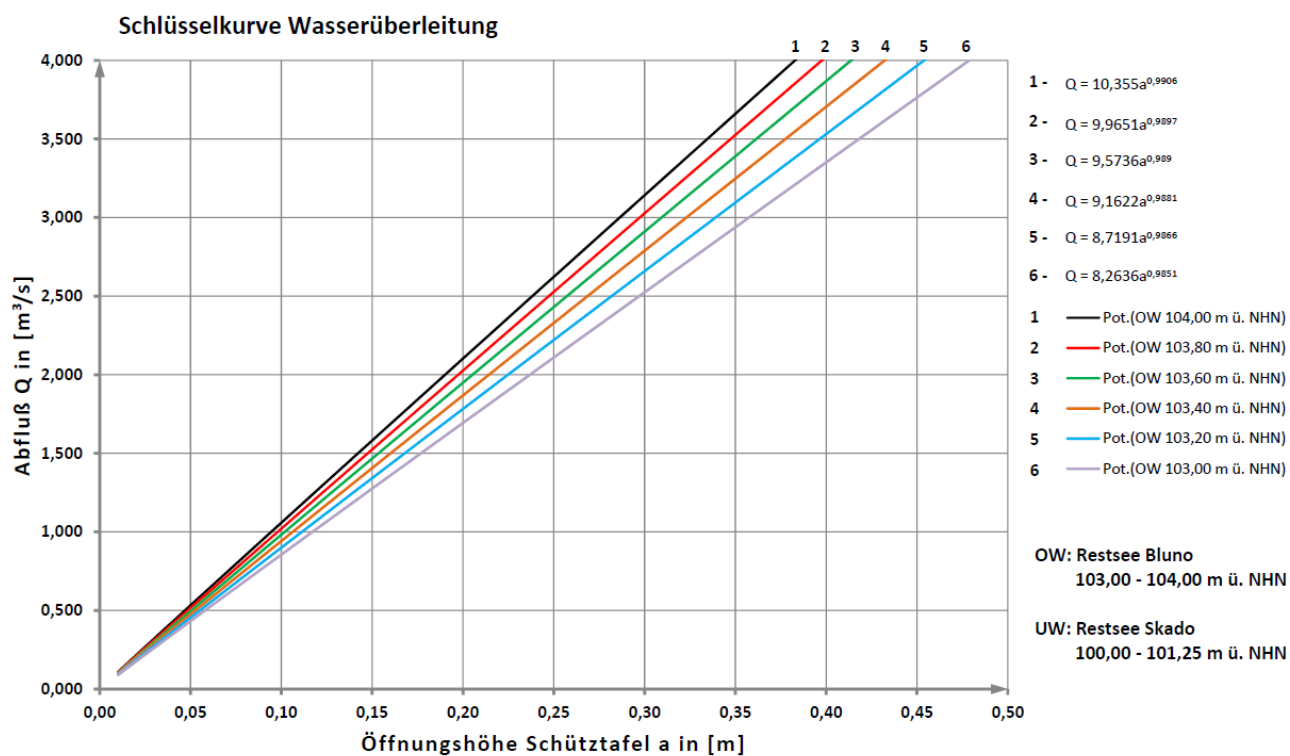


Abbildung 3-5: Schlüsselkurve für die hydraulische Leistungsfähigkeit im Überleiter 6

4 Analyse und Bewertung der Randbedingungen für die einzelnen Tagebauseen

Für jeden der Tagebauseen des Bearbeitungsgebiets wurde ein „Steckbrief“ erstellt (Anhang 3), der die wesentlichen Kenngrößen und Randbedingungen zusammenfasst. Der Steckbrief wird dabei unterteilt in

- Allgemeine Angaben: Wasserstands-Volumen-Kennlinien und Volumina in den planfestgestellten Wasserstandslamellen
- Wasserbauliche Anlagen: Alle den See betreffenden Bauwerke (Zuleiter, Ableiter, Überleiter) werden mit ihren Kennwerten zusammengestellt.
- Geotechnische Einschätzung: Dieser Teil beinhaltet allgemeine Angaben zur geotechnischen Situation an den Tagebauseen und (falls recherchierbar) spezifische Angaben zu Böschungssicherungsmaßnahmen.
- Gewässergüte: Dieser Abschnitt fasst die wichtigsten bergbaulich relevanten Parameter (pH-Wert, Eisen, Sulfat, Acidität und ausgewählte Schwermetalle) der Gewässergüte zusammen. Weiterhin erfolgt eine qualitative Einschätzung, wie sich die Güte bei dauerhafter Veränderung der Wasserstandslamelle verändert.
- Hydrogeologie: Hier erfolgt eine nur bedingt quantitative Einschätzung, welche Auswirkungen hinsichtlich des Grundwassers (Richtung, Menge, Beschaffenheit) durch eine zeitweise Veränderungen (z.B. infolge der temporären Flutung) der Wasserstandslamelle gegenüber dem planfestgestellten Zielwasserstand zu erwarten sind.
- Sonstige Nutzungen im Umfeld: fasst die bereits existierenden und die geplanten angrenzenden Nutzungen und die Schutzgebietssituation zusammen und bewertet qualitativ die Auswirkungen einer temporären oder dauerhaften Veränderung der Wasserstandslamelle gegenüber dem planfestgestellten Zielwasserstand.

4.1 Oberflächenwasser

Die Allgemeinen Angaben zum Gewässer wurden verschiedenen Quellen entnommen. Die Angaben zu den Zielwasserständen, den Wasserstandslamellen (Bereich zwischen oberer und unterer planfestgestellter Stauordinate) sowie einer ggf. vorhandenen Hochwasserlamelle sind den Planfeststellungsbeschlüssen [PF1] und [PF6] entnommen. Die Angaben zu Wasserfläche und Volumen in den Wasserstandslamellen sind den durch die LMBV bereitgestellten aktuellen Inhaltslinien [S3] entnommen und können somit von den Angaben in den Planfeststellungsbeschlüssen abweichen.

Die Angabe der „potentiellen Hochwasserlamelle“ erfolgte auf Grundlage einer Auswertung der Höheninformationen [G1], [G2]. Mittels GIS-Methoden wurde geprüft, bis zu welchem potentiellen Wasserstand noch keine Überschwemmung angrenzender sensibler Nutzungen (Siedlungen, Straßen, Campingplätze, Feriensiedlungen) zu erwarten ist. Dieser Wasserstand markiert aus Sicht des AN die maximale Obergrenze des Wasserstands für die Variantenbetrachtung und ist somit als rein hypothetische Angabe zu verstehen. Hier sind u.a. die daraus ggf. resultierenden geotechnischen Erwägungen oder Anlagen am Gewässer (Häfen, Anlegestellen etc.) außer Acht gelassen worden.

Ein Überschreiten der planfestgestellten Wasserstandslamelle hätte darüber hinaus auch Auswirkungen auf die Verbindungskanäle einschließlich der Ufer und der dort errichteten Bauwerke (Wehranlagen, Schleusen). Bei der Beschreibung der Varianten in Kapitel 6 werden die Auswirkungen auf die Verbindungskanäle berücksichtigt.

Jeder der Seen verfügt über ein Eigeneinzugsgebiet (oberirdisch und unterirdisch). Im Rahmen der seit 1999 laufenden und kontinuierlich fortgeschriebenen N-A-Modellierung im Auftrag der LMBV wurde deutlich, dass im Untersuchungsraum die maßgeblichen Zuflussmengen zu den TBS (aufgrund der Boden-, Gefälle- und Nutzungsverhältnisse) aus dem Grundwasserleiter stammen. Niederschläge verdunsten oder versickern zum größten Teil, auch bei länger anhaltenden größeren Mengen mit geringer Intensität. Über die kleinen Gräben/Zuläufe zu den TBS wird nur ein geringer Anteil den Seen oberflächlich zufließen. Für die 4 Gewässer der zukünftigen RLK (Sedlitzer, Partwitzer, Geierswalder und Großräschener See) wird nach Bewertung der verschiedenen Unterlagen und einer hierzu erfolgten Abstimmung im AK-HWR deshalb davon ausgegangen, dass die Staulamelle zwischen 101,00 und 101,25 m NHN ausschließlich für einen potentiellen Rückhalt von Hochwasserereignissen aus der Schwarzen Elster (Einleitung) vorzusehen ist. In längeren Feuchteperioden auftretende erhöhte GW-Zuströme aus dem Eigeneinzugsgebiet sind durch eine entsprechende Bewirtschaftung der Lamelle 100,00 bis 101,00 m NHN abzufangen.

Einen weiteren wesentlichen Input in das Gewässersystem können Niederschläge hervorrufen, die auf die immerhin 5.600 ha große Wasserfläche während der Einleitung einer Hochwasserwelle auftreffen. In diesem Zeitraum wird gleichzeitig keine oder eine stark eingeschränkte Verdunstung stattfinden. Im Hochwasserfall der Schwarzen Elster sind zwar nicht zwangsläufig auch gleichzeitig Hochwasserabflüsse in den Gräben im Zulauf der Seen zu verzeichnen, dennoch kann dieser Fakt nicht vollständig unberücksichtigt bleiben (Kapitel 6.2.7.2).

4.2 Grundwasser

4.2.1 Ursprüngliches Methodisches Konzept und Datenlage

Maßgeblichen Einfluss auf den Wasserhaushalt der TBS haben die Grundwasserströmungsverhältnisse. Die LMBV mbH betreibt ein kontinuierlich fortgeschriebenes Grundwasserströmungsmodell, mittels dessen die großräumigen Auswirkungen der Wasserstände in den Seen auf die Grundwasserstände sowie die Grundwasserdynamik für verschiedene Szenarien abgeleitet werden können (Hydrogeologisches Großraummodell Erweiterte Restlochkette / HGM ERLK [B9, B12]).

Die im Angebot zum Vorhaben ausgearbeitete Methodik basierte auf der Annahme, dass das HGM ERLK durch den AG bzw. die LMBV zur Verfügung gestellt wird (siehe Grundlagen in der Leistungsbeschreibung).

Die Übernahme und Bewertung der aktuellsten Modellergebnisse sollte somit im Rahmen der Bearbeitung einen essentiellen Bestandteil der Gebietsanalyse sowie der Identifikation möglicher Konfliktpotentiale darstellen.

Es war ursprünglich vorgesehen, unter Berücksichtigung der im Grundwasserströmungsmodell für die ERLK angesetzten Randbedingungen ein vereinfachtes Bilanztool zu entwickeln, das eine erste Abschätzung der

o.g. Auswirkungen und Wechselwirkungen in den Einzugsgebieten der einzelnen Seen auf die Grundwasserverhältnisse erlaubt. Neben den übergebenen Daten zu den Istzuständen 2011-2013 [G3] und den prognostischen Endwasserständen [G3], sollten mindestens folgende Randbedingungen des HGM ERLK zugrunde gelegt werden:

- Aufbau des geologischen Modells (Modellschichten)
- Mächtigkeiten der Modellschichten
- k_f -Wert-Verteilung in den Modellschichten
- ermittelte Speicherkoeffizienten.

Das Grundwasserströmungsmodell selbst bzw. die o.g. mindestens notwendigen Angaben des Modells (in digitaler Form) wurden nicht zur Verfügung gestellt. Lediglich folgende analoge Unterlagen lagen vor:

- Kurzdokumentation zu „Szenarien für die Bilanzierung saisonal-instationärer Grundwasserströme (03/2011)“ [B9]
- Teilkarten im pdf-Format mit Angaben zur k_f -Wert-Verteilung in den Modellschichten und Darstellung der Modellbasis (Lupe), M 1:50.000 / 1:25.000 [S32].

Somit konnten die Wechselwirkungen der Seen nicht im Detail betrachtet werden, da dies ein GW-Strömungsmodell voraussetzt. Da die zur Verfügung gestellten Daten der LMBV unzureichend waren, musste auf ein vereinfachtes Verfahren zurückgegriffen werden.

4.2.2 Angepasstes Bearbeitungskonzept für die Einschätzung der Auswirkungen von Seewasserspiegeländerungen auf den Grundwasserspiegel

Zur überschlägigen Bestimmung der Auswirkungen von Aufhöhungen und Absenkungen der Seewasserspiegel auf das Grundwasser erfolgte deshalb eine analytische Berechnung (Excel-Tool). Dabei wurden die einzelnen Tagebauseen vereinfacht als große Brunnen definiert, in denen Wasserspiegeländerungen stattfinden. Durch die Vorgabe des mittleren Seeradius als Brunnenradius sowie der Grundwasserleitereigenschaften Mächtigkeit, Durchlässigkeitsbeiwert und Speicherkoeffizient konnten die Randbedingungen definiert werden. Für die vorgegebenen Beträge der Seespiegelaufhöhung oder –absenkung wurden damit die zu erwartenden Grundwasserspiegelveränderungen und deren Reichweiten in Abhängigkeit der Zeit ermittelt.

Die Angaben zur mittleren Mächtigkeit des Grundwasserleiters im Bereich des jeweiligen Sees stammen aus den geologischen Bewertungen in [B2] und [B3], während als Speicherkoeffizient pauschal typische Werte für einen unbedeckten Grundwasserleiter angenommen wurden. Aus den zur Verfügung gestellten Karten der k_f -Wert-Verteilung im Großraummodell der LMBV [S32] konnten diese im Bereich der Seen abgegriffen werden. Da die Reichweite der Grundwasserspiegeldifferenzen stark von der Zeitspanne der Änderung der Seespiegel abhängt, wurden zudem verschiedene Zeitschritte berechnet.

Der Hochwassereinstau wurde für diese Betrachtungen dabei vorerst pauschal mit bis zu 37 Tagen (dies ist die Entleerungsdauer der planfestgestellten Hochwasserlamellen von 0,25 m bei einer Ableitungskapazität in die Raitz von 3 m³/s entsprechend [B5]) angesetzt.

Eine potentielle Absenkung wurde mit bis zu 100 Tagen angesetzt. Dies versteht sich als Initialkennwert für eine mögliche langanhaltende bzw. dauerhafte Absenkung der bisher planfestgestellten oberen Staulamelle um maximal 1 m (bis zur planfestgestellten unteren Staulamelle). Eine dauerhafte Absenkung unterhalb wurde in keiner Variante betrachtet und deshalb in dieser grundlegenden Analyse auch nicht untersucht.

Die Bergbaufolgeseen der Lausitzer Seenkette sollen künftig u. a. für die Niedrigwasseraufhöhung der Schwarzen Elster genutzt werden. Zudem ist eine temporäre Nutzung als Zwischenspeicher für Hochwasserwellen im Rahmen der hier vorgelegten Studie zu untersuchen. Die planfestgestellte Lamelle der Wasserstände für jeden einzelnen See beträgt 1 m. Hinzu kommen die folgenden potentiellen Hochwasserlamellen (vgl. hierzu Kapitel 4.1 bzw. Anhang 3):

- Spreetaler See: potentielle Hochwasserlamelle von 5 m
- Sabrodter See: potentielle Hochwasserlamelle 1 m
- Bergener See: potentielle Hochwasserlamelle 1 m
- Neuwieser See: potentielle Hochwasserlamelle 1 m
- Blunoer Südsee: potentielle Hochwasserlamelle 1 m
- Geierswalder See: planfestgestellte Hochwasserlamelle 0,25 m, potentielle Hochwasserlamelle 2 m
- Partwitzer See: planfestgestellte Hochwasserlamelle 0,25 m, potentielle Hochwasserlamelle 2 m
- Sedlitzer See: planfestgestellte Hochwasserlamelle 0,25 m, potentielle Hochwasserlamelle 2 m
- Großräscher See: planfestgestellte Hochwasserlamelle 0,25 m, potentielle Hochwasserlamelle 2 m
- Senftenberger See: planfestgestellte bzw. aktuell nutzbare Hochwasserlamelle 0,25 m

Somit können mit dem möglichen Hochwassereinstau kurz- bis mittelfristige, aber zum Teil erhebliche Wasserspiegelschwankungen in den Tagebauseen einhergehen, die zu Veränderungen der Grundwasserströme und der lokalen Dynamik im Nahbereich um die Tagebauseen führen würden. Hydraulisch bedingt verringert sich bei Einstau im See der Grundwasserzustrom, während die Abstrommengen steigen. Durch Absenken der Seewasserspiegel werden die Grundwasserströme i. d. R. entgegengesetzt beeinflusst. Die variierenden grundwasserbürtigen Zu- und Abstrommengen sind dabei nicht nur bilanzseitig, sondern auch für die Wasserbeschaffenheit, vor allem in den Seen zur Niedrigwasseraufhöhung, relevant [B5],[B7].

Mit dem angewandten vereinfachten Verfahren wurden die potentiellen Auswirkungen der eingangs beschriebenen länger anhaltender Wasserstandsanhebungen bzw. -absenkungen auf die GW-Verhältnisse im Umfeld in erster Näherung auch ohne Anwendung des Grundwasserströmungsmodells eingeschätzt. Damit ist ein Vergleich der Randbedingungen prinzipiell möglich.

4.2.3 Identifikation der Auswirkungen von Seespiegelveränderungen auf das Grundwasser

4.2.3.1 Reichweite der Auswirkungen

Aufgrund der Wechselwirkung von Grund- und Oberflächenwasser reagiert der Grundwasserleiter im Bereich der Tagebauseen ebenfalls auf Seespiegelschwankungen. Die Anhebungen oder Absenkungen der Seewasserspiegel wirken sich sowohl auf die Grundwasserstände im Umfeld als auch die Zu- und Abstrommengen einschließlich Wasserbeschaffenheit aus. Dabei breiten sich die Wasserspiegeländerungen

im Grundwasserleiter so lange radial aus, bis sie auf eine Begrenzung (z. B. Nachbarseen, Vorfluter, Dichtwand) stoßen. An speisenden Randbedingungen (Nachbarseen, Vorfluter) werden die Auswirkungen dabei gedämpft, an dichten Rändern verstärkt. Die Richtungen, in denen keine Grenze erreicht wird, sind als Vorzugsrichtung der Ausbreitung der Wasserspiegeländerungen im Grundwasserleiter angegeben. Mithilfe der vereinfachten analytischen Betrachtung der Seespiegelschwankungen konnten folgende Einflüsse auf den Grundwasserstand ermittelt werden (Zusammengefasst sind diese Informationen auch in Anhang 3 enthalten):

Spreetaler See (RL Spreetal Nordost)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um bis zu 5 m gegenüber dem Zielwasserstand beträgt der potentielle Grundwasseranstieg nahe der Uferlinie etwa 4,5 m und reicht mit Differenzen $>0,1$ m bis etwa 3 km allseitig um den Spreetaler See. Natürliche Begrenzungen, die die räumliche Ausbreitung behindern, existieren nicht.

Unter Annahme einer Absenkung des Wasserspiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand senkt sich der Grundwasserstand nahe der Uferlinie um bis zu 0,9 m. Der Absenktichter reicht schätzungsweise bis in eine Entfernung von etwa 2,0 – 2,5 km allseitig um den See.

Sabrodtter See (RL Nordrandschlauch)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 1 m gegenüber dem Zielwasserstand beträgt der Grundwasseranstieg nahe der Uferlinie etwa 0,9 m und nimmt in einem Umkreis von 2 km auf Differenzen $<0,1$ m ab. Die Auswirkungen sind vor allem in östliche und nördliche Richtung zu erwarten, da im Süden und Westen die Nachbarseen als hydraulische Begrenzung wirken.

Unter Annahme einer Absenkung des Wasserspiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand senkt sich der Grundwasserstand nahe der Uferlinie um bis zu 0,9 m. Die Auswirkungen beschränken sich prognostisch auf einen Umkreis von weniger als 3 km, wobei sich der Absenktichter vor allem in nördliche und östliche Richtung ausdehnen wird. Die Nachbarseen im Süden und Westen wirken als speisende Randbedingung.

Bergener See (RL Südostschlauch)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 1 m gegenüber dem Zielwasserstand wird am Seeufer ein Grundwasseranstieg von ca. 0,8 m prognostiziert, der nach außen weiter zurückgeht. Die Beeinflussung wird in südliche Richtung bis zu einer Entfernung von 1,5 km nachweisbar sein. Sonst liegt der Einflussradius bei weniger als 0,5 km, da zum einen im Norden, Osten und Westen des Bergener Sees geringere k_f -Werte als im Süden auftreten und zum anderen Nachbarseen als hydraulische Grenze wirken.

Unter Annahme einer Absenkung des Wasserspiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand senkt sich der Grundwasserstand nahe der Uferlinie um bis zu 0,9 m. Auch hierbei erstreckt sich der Absenktichter hauptsächlich in südliche Richtung (bis zu 2 km), während an den anderen Seiten die geringen k_f -Werte und die Nachbarseen die Beeinflussung räumlich begrenzen.

Neuwieser See (RL Bluno)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 1 m gegenüber dem Zielwasserstand steigt der Grundwasserspiegel am Ufer bis zu 0,9 m an. Mit größerer Entfernung zum See nimmt die Aufhöhung ab. Die stärkste Beeinflussung wird in südöstlicher Richtung (bis 1,5 km) prognostiziert. Im Osten können die Grundwasserspiegeländerungen bis etwa 0,5 km reichen, wohingegen im Südwesten die Schwarze Elster und im Westen und Norden benachbarte Seen als hydraulische Begrenzung wirken.

Ähnlich sieht es bei einer Absenkung des von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand aus. Die hauptsächliche Ausbreitungsrichtung des Absenktrichters ist in südöstliche (bis 2 km) und östliche Richtung (<1 km) zu erwarten. Sonst wirken die Schwarze Elster und die Nachbarseen als speisende Randbedingungen.

Blunoer Südsee (RL Nordschlauch)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 1 m gegenüber dem Zielwasserstand steigt der Grundwasserspiegel am Ufer bis zu 0,9 m. Signifikante Auswirkungen sind in nördliche Richtung bis 2 km und in südöstliche Richtung bis 0,5 km zu erwarten. Im Westen und Süden begrenzen die Nachbarseen den seespiegelbedingten Anstieg im Grundwasser.

Eine Absenkung des Wasserspiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand führt zu einer Senkung des Grundwasserspiegels am Seeufer von bis zu 0,9 m. Nach außen nehmen die Auswirkungen deutlich ab und sind in einer Entfernung von mehr als 2,5 km vermutlich nicht mehr nachzuweisen. Die Hauptausdehnung des Absenktrichters liegt in nördlicher Richtung. Im Osten werden schon bei etwa 1 km keine nennenswerten Wasserspiegeländerungen prognostiziert. Im Süden und Westen wirken die Nachbarseen als speisende hydraulische Begrenzung.

Geierswalder See (RL Koschen)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 0,25 m gegenüber dem Zielwasserstand (Ist-Hochwasserlamelle) kommt es am Seeufer zu einer Aufhöhung des Grundwasserstandes um etwa 0,2 m. Die angenommenen Auswirkungen erstrecken sich in einem Umkreis von deutlich weniger als 0,5 km allseitig um den See. Sollte der Wasserspiegel dagegen um bis zu 2 m gegenüber dem Zielwasserstand angehoben werden (potentielle Hochwasserlamelle), wird die Beeinflussung des Grundwasserleiters größer. Am Seeufer wird eine Grundwasseraufhöhung bis zu 1,9 m prognostiziert. In östliche und westliche Richtung wirkt sich die Seespiegeländerung bis etwa 2 km Entfernung aus, während im Norden die Nachbarseen und im Südwesten die Schwarze Elster als speisende Randbedingung begrenzend fungieren.

Unter Annahme einer Absenkung des Wasserspiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand ist nahe der Uferlinie eine Abnahme des Grundwasserstandes um 0,9 m zu erwarten. Nach außen geht der Absenkungsbetrag zurück. Der Absenktrichter erstreckt sich vor allem in östlich/ südöstliche und westliche Richtung bis 2 km. Im Norden und Süden/ Südwesten wird er durch die Nachbarseen und die Schwarze Elster begrenzt.

Partwitzer See (RL Skado)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 0,25 m gegenüber dem Zielwasserstand (Ist-Hochwasserlamelle) erhöht sich der Grundwasserstand am Seeufer im gleichen Maße. Die Auswirkungen sind allseitig

um den See zu erwarten, wobei die Veränderungen nur bis zu einem Abstand von weniger als 0,5 km reichen. Wird der Wasserspiegel dagegen um 2 m gegenüber dem Zielwasserstand angehoben (potentielle Hochwasserlamelle), können Einflüsse auf das Grundwasser bis in eine Entfernung von 1,5 km prognostiziert werden. Dann wirken im Norden und Nordosten die Dichtwand zum Tagebau Welzow-Süd als dichte Randbedingung sowie im Süden die Schwarze Elster und im Osten und Westen Nachbarseen als speisende Begrenzung.

Ähnlich verhält es sich bei einer Absenkung des von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand. Aufgrund der längeren Betrachtungsdauer werden trotz geringerer Seespiegeländerungen die dichte Randbedingung im Norden und die speisenden Grenzen aus Nachbarseen und Schwarzer Elster erreicht. Direkt am Ufer sinkt der Grundwasserstand analog zum See um etwa 1 m.

Sedlitzer See (RL Sedlitz)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 0,25 m gegenüber dem Zielwasserstand (Ist-Hochwasserlamelle) nimmt der Grundwasserstand am Seeufer im gleichen Maße zu. Nach außen erstreckt sich die Aufhöhung auf einen Bereich von weniger als 0,5 km allseitig um den See. Die stärkere Anhebung um 2 m gegenüber dem Zielwasserstand (potentielle Hochwasserlamelle) würde am Seeufer zu einer Erhöhung des Grundwasserstandes von etwa 2 m führen. Die Auswirkungen können sich im Grundwasserleiter nur in westliche Richtung frei entwickeln und reichen dort bis etwa 1,5 km. Im Osten wirkt der benachbarte Partwitzer See und im Süden die Schwarze Elster als hydraulische Grenze, während im Norden die dortigen Gräben und die Dichtwand zum Tagebau Welzow-Süd als Randbedingung wirken.

Das gleiche Ergebnis, nur mit einer Abnahme der Grundwasserstände, zeigt die Absenkung des Seespiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand. Die prognostizierten Reichweiten des Absenkebeckens sowie die erreichten Ränder entsprechen denen der Aufhöhung des Seespiegels um 2 m.

Großräschener See (RL Meuro)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um bis zu 2 m gegenüber dem Zielwasserstand erhöht sich der Grundwasserstand am Seeufer um bis zu 1,9 m. Nach außen erstrecken sich die Auswirkungen bis maximal 3 km, vor allem in westliche Richtung. Im Norden wird in einem Abstand von <2 km die Vorflut erreicht, während im Süden und Südosten der benachbarte Sedlitzer See nur wenige hundert Meter entfernt liegt und die Reichweite begrenzt.

Auch bei einer Absenkung des Wasserspiegels von 1 m gegenüber dem Zielwasserstand bildet sich der Absenkebecken im Grundwasserleiter bis etwa 3 km in westliche Richtung und an den anderen Seiten deutlich kürzer, jeweils bis zu den speisenden Randbedingungen, aus. Direkt am Seeufer nimmt der Grundwasserstand um etwa 1 m ab.

Senftenberger See (RL Niemtsch)

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels um 0,25 m gegenüber dem Zielwasserstand (Ist-Hochwasserlamelle) wird ein Einfluss auf das Grundwasser allseitig um den See bis zu einer Entfernung von 0,5 km

prognostiziert. Dabei treten direkt am Ufer mit 0,25 m Aufhöhung die größten Veränderungen im GWL auf. Von Osten bis Nordwesten wirkt die Schwarze Elster als hydraulischer Begrenzung.

Die Absenkung ist mit maximal 1,3 m gegenüber dem Zielwasserstand zu betrachten. In südöstliche Richtung kann sich der Absenkrichter prognostisch bis 4 km ungehindert ausdehnen. Von Osten bis Nordwesten wird dagegen die Schwarze Elster in der Nähe des Sees als speisende Begrenzung erreicht. Im Süden hat der ebenfalls nahe Dorfgraben den gleichen begrenzenden Effekt.

Wie bereits eingangs erwähnt, hängen die zu prognostizierenden Aufhöhungen oder Absenkungen des Grundwasserspiegels sowie deren Reichweiten signifikant von den Betrachtungszeiten ab. Die hier beschriebenen Auswirkungen beziehen sich jeweils auf eine angenommene maximale Einstauzeit von 37 Tagen bzw. die maximale Absenkzeit von 100 Tagen. Bei kürzerer oder längerer Dauer der Seespiegeländerung sind demnach andere Einflüsse zu erwarten. Zudem ist zu beachten, dass es sich lediglich um eine vereinfachte analytische Berechnung und keine exakte numerische Modellierung handelt. Somit sind die beschriebenen Auswirkungen erste Prognosen. Belastbare Aussagen zum Verhalten des Grundwassers bei Seewasserspiegeländerungen mit höherer Aussagegüte sollten mithilfe des bestehenden numerischen Großraummodells ermittelt werden. Entsprechend der Abstimmungen hierzu im Rahmen des Arbeitskreises „Hochwasserrückhalt in Tagebauseen“ wird dies jedoch erst nach Erarbeitung des endgültigen Konzeptes mit der dann hergeleiteten Vorzugsvariante und unter Einbeziehung der LMBV erfolgen.

Diese erste Prognose der Entwicklung der Grundwasserstände, vor allem der räumlichen Ausdehnung der Beeinflussung, diente jedoch als Grundlage zur Bewertung der Beschaffenheit der Grundwasserzuflüsse zu den einzelnen Seen. Für eine überschlägige Betrachtung sind die Prognosen zunächst ausreichend (Kapitel 4.3.4).

4.2.3.2 Bilanzseitige Änderung der Grundwasserzu- und -abströme

Eine Bilanzierung der zu erwartenden Änderungen der Grundwasserströme bei steigenden oder sinkenden Seewasserspiegeln erfolgte durch die GUB Ingenieur AG Freiberg im Jahr 2011 anhand des bestehenden hydrogeologischen Großraummodells [B9]. Dazu wurden für den quasistationären Zustand (langfristig nach der Flutung der Tagebauseen) in sieben Szenarien mit jeweils verschiedenen Wasserspiegeln der einzelnen Seen die grundwasserbürtigen Zu- und Abstrommengen über Böschung und Sohle jedes Tagebausees für den Zeitraum April 2082 bis März 2084 berechnet. Neben den Seespiegeln gingen bilanzseitig langjährige Monatsmittelwerte für Niederschlag und Verdunstung als speisende und zehrende Randbedingungen ein. Gegenüber der klimatischen Wasserbilanz oder den Oberflächenabflüssen zeigen die Grundwasserströme nur geringe saisonale Schwankungen im allgemeinen Jahresverlauf, werden aber signifikant durch die Wasserspiegel der Tagebauseen beeinflusst [B9]. Der Großräschener See wurde nicht in die Bilanzbetrachtung eingeschlossen, so dass für diesen keine Aussagen zur Veränderung der grundwasserbürtigen Zu- und Abströme möglich sind. Für die Bilanzierung der Grundwasserströme bei wechselnden Seewasserspiegeln wurden folgende sieben Szenarien betrachtet (Tabelle 4-1) [B9].

Tabelle 4-1: Wasserspiegel (m NHN) der einzelnen Seen in den Berechnungsszenarien [B9]

Variante*	Spreetaler See	RLK Spreetal-Bluno	RLK Skado-Koschen-Sedlitz	Senftenberger See
V1	107,0-108,0	103,5	100,5	98,0-99,0
V2a	107,5	103,0-104,0	100,0	98,5
V2b	107,5	103,0-104,0	100,5	98,5
V2c	107,5	103,0-104,0	101,0	98,5
V3a	107,5	103,0	100,0-101,0	98,5
V3b	107,5	103,5	100,0-101,0	98,5
V3c	107,5	104,0	100,0-101,0	98,5

* Obwohl der Großräscheener See ebenfalls zur Erweiterten Restlochkeite gehört, wurde er in den Berechnungen nicht mit betrachtet.

Variante bzw. Szenario 1 simuliert im Allgemeinen mittlere Wasserspiegelverhältnisse in den Tagebauseen. Nur für den Spreetaler und den Senftenberger See als Randseen wurden die Wasserstände innerhalb der Schwankungslamelle erhöht. In Variante bzw. Szenario 2 erfolgte eine Variation der Wasserspiegel der Restlochkeite Skado-Koschen-Sedlitz in Intervallen und eine kontinuierliche Erhöhung der Wasserspiegel in der Restlochkeite Spreetal-Bluno für jedes dieser Intervalle. Für Variante bzw. Szenario 3 wurden die Wasserstände in der Restlochkeite Skado-Koschen-Sedlitz kontinuierlich erhöht, während die der Restlochkeite Spreetal-Bluno intervallweise konstant gehalten wurden. In Tabelle 4-2 werden die Grundwasserzu- und -abströme zu den Tagebauseen der verschiedenen Varianten dargestellt.

Tabelle 4-2: Grundwasserzu- und -abströme** (m³/s) zu den Tagebauseen bei Änderung der Seespiegel im quasistationären Nachbergbauzustand [B9]

	Spreetaler See	Sabrodtter See	Bergener See	Neuwieser See	Blunoer Südsee	Partwitzer See	Geierswalder See	Sedlitzer See	Senftenberger See
V1	0,06→0,05 0,02→0,04	0,13 0	0,25 0	0,33 0,23	0,02 0,08	0,52 -	0,38→0,40 0	0,08 0	0,58→0,40 0→0,10
V2a	0,05 0,03	0,15→0,10 0	0,27→0,23 0	0,33→0,32 0,23→0,33	0,02 0,08→0,12	0,50→0,65 -	0,38 0	0,10 0,03	0,50 0,04
V2b	0,05 0,03	0,15→0,10 -	0,27→0,23 0	0,35→0,33 0,18→0,28	0,02 0,07→0,10	0,43→0,58 -	0,38 0	0,08 0	0,50 0,04
V2c	0,05 0,03	0,15→0,12 0	0,27→0,23 0	0,35→0,32 0,17→0,25	0,02 0,05→0,10	0,40→0,53 -	0,38 0	0,07 0	0,52 0,04
V3a	0,05 0,03	0,15 0	0,27 0	0,35 0,17	0,02 0,08→0,05	0,50→0,33 0→0,08	0,38→0,30 0→0,05	0,08→0,02 0	0,50→0,52 0,04
V3b	0,05 0,03	0,14 0	0,25 0,02	0,33 0,20	0,02 0,10→0,07	0,58→0,48 0→0,08	0,38→0,30 0→0,07	0,08→0 0	0,50→0,52 0,04
V3c	0,05 0,03	0,13 0	0,23 0	0,33 0,33→0,25	0,02 0,12→0,08	0,65→0,48 0→0,08	0,38→0,30 0→0,07	0,08→0,17 0→0,17	0,50→0,52 0,04

** Grundwasserzustrom: obere Zeile pro Zelle; Grundwasserabstrom: untere Zeile pro Zelle

Am **Spreetaler See** ändern sich die Grundwasserströme durch die kontinuierliche Erhöhung des Wasserspiegels in Szenario 1 leicht. Die relativ konstanten grundwasserbürtigen Zu- und Abströme in den anderen

Szenarien zeigen, dass die Grundwasserverhältnisse im Bereich des Spreetaler Sees nicht auf Wasserspiegelveränderungen der benachbarten Seen reagieren. Dies ist mit der Lage am Rand der Erweiterten Restlochkette in einiger Entfernung zur RLK Spreetal-Bluno zu erklären. Es treten in den Szenarien 2 und 3 nur geringfügige, an den Wasserspiegel des Spreetaler Sees gekoppelte innerjährliche Schwankungen auf. Die berechneten Bilanzwerte für die Zu- und Abströme des Grundwassers stimmen zudem gut mit den Angaben zur Situation nach Flutungsende in Tabelle 2-1 überein.

Die vier Seen der Restlochkette Spreetal-Bluno unterscheiden sich in ihrem Verhalten in den einzelnen Szenarien. An den beiden oberen Seen (**Sabrodtter und Bergener See**) reagieren die Grundwasserzuströme auf Veränderungen des eigenen und auch der benachbarten Seespiegel, die im gleichen Rhythmus angepasst werden. In den Teilszenarien 2a bis 2c verringern sich die Zuströme kontinuierlich mit steigendem Wasserspiegel, während sie in den Teilszenarien 3a bis 3c jeweils konstant bleiben und nur zwischen den Einzelszenarien stufenweise mit der intervallweisen Erhöhung der Seespiegel sinken. Entsprechend den Prognosen findet von beiden Seen kein Grundwasserabstrom in den verschiedenen Szenarien statt. Die berechneten Bilanzwerte zeigen generell eine gute Übereinstimmung zu den Angaben in Tabelle 2-1.

Am **Neuwieser See** reagieren die Grundwasserströme ebenfalls sowohl auf den kontinuierlichen Anstieg des Seespiegels innerhalb einer Szenariorechnung als auch auf die intervallweise Erhöhung. Zusätzlich fällt aber eine deutliche Abnahme der absoluten Abstrommengen zwischen den Szenarien 2a bis 2c auf. Diese geht vermutlich auf die gleichzeitige Erhöhung des Wasserspiegels in der Restlochkette Skado-Koschen-Sedlitz zurück, da aufgrund der kurzen Entfernung eine Beeinflussung des Grundwasserabstroms am Neuwieser See hauptsächlich durch den Partwitzer See anzunehmen ist. Die Grundwasserabströme stimmen zudem recht gut mit den Angaben in Tabelle 2-1 über, während die Zustrommengen deutlich niedriger prognostiziert werden.

Am **Blunoer Südsee** reagiert vor allem der Grundwasserabstrom auf Veränderungen der Seewasserspiegel. Er erhöht sich einerseits mit steigendem Wasserspiegel des Blunoer Südsees (innerhalb der Szenarien 2). Andererseits wird diese Entwicklung durch den Einfluss des Partwitzer Sees auf den Grundwasserabstrom am Blunoer Südsee überlagert, welcher zwischen den Einzelszenarien 2a bis 2c und innerhalb der Szenarien 3 sichtbar wird. Durch einen Wasserspiegelanstieg im Partwitzer See sinkt, wie am Neuwieser See, der Abstrom am Blunoer Südsee. Der Grundwasserzustrom bleibt dagegen unbeeinflusst und in allen Szenarien auf einem konstant niedrigen Niveau. Im Vergleich zu den Angaben in Tabelle 2-1 wird in den Modellberechnungen der Grundwasserabstrom deutlich höher prognostiziert.

Auch an den drei Seen der Restlochkette Skado-Koschen-Sedlitz kann eine unterschiedliche Entwicklung der Grundwasserströme festgestellt werden. Die Grundwasserzu- und -abströme am **Partwitzer See** reagieren deutlich auf den Anstieg des Seespiegels innerhalb der Schwankungslamelle (Szenario 3). Zudem zeigen die Grundwasserzustrommengen in den Teilszenarien 2a bis 2c durch ihre kontinuierliche Zunahme innerhalb der Einzelszenarien eine starke Beeinflussung durch die Restlochkette Spreetal-Bluno, während der Wasserspiegel am Partwitzer See konstant bleibt. Die steigenden Wasserstände in den benachbarten Seen (Neuwieser und Blunoer Südsee) bedingen dort erhöhte Abströme im Grundwasser, die als Zustrom

den Partwitzer See erreichen. Die Grundwasserzuströme stimmen in ihrer Größenordnung gut mit den Angaben in Tabelle 2-1 überein; die Abströme werden dagegen in [B9] höher prognostiziert.

Am **Geierswalder See** reagiert der Grundwasserstrom nur im Falle der kontinuierlichen Erhöhung des Seespiegels (Szenarien 3a bis 3c). Bei der intervallweisen Anhebung in den Teilszenarien 2a bis 2c treten keine Veränderungen der Zu- und Abströme auf. Zudem lässt sich auch kein Hinweis auf eine Beeinflussung durch die stromaufwärts liegende Restlochkette Spreetal-Bluno erkennen, sodass auch aufgrund der Anströmrichtung keine Verbindung über den Grundwasserpfad besteht. Die prognostizierten Grundwasserströme aus [B9] zeigen eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung mit den Angaben in Tabelle 2-1.

Für den **Sedlitzer See** wurden Grundwasserzuströme prognostiziert, die sich negativ korreliert zum Seewasserspiegel verhielten. Die Verringerung der Zuströme war mit steigendem Seespiegel jedoch nur schwach ausgeprägt. Der Grundwasserabstrom reagierte in den Teilszenarien 1 bis 3b nicht auf äußere Veränderungen. Lediglich für Szenario 3c wird ein Anstieg des Grundwasserabstroms vom Sedlitzer See vorhergesagt, der auf die kontinuierliche Erhöhung des Seespiegels zurückgehen kann. Eine gleichzeitige Erhöhung des Zustroms in Szenario 3c erscheint dabei unplausibel. Auffällig ist zudem, dass diese Beziehung in den beiden Szenarien 3a und 3b nicht zu beobachten ist. Generell stimmen die Grundwasserströme bilanzseitig auch schlecht mit den Angaben in Tabelle 2-1 überein.

Die Grundwasserströme am **Senftenberger See** reagieren auf eine Erhöhung des Seewasserspiegels (Szenario 1). Untergeordnet ist zudem eine Kopplung des Grundwasserzustroms an den Wasserspiegel des Sedlitzer Sees festzustellen, die aber bei Anhebung innerhalb der Lamelle nur $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ ausmacht. Der Einfluss des Sedlitzer Sees auf den grundwasserbürtigen Zustrom des Senftenberger Sees ist demnach eher gering ausgeprägt.

Insgesamt lassen sich über den Grundwasserpfad folgende Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Tagebauseen zusammenfassen:

Spreetaler See:	Einfluss auf Grundwasserströme nur durch eigene Wasserspiegeländerung, keine erkennbare Beeinflussung durch andere Seen (vermutlich aufgrund großer Entfernung und Höhendifferenz)
Sabrotdter See:	Einfluss auf Grundwasserströme durch Wasserspiegeländerungen an den anderen Seen der Seenkette Spreetal-Bluno, nicht durch RLK Skado-Koschen-Sedlitz
Bergener See:	Einfluss auf Grundwasserströme durch Wasserspiegeländerungen, nicht durch RLK Skado-Koschen-Sedlitz
Neuwieser See:	Einfluss auf Grundwasserströme durch Wasserspiegeländerungen, nicht durch RLK Skado-Koschen-Sedlitz, nur GW-Abstrom reagiert auf Partwitzer See
Blunoer Südsee:	kein Einfluss auf Grundwasserzustrom, Abstrom reagiert auf eigenen Seespiegel und den Partwitzer See

Partwitzer See:	deutlicher Einfluss auf Grundwasserzustrom durch die anderen Seen der RLK Skado-Koschen-Sedlitz und der RLK Spreetal-Bluno, Grundwasserabstrom reagiert leicht auf eigenen Seespiegel
Geierswalder See:	Einfluss auf Grundwasserströme durch die anderen Seen der RLK Skado-Koschen-Sedlitz
Sedlitzer See:	Einfluss auf Grundwasserströme durch die anderen Seen der RLK Skado-Koschen-Sedlitz
Großräschener See:	keine Angaben
Senftenberger See:	Einfluss auf Grundwasserströme durch eigene Wasserspiegeländerung, geringfügige Beeinflussung durch die anderen Seen der RLK Skado-Koschen-Sedlitz (v. a. Sedlitzer See)

Allen berechneten Varianten liegen Wasserspiegeländerungen in den Seen von bis zu 1 m zugrunde. Dabei wurde jeweils nur ein Anstieg des Wasserstandes innerhalb der planfestgestellten Wasserstandslamelle zwischen unterer und oberer Stauordinate betrachtet. Das Verhalten der Grundwasserströme bei einer Wasserspiegelabnahme wurde dagegen nicht untersucht. Zudem gibt es auch keine bilanzseitigen Betrachtungen zu den aktuellen oder potentiellen Hochwasserlamellen (Wasserspiegelerhöhung zwischen 0,25 und bis zu 5 m, vgl. Kapitel 4.2.2), so dass keine Aussagen zur Änderung der Grundwasserströme bei deutlichem Hochwassereinstau möglich sind.

4.3 Gewässergüte

4.3.1 Datengrundlage

Für die Beschreibung der aktuellen Gewässergüte der Seen wird auf die Daten aus dem Flutungskonzept [B10] und dem Abschlussbericht „Perspektive See“ [B5] bzw. die Parameter für die Ausleitung in die Schwarze Elster [B11] zurückgegriffen. Dies beinhaltet die Parameter pH, Eisen (gesamt / gelöst), Sulfat, Zn, Cu, NH₄-N (Anhang 3).

Die Prognose der Entwicklung dieser Parameter bei den in Kapitel 4.2 beschriebenen Veränderungen wird in Kapitel 4.3.4 erläutert. Es erfolgte jedoch keine Betrachtung der Entwicklung des trophischen Zustandes (anhand der Parameter der LAWA, der Parameter Phosphat, Chlorophyll-a und Sichttiefe sowie des chemischen und biologischen Zustandes nach WRRL).

Diese Vorgehensweise wurde im Ergebnis von Abstimmungsberatungen in der Landesdirektion Sachsen und der LMBV im Februar 2014 vereinbart.

4.3.2 Grundlegende chemische Klassifikation

4.3.2.1 pH-Wert

Der pH-Wert ist eine sehr entscheidende Größe für den Stoffhaushalt der Tagebauseen. In der Lausitz spielt die Versauerung durch den Eintrag von Verwitterungsprodukten aus den Kippenbereichen die maßgebende Rolle.

Während der Sommerstagnation können in holomiktisch geschichteten Seen im Hypolimnion anaerobe Verhältnisse entstehen. In dieser Phase werden freie Wasserstoffionen durch Eisen (II) kompensiert, der pH im Hypolimnion steigt. Dieser Zustand wird mit Belüftung während der Vollzirkulation aufgehoben.

Durch die Übersichtung mit leichterem Süßwasser kann Meromixie hervorgerufen werden. Das sich ausbildende Monolimnion wird dabei nicht mit durchmischt und bildet eine Stoffsenke, in der Nährstoffe dauerhaft zurückgehalten werden und eingetragene Eisen- und Schwefelverbindungen in einem reduzierten Zustand vorliegen. Die Ausbildung meromiktischer Zustände kann den Neutralisationsprozess beschleunigen und ist in der Lausitz erstrebenswert.

4.3.2.2 Eisen (gesamt bzw. gelöst)

Die Tagebauseen sind, bedingt durch die Pyrit-/Markasitverwitterung, bei der zunächst Eisen(III)hydroxid und Schwefelsäure entsteht, durch hochmineralisiertes Wasser mit hohen Eisengehalten gekennzeichnet. Zudem erfolgt ein Zufluss eisenhaltigen Grundwassers. Die Prozesse der Hydrolyse dreiwertigen Eisens und Aluminiums führen zu extremen Versauerungserscheinungen.

4.3.2.3 Ammonium-Stickstoff

Ammonium ist die dominierende Stickstoffkomponente in sauren Seen und wird mit dem Grundwasser, aber auch dem Oberflächenwasser eingetragen. Es wird aufgrund der im sauren Milieu gehemmten Nitrifikation mikrobiell nicht zu Nitrat umgewandelt [B21].

4.3.2.4 Sulfat

In gewässerökologischer Hinsicht können erhöhte Sulfatkonzentrationen eutrophierungsfördernd sein. Sulfat kann zur Mobilisierung von im Sediment festgelegten Phosphor führen.

4.3.3 Trophiestatus

Jeder See erfährt einen natürlichen Nährstoffeintrag aus seiner Umgebung (oberirdisches und unterirdisches Einzugsgebiet) sowie aus der Luft. Der sich tatsächlich einstellende trophische Zustand ist zum einen abhängig von der Menge und der hydrochemischen Beschaffenheit des zuströmenden Grundwassers, zum anderen von der Belastung durch Sediment- bzw. Nährstoffeinträge durch die Zufuhr von Oberflächenwasser.

Das Grundwasser in den Kippen weist geringe Nährstoffgehalte (Phosphor und Stickstoff, letzterer in anaeroben Grundwasserleitern v. a. als NH_4) und meist hohe Metallgehalte (Eisen, Mangan, ggf. Aluminium) auf, die eine Phosphorfällung bewirken [B21].

Insbesondere bei Hochwasser ist aber ein hoher Eintrag von Pflanzennährstoffen (meist Phosphor und Stickstoff) möglich. Das nährstoffreiche Flutungswasser trifft auf ein hochmineralisiertes und metallreiches Seewasser. Dabei wird Phosphor bei oxidischen Verhältnissen im Hypolimnion an Metallhydroxide adsorbiert und sedimentiert. Unter zehrenden Bedingungen im Hypolimnion, d. h. Sauerstoffmangel, ist die Phosphor-Rücklösung aus dem Sediment und dadurch die Erhöhung der Primärproduktion möglich [B6]. Für die Trophieentwicklung sind daher auch die Form des Seebeckens und seine Größe von Bedeutung.

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen ist festzustellen, dass das autotrophe Wachstum nicht durch die extreme Acidität gehemmt wird. Dafür sprechen die relativ hohen episodischen und saisonalen Chlorophyll-a-Konzentrationen bzw. Biomasseentwicklungen, die in zahlreichen Seen beobachtet werden konnten [B21]. Die biologische Besiedlung ist sehr artenarm und durch niedrige Biomassen gekennzeichnet.

4.3.4 Entwicklung der Gewässergüte bei Absenkung oder Anstieg der Wasserstände

4.3.4.1 Grundlegende Prozesse und Methodik

Die primären wassergütewirtschaftlichen Probleme der Bergbaufolgeseen der ERLK sind die Versauerung sowie hohe Sulfat-, Metall- und Ammoniumkonzentrationen. Einen großen Einfluss haben dabei die Größe, Lage und Zusammensetzung der Kippen. Für die Gütebeschaffenheit der Seen kommt der Schwarzen Elster eine besondere Bedeutung zu. Die Seen werden überwiegend durch Grundwasser gespeist und zusätzlich mit Wasser der Schwarzen Elster beschickt, so dass deren Wassergüte auch von der Qualität des Elsterwassers beeinflusst wird. Die Wasserbeschaffenheit der Schwarzen Elster wiederum wird von Zuflüssen anderer Gewässer sowie dem Ablauf aus den Seen geprägt.

Die Wasserbeschaffenheit wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Böschungserosion / Böschungsstabilität

Bei stabilen Böschungen bleibt der Anteil der Erosion an den Stoffeinträgen gleich. Demgegenüber führen Rutschungen, die verwitterte Kippensubstrate in die Bergbaufolgeseen eintragen, in der Folge zu starker Versauerung. Dauerhafte Wasserstandsabsenkungen erhöhen die Gefahr von derartigen Rutschungen und wirken sich entsprechend negativ auf die Wasserbeschaffenheit aus.

Im Falle der Restlochkette sind die Böschungen für eine Staulamelle von 100,00 m NHN bis 101,25 m NHN, zzgl. Windwellen, Schiffswellen usw., errichtet. Innerhalb dieses Schwankungsbereiches wird es keine Gefährdungen für die Böschungen geben und damit auch keine negativen Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit. Gleiche Aussage gilt somit für die Seenkette Bluno-Spreetal im Schwankungsbereich zwischen 103,00 und 104,00 m NHN. Eine Gefährdung sind deshalb nur dauerhafte Absenkungen unter diese Staulamellen, was im Zuge der weiteren Betrachtungen somit auszuschließen ist.

- Veränderung der Strömungsrichtung sowie der Volumenanteile der Zu- und Abströme des Grundwassers

Dauerhafte Wasserstandsabsenkungen können zu einem verstärkten Grundwasserzustrom in den See führen. Bei ungünstigen Konstellationen zu ehemaligen Kippen (Einflussbereich von potentiell sauren Kippengrundwasserströmen) und benachbarten Seen dringt aciditätsreiches Wasser ein, woraus sich die Gefahr der Wiederversauerung ableitet. Die Grundwasserströme beeinflussen je nach Einzugsgebiet zudem die Stoffeinträge. Die Flutung mit Oberflächenwasser bedingt einen überwiegend temporären Grundwasserabstrom/Grundwasserverdrängung aus den Seen.

- Dauer und Häufigkeit der Einleitung von Oberflächenwasser, Veränderung des Seevolumens (prozentual zum Volumen bei Stauziel im Hochwasserfall) und bei Absenkung der Staulamelle

Je nach Volumenanteil von Oberflächenwasser zu See(grund)wasser sowie den jeweils vorherrschenden Schichtungsverhältnissen erfolgt die Einmischung des Flutungswassers in den See vorrangig oberflächennah oder durch Änderung der Durchmischung auch in tiefere Bereiche. Während der Flutungs-etappen ist durch die Einmischung neutralen Oberflächenwassers ein Anstieg des pH-Wertes zu erwarten, der umso deutlicher ausfällt, je höher der Volumenanteil des Hochwassers im Verhältnis zum Seewasservolumen ist. Die Flutung mit Oberflächenwasser bedingt allerdings auch (Nähr)Stoffeinträge in die Seen. Häufige Stauspiegelschwankungen führen zur Auswaschung der wechselfeuchten Uferbereiche.

- Wasserströme zwischen den Seen

Alle Tagebauseen sind hydrologisch und hydrogeologisch miteinander verbunden. Die unterstromigen Gewässer sind in zunehmendem Maße von der Entwicklung in den oberstromigen abhängig. Seen, die direkt mit Oberflächenwasser gespeist werden, werden stärkere Effekte aufweisen als jene, denen nur durch Überleiter Wasser zugeführt wird.

Auf Grundlage vorhandener Planungs-, Genehmigungs- und Ausführungsunterlagen wird für den Ist-Zustand davon ausgegangen, dass die Standsicherheiten für Böschungen und Bauwerke innerhalb planfestgestellter Wasserstandslamellen gegeben sind. Aufgrund der bisherigen im Projektgebiet durchgeführten Böschungsertüchtigungen und den bekannten Grundwasserverhältnissen sind bei Veränderung des Zielwasserstandes oder der Bewirtschaftungswasserstände geringe bis hohe Auswirkungen (z. B. Setzungen, Auftrieb etc.) auf die Standsicherheiten nicht auszuschließen. Entsprechend [PF4] sind insbesondere der Sedlitzer, Partwitzer und Geierswalder See während des Grundwasserwiederanstieges, aber auch nach langjährig stabilisierten hydraulischen Verhältnissen, durch labile Kippenrandgebiete in ihrer Standsicherheit gefährdet. Setzungen und Sackungen bedingen Veränderungen der Kippenoberflächen. Inwiefern tatsächlich Auswirkungen stattfinden, lässt sich derzeit nicht abschätzen, so dass diesem Faktor in der hier vorzunehmenden qualitativen Beschaffenheitsprognose nur eine untergeordnete Bedeutung zugemessen werden konnte.

Für die Abschätzung der Gewässergüteentwicklung werden vorrangig folgende Parameter herangezogen:

1. Richtung, Menge und hydrochemische Beschaffenheit des zuströmenden Grundwassers

2. Volumenanteil, und hydrochemische Beschaffenheit des Oberflächenwassers (bzw. übergeleiteten Seewassers)

Eine exakte Quantifizierung des Einflusses der Wasserstände und der Oberflächenwasserflutung auf die Seewasserbeschaffenheit ist nicht möglich. Aufgrund der Abhängigkeit der unterstromigen von den oberstromigen Seen nimmt die Zuverlässigkeit der Prognosen vom Oberstrom zum Unterstrom ab. Daher erfolgt die Beurteilung lediglich auf einer dreistufigen Skala:

- positive Auswirkungen / Entwicklungen zu erwarten
- keine oder geringe Auswirkungen / Entwicklungen zu erwarten
- negative Auswirkungen / Entwicklungen zu erwarten

Die Wasserbeschaffenheit der Schwarzen Elster wird von Zuflüssen anderer Gewässer sowie der Beschaffenheit des Ablaufes aus den Seen geprägt. Andererseits beeinflusst die Schwarze Elster durch ihre Wasserqualität die Wasserbeschaffenheit der Seen der ERLK. Positive Wirkungen sind aufgrund der verdünnenden Wirkung für den pH-Wert, die Eisen- sowie die Sulfatkonzentration zu erwarten. Demgegenüber erfolgt mit dem Hochwasser ein vermehrter Nährstoffeintrag (vor allem Stickstoff und Phosphor), der den trophischen Zustand negativ beeinflussen kann. Aufgrund der unzureichenden Datengrundlage und fehlender Tiefenprofile kann hier nur eine überschlägige Einschätzung erfolgen.

4.3.4.2 Beschaffenheitsprognose (Gewässerchemie)

Für die nachfolgende Bewertung wurden die in den Steckbriefen (Anhang 3) identifizierten potentiellen Staulamellen und die sich daraus über die hydrogeologischen Betrachtungen (Kapitel 4.2) ableitenden Änderungen der Grundwasserströmungsverhältnisse berücksichtigt und unter Beachtung der im vorherigen Abschnitt beschriebenen allgemeinen Randbedingungen ausgewertet. Sollen die Veränderungen der Seewasserbeschaffenheit im Hinblick auf die Wasserspiegeländerungen bewertet werden, müssen zum einen die zu- und abfließenden Mengen des belasteten Grundwassers im Vergleich zum Seevolumen einbezogen werden, um das Belastungspotential einzuschätzen. Zum anderen spielen die Gebiete, aus denen der Zufluss erfolgt, eine relevante Rolle.

Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Aussagen zur Wasserspiegelanhebung in der Regel zeitlich begrenzt darstellen (Flutung im Hochwasserfall, Wiederentleerung bis zur normalen Wasserstandslamelle), die zur Absenkung hingegen eine langfristige bis dauerhafte Absenkung im Vergleich zum aktuellen bzw. nach den derzeitigen Planungen vorgesehenen Endzustand implizieren sollen (um zusätzliche Hochwasserrückhalteraum zu generieren).

Durch eine Änderung der Grundwasserströme aufgrund der schwankenden Seewasserspiegel sind im Einzelnen folgende Einflüsse auf die Beschaffenheit des Seewassers anzunehmen:

a) Spreetaler See (RL Spreetal-NO)

Der Spreetaler See ist fast vollständig gefüllt und weist einen pH-Wert im sauren Bereich auf. Die Sulfatkonzentrationen sind sehr hoch, während sich der Gesamteisengehalt auf einem niedrigen Niveau bewegt. Durch die Lage der Kippen im Grundwasserzustrom des Sees besteht ein hohes Versauerungspotential.

- *Anhebung des Wasserspiegels um max. 5 m*

Der Volumenanteil dieser potentiellen Hochwasserlamelle beträgt ca. 20 % des Seewasservolumens. Infolge der Verringerung des Anteils allseitig zuströmenden Grundwassers zugunsten des Abstroms und der Zufuhr und Einmischung von neutralisierendem Oberflächenwasser ist für den Zeitraum der Wasserspiegelanhebung von einer Verbesserung der Gewässerbeschaffenheit auszugehen. Durch die Verdünnungseffekte werden die hohen Sulfatkonzentrationen in diesem Zeitraum reduziert und die Acidität gesenkt. Der pH-Wert wird durch die Zufuhr neutralen Wassers im Epilimnion zeitlich befristet leicht ansteigen. Findet die Flutung in Phasen der Vollzirkulation statt, ist eine pH-Wert-Anhebung auch in tieferen Bereichen zu erwarten.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Es resultiert ein erhöhter Zustrom wenig belasteten Grundwassers, da im Einzugsgebiet vor allem land- und forstwirtschaftliche Nutzung vorherrscht. Ein potentiell belasteter Zustrom ist nur aus Richtung Bernsteinsee möglich. Durch die Lage der Kippen im Grundwasserzustrom erfolgt ein Eintrag sauren Wassers, so dass der pH-Wert auf dem niedrigen Niveau bleiben wird. Eine Änderung der chemischen Parameter ist daher nicht zu erwarten.

Die Einbindung des Spreetaler Sees in die ERLK durch Überleitung von Wasser in den Sabrodter See beeinflusst dessen Wasserbeschaffenheit.

b) Sabrodter See (RL Nordrandschlauch)

Der Sabrodter See ist geprägt durch den Zufluss stark säurehaltigen Grundwassers (Kalzium-Magnesium-Sulfatwasser), das aus tiefer gelegenen Kippenbereichen zuströmt. Dementsprechend liegt der pH-Wert relativ konstant im stark sauren Bereich bei 2,9. Im See herrschen oligotrophe Bedingungen vor.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 1 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 10 % des Seewasservolumens. Durch die Überleitung aus dem Spreetaler See wird Wasser mit höheren pH-Werten zugeführt. Gleichzeitig verringert sich der Grundwasserzustrom sauren Grundwassers in den See. Der pH-Wert wird daher im Zeitraum der Flutung allenfalls geringfügig ansteigen. Eine Einmischung in tiefere Bereiche ist aufgrund der meromiktischen Schichtung nicht zu erwarten. Die Sulfatgehalte des aus dem Spreetaler See zufließenden Wassers bewegen sich auf vergleichbarem Niveau, so dass sich die Wasserbeschaffenheit in dieser Hinsicht nicht verändern wird. Der ggf. mit dem Oberflächenwasser eingetragene Phosphor wird durch die hohen Eisenkonzentrationen gebunden und sedimentiert.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Die Absenkung des Wasserspiegels bewirkt durch einen erhöhten Grundwasserzustrom keine Änderung der derzeitigen Verhältnisse. Der pH-Wert wird im stark sauren Bereich verbleiben, wodurch die oligotrophen Verhältnisse bestehen bleiben.

Durch den Überleiter 3 ist eine Beeinflussung des Blunoer Südsees, durch Überleiter 2 eine Beeinflussung des Bergener Sees nicht auszuschließen.

c) Blunoer Südsee (RL Nordschlauch)

Im Blunoer Südsee bewegen sich die pH-Werte auf relativ konstantem Niveau um einen Wert von 2,8. Die Basenkapazität unterliegt starken Schwankungen. Die Entwicklung der Sulfat- und Gesamteisenkonzentration verläuft parallel und insgesamt mit einer Zunahme. Der Blunoer Südsee weist oligotrophe Verhältnisse auf. Während der Sommerstagnation sind im Hypolimnion anoxische Verhältnisse zu erwarten, die eine Rücklösung von Phosphor bewirken können.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 1 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 8 % des Seewasservolumens. Da der Blunoer Südsee keinen direkten Zufluss von neutralisierendem Oberflächenwasser erhält und in den zuleitenden Seen Sabrodter See (ÜL 3) und Neuwieser See (ÜL 3a) bereits Durchmischungen sattgefunden haben, werden Änderungen des pH-Wertes im Blunoer Südsee kaum messbar sein. Der Grundwasserzustrom sauren Grundwassers in den See verringert sich wahrscheinlich nur geringfügig, so dass hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit keine oder allenfalls geringe Auswirkungen erwartet werden. Der mit der Flutung und dem Grundwasser eingetragene Phosphor wird durch die hohen Eisenkonzentrationen gebunden und sedimentiert. Aufgrund der Morphologie ist auch bei steigenden pH-Werten keine Änderung des trophischen Status zu erwarten, da durch den Wassereintrag aus dem Sabrodter See nur geringe Nährstoffeinträge erfolgen.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Die Absenkung des Wasserspiegels bewirkt bei einer Verringerung des Abstoms keine Änderung der derzeitigen Verhältnisse. Der pH-Wert wird im stark sauren Bereich verbleiben, wodurch die oligotrophen Verhältnisse bestehen bleiben.

d) Neuwieser See (RL Bluno)

Der Neuwieser See weist die typischen Eigenschaften von Tagebauseen auf. Aufgrund der ausgedehnten und stark gegliederten Kippenböschungen und dem Zustrom von autochthonem Kippenwasser und stark säurelastiges Grundwasser besteht eine hohe Versauerungsgefahr. Der pH-Wert bewegt sich dementsprechend im stark sauren Bereich um 2,8. Mit dem Erreichen des Endwasserstandes kann das Gewässer als morphometrisch mesotroph eingestuft werden. Der Neuwieser See weist eine stabile, dimiktische Schichtung auf. Während der Sommerstagnation sind im Hypolimnion anoxische Verhältnisse zu erwarten, die eine Rücklösung von Phosphor bewirken können.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 1 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 10 % des Seewasservolumens. Die direkte Flutung aus der Schwarzen Elster bewirkt eine Abnahme der Basenkapazität und einen Anstieg des pH-Wertes. Begünstigend auf die Wasserbeschaffenheit während der Hochwasserflutung wirkt sich auch die Verringerung des Grundwasserzustroms sauren Grundwassers in den See aus, sodass sich die Wasserbeschaffenheit temporär verbessert.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Bei Absenkung der Staulamelle ist durch den verstärkten Zufluss stark sauren Grundwassers sowie sauren Wassers mit höheren Sulfatgehalten aus dem Blunoer Südsee ein Absinken bzw. Verbleiben des pH-Wertes im stark sauren Bereich zu erwarten. Eingetragene Phosphorfrachten werden daher nicht zu einer stärkeren Eutrophierung führen, wodurch die oligotrophen Verhältnisse bestehen bleiben und für die Wasserbeschaffenheit keine Änderungen zum gegenwärtigen Zustand zu erwarten sind.

e) Bergener See (RL Südostschlauch)

Im Bergener See bewegt sich der pH-Wert bei Werten von 2,7 bis 3. Steigende pH-Werte gehen einher mit sinkenden Sulfat- und Eisengehalten, die auf eine Ausfällung schließen lassen. Der Trophiestatus des polymiktischen Sees ist oligotroph. Abhängig von der Morphologie und der Durchströmung ist aber in verschiedenen Bereichen des Sees mit großen Unterschieden und einer höheren Trophie zu rechnen. In den schwächer durchströmten Flachwasserbereichen kann ein starkes Makrophytenwachstum auftreten. Für die hydrochemische Entwicklung sind der Zustrom aus dem Sabrodter See (RL Nordrandschlauch) und der Grundwasserzustrom maßgebend.

▪ Anhebung des Wasserspiegels um 1 m

Der Volumenanteil dieser Hochwasserlamelle beträgt ca. 30 % des Seewasservolumens. Durch die Zufuhr bereits gemischten, relativ phosphorarmen Oberflächenwassers aus dem Sabrodter See ist - insbesondere im Südschlauch - ein geringer Anstieg des pH-Wertes und der Nährstoffgehalte zu erwarten. Begünstigend auf die Wasserbeschaffenheit während der Hochwasserflutung wirkt sich auch die Verringerung des Zustroms von saurem Grundwasser in den See aus, so dass sich die Wasserbeschaffenheit temporär verbessert.

Eine Anhebung des pH-Wertes über schwach neutrale Verhältnisse stellt einen Zielkonflikt mit den FFH-Erhaltungszielen dar. Diese ist aber aufgrund der zeitlichen Befristung und der sich anschließend einstellenden Grundwasserfließrichtung bei Wiederabsenkung nicht zu erwarten.

▪ Absenkung des Wasserspiegels um 1 m

Durch die Absenkung der Staulamelle ist durch den verstärkten Zufluss stark sauren Grundwassers ein Verbleiben des pH-Wertes im stark sauren Bereich zu erwarten. Die sauren Bedingungen können allerdings zu einer Fällung des Phosphors führen, wodurch die oligotrophen Verhältnisse bestehen bleiben und für die Wasserbeschaffenheit keine Änderungen zum gegenwärtigen Zustand zu erwarten sind.

f) Partwitzer See (RL Skado)

Die ehemaligen Abbaufelder Skado-Hauptfeld (im Westteil des Kohlefeldes Skado) und Skado-Ostfeld sind durch die nicht abgebaggerte, in Form einer Halbinsel verbliebene Landzunge getrennt, so dass der in zwei Teilbecken unterteilte Partwitzer See eine durch die Abbautechnologie geprägte morphologisch stark differenzierte Form hat. Dies wirkt sich auch auf die Morphologie des Seebodens und die Wasserzirkulation aus. Die Uferböschungen fallen steil zur Seemitte hin ab. Dem Partwitzer See fließt aus Südosten Kippen- und Grundwasser zu. Das Grundwasser der inneren Kippenstrukturen hat überwiegend sauren Charakter [B6].

Der Abstrom aus dem Tagebausee findet nach Nordwesten zum Sedlitzer See und Norden statt. Der See befindet sich in einem oligotrophen (bis schwach mesotrophen) Zustand.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 2 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 17 % des Seewasservolumens. Der Partwitzer See erhält bei Flutung bereits gemischtes Oberflächenwasser aus dem Neuwieser See und dem Geierswalder See. Der Zustrom sauren Grundwassers in den See verringert sich, so dass sich die Wasserbeschaffenheit temporär verbessert. Phosphoreinträge werden bei sauren Verhältnissen im See durch die chemische Bindung infolge hoher Eisenkonzentrationen im Sediment festgelegt, eine Freisetzung unter neutralen Verhältnissen kann ein Eutrophierungspotential darstellen.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Durch die Absenkung ist durch den verstärkten Zufluss stark sauren Grundwassers ein Absinken des pH-Wertes bzw. eine Manifestierung des stark sauren Bereichs gegeben, wodurch die trophischen Verhältnisse bestehen bleiben und für die Wasserbeschaffenheit keine Änderungen zum gegenwärtigen Zustand zu erwarten sind.

g) Geierswalder See (RL Koschen)

Der Geierswalder See wurde bereits in den 70er Jahren teilweise mit dem Sumpfungswasser des Tagebaus Sedlitz geflutet. Er wird derzeit hauptsächlich durch von Süden zufließendes Grundwasser aus einer gewachsenen Böschung (Tätzschwitzer Rinne) gespeist. Zum Teil stellt dieses Wasser Uferfiltrat aus der Schwarzen Elster dar.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 2 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 10 % des Seewasservolumens. Der Geierswalder See erhält bei Flutung Oberflächenwasser direkt aus der Schwarzen Elster, was sich begünstigend auf den pH-Wert während der Hochwasserflutung auswirkt. Die Auswirkungen des verringerten Grundwasserzustroms auf die Wasserbeschaffenheit in den Zeiten der Flutung werden aufgrund der Mengenverhältnisse als vernachlässigbar angesehen.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Durch die Absenkung der Staulamelle sind trotz verstärktem Zufluss von Grundwasser aus Süden für die Wasserbeschaffenheit keine Änderungen zum gegenwärtigen Zustand zu erwarten.

h) Sedlitzer See (RL Sedlitz)

Bei Endwasserstand verbindet der See die drei Restlöcher der Sedlitzer Teilfelder Nordfeld, Südfeld und Hauptfeld, wobei die ersten zwei südlich der großen Wasserfläche des Hauptfeldes (Hauptsee) in Form von Buchten verbleiben. In den Buchten ist eine nur geringe Wasserzirkulation zu erwarten, die zu einer unterschiedlichen Wasserbeschaffenheit im See führen kann. Die gekippten Uferböschungen befinden sich an der Westseite des Sees, die gewachsenen an der Nord- und Ostmarkscheide.

Derzeit wird der Sedlitzer See aufgrund des niedrigen Wasserstandes durch allseitig zufließendes Grund- bzw. Kippenwasser gespeist. Der See hat insbesondere durch den Zufluss sauren Kippenwassers aus den südlich gelegenen Kippenpfeilern ein hohes Wiederversauerungspotential.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 2 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 10 % des Seewasservolumens. Der Sedlitzer See hat keine direkten Zuleiter aus der Schwarzen Elster und erhält bei Flutung ausschließlich bereits durchmisches Oberflächenwasser aus dem Partwitzer See und dem Geierswalder See. Die sich begünstigend auf den pH-Wert und die Wasserbeschaffenheit auswirkende Hochwasserflutung wird dadurch abgeschwächt. Bei sauren Verhältnissen wird der mit dem Flutungswasser eingeleitete Phosphor im Sediment festgelegt. Die Nährstoffeinträge über den Oberen Landgraben und die anderen Tagebauseen sind als gering zu bewerten, so dass auch bei sich einstellenden neutralen Bedingungen weiterhin oligotrophe Bedingungen zu erwarten sind [B6]. Die Verringerung des Zustroms von saurem Grundwasser in den See wirkt sich positiv aus, so dass sich die Wasserbeschaffenheit temporär geringfügig verbessert.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Bei Absenkung der Staulamelle ist durch den verstärkten Zufluss stark sauren Grundwassers aus südlicher Richtung (Lage der Kippenpfeiler) eine Einstellung des pH-Wertes im stark sauren Bereich zu erwarten, wodurch die oligotrophen Verhältnisse bestehen bleiben und für die Wasserbeschaffenheit keine Änderungen zum gegenwärtigen Zustand zu erwarten sind. Die Anforderungen an die Ausleitqualität in die Rainitz [B11], können nur durch kontinuierliche Maßnahmen zur pH-Wert-Anhebung erreicht werden.

i) Großräschener See (RL Meuro)

Der Großräschener See ist durch allseitig zuströmendes Grundwasser gekennzeichnet und weist eine hohe Versauerungsgefahr aufgrund des tertiären Kippenmaterials auf. Eine Zufuhr von Oberflächenwasser erfolgt lediglich aus dem Sedlitzer See.

- *Anhebung des Wasserspiegels um 2 m*

Der Volumenanteil der Hochwasserlamelle beträgt ca. 10 % des Seewasservolumens. Der Großräschener See hat keine direkten Zuleiter aus der Schwarzen Elster und erhält bei Flutung ausschließlich bereits durchmisches Oberflächenwasser aus dem Sedlitzer See. Die sich begünstigend auf den pH-Wert und die Wasserbeschaffenheit auswirkende Hochwasserflutung ist dadurch stark reduziert.

- *Absenkung des Wasserspiegels um 1 m*

Bei Absenkung der Staulamelle ist durch den zusätzlichen Zufluss sauren Grundwassers eine Einstellung des pH-Wertes im sauren Bereich wahrscheinlich, wodurch die oligotrophen Verhältnisse bestehen bleiben und für die Wasserbeschaffenheit keine Änderungen zum gegenwärtigen Zustand zu erwarten sind.

j) Schwarze Elster

Die Schwarze Elster beeinflusst bei Hochwasser die Wasserqualität der ERLK durch den Eintrag von Nährstoffen, insbesondere von Phosphor und Nitrat.

Die Nitrat-Gehalte der Schwarzen Elster bewegen sich am Einlauf in den Senftenberger See zwischen 7,5 und 23 mg/l, die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte weisen eine Spanne von 0,02-0,51 mg/l auf. Im Ablauf des Senftenberger Sees wurden $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte von 0,05-0,11 mg/l gemessen. An der Messstelle Klein Koschen bewegen sich die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte zwischen 0,07-0,31 mg/l. Im Mittel weist die Schwarze Elster damit eine mäßige Belastung auf.

Demgegenüber beeinflusst die Ausleitung aus der ERLK die Wasserbeschaffenheit der Schwarzen Elster. Für die Schwarzen Elster sind folgende Ausleitkriterien einzuhalten [B11]:

pH	6,0 – 8,5
Eisen-gesamt	< 3 mg/l
Eisen-gelöst	< 1 mg/l
Zink	< 1 mg/l
Kupfer	< 0,04 mg/l
Sulfat	550 mg/l (entsprechend den Bewirtschaftungsgrundsätzen) 800 mg/l (orientierender Grenzwert entspr. Planfeststellungsbeschluss (PFB) Bluno)

Die Anforderungen an die Ausleitqualität aus dem Sedlitzer See in die Rainitzta können derzeit nur durch Maßnahmen zur pH-Wert-Anhebung erreicht werden. Verbesserungen hinsichtlich der Sulfatkonzentration können damit allerdings nicht erzielt werden. Die Sulfatkonzentration der Schwarzen Elster wird maßgeblich durch das über die Rainitzta abgeleitete sulfatreiche Wasser der Erweiterten Restlochkeite beeinflusst, wodurch sich die mittlere Sulfatkonzentration der Schwarzen Elster erhöhen wird. Dies ist insbesondere in Zeiten der Niedrigwasserführung problematisch, von der die Schwarze Elster oft betroffen ist. Seen mit sehr hohen Sulfatkonzentrationen sind der Spreetaler See, Neuwieser See, Blunoer Südsee, Sabrodter See und Bergener See. Die Ausleitung des Senftenberger See (Speicherbeckens Niemtsch) hat aufgrund der niedrigen Sulfatkonzentration eine verdünnende Wirkung auf die Schwarze Elster, ebenso die Zuflüsse der bergbaulich unbeeinflussten Gewässer Ruhländer Schwarzwasser und Pulsnitz im weiteren Verlauf.

4.3.4.3 Zusammenfassung

Insgesamt bleibt das System der Tagebaurestseen sowohl bei temporären Anhebungen oder temporären bis dauerhaften Absenkungen mit saurem Wasser und zum Teil hohen Stoffkonzentrationen belastet, wenn nicht entsprechende technische Maßnahmen ergriffen werden [B30]. Der im Endzustand allgemein abgesenkte Grundwasserspiegel stellt sich dabei aus hydrochemischer Sicht jedoch positiv heraus. Durch die deutlich geringeren Endwasserstände im Bereich der entstehenden Tagebauseen gegenüber dem vorbergbaulichen Zustand kann belastetes Grundwasser nicht in unbeeinflusste Regionen fließen [PF6]. Somit beschränken sich die chemischen Auswirkungen auf das bergbaulich veränderte Gebiet.

4.4 Geotechnik

Bei den zu betrachtenden Wasserkörpern handelt es sich um ehemalige Tagebaue zur Kohleförderung und somit künstlich geschaffene Gewässer. Der angefallene Abraum wurde gekippt oder gespült im näheren Umfeld verbracht. Die geschaffenen künstlichen Böschungen unterscheiden sich dabei im gewachsenen Bodenbereich als auch im geschütteten, unverdichteten Material. Während der Betriebszeit wurden Wasserhaltungen betrieben, die mit Beendigung des Abbaus zurückgebaut wurden/werden. Damit einher ging/geht der stetige Anstieg des Grundwasserspiegels und somit der Einstau der Tagebaurestlöcher. Der Einfluss des ansteigenden Wasserstandes wirkt sich auf die Standsicherheit der Böschungen aus, so dass entsprechende Sicherungsmaßnahmen gegen Böschungsrutschungen durchgeführt wurden/werden. Im Zuge der hier vorliegenden Machbarkeitsstudie sollte geprüft werden, inwieweit die Sicherungsmaßnahmen durchgeführt wurden und welche Auswirkungen ein Einstau oberhalb (aber auch unterhalb) des planfestgestellten Niveaus auf die Standsicherheiten haben könnte.

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben ausschließlich den Ist-Zustand der geotechnischen Maßnahmen als Grundlage der Dokumentation in Anhang 3. Auswirkungen auf die geotechnischen Randbedingungen bei Umsetzung unterschiedlicher Maßnahmen / Konzepte (z.B. durch schnellen Anstieg der Wasserstände bei hohen Flutungsraten oder bei einer Absenkung der Wasserstände) sind in den entsprechenden Kapiteln zur Variantenuntersuchung bzw. in den zugehörigen Anhängen (u.a. 4.1 und 5.1) dokumentiert.

4.4.1 Sicherungsmaßnahmen

Nach Auskunft der LMBV erfolgte die Sicherung und Sanierung der Böschungen gemäß den planfestgestellten Wasserständen. Die Profilierung von Böschungen wurde generell entsprechend den zum jeweiligen Zeitpunkt gültigen Wasserbaurichtlinien und den internen Vorschriften der LMBV ausgeführt.

Im Ergebnis der Recherchen lässt sich feststellen, dass für viele Böschungen bereits Sicherungsmaßnahmen durchgeführt wurden, jedoch noch nicht endgültig abgeschlossen sind. Dies spiegelt sich in den Restriktionen der Nutzungen und der Betretbarkeit vieler Bereiche wieder. So gibt es derzeit viele Sperrbereiche (siehe Abbildung 4-1), in denen das Betreten ohne Genehmigung nicht zulässig ist, da nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass Böschungen in ihrer Standsicherheit gefährdet sind und es zu Rutschungen kommt. Dies ist in der Vergangenheit bereits mehrfach vorgekommen (große Rutschungen z.B. am Bergener See und Geierswalder See) und verdeutlicht die immer noch vorherrschende Gefahr von Rutschungen. Eine Übersicht aller bereits fertiggestellten Maßnahmen ließ sich trotz intensiver Bemühungen nicht erheben, so dass sich nur schwer einschätzen lässt, inwieweit die Maßnahmen bereits durchgeführt wurden, welche in Planung oder noch in der Projektentwicklung sind. Für die weiteren Betrachtungen zu verschiedenen Planvarianten zur Nutzung von Hochwasserretentionsraum in den Tagebauseen wird davon ausgegangen, dass sämtliche Arbeiten zur Böschungssicherung vollständig durchgeführt wurden (prognostizierter Endzustand der Sanierungsarbeiten).

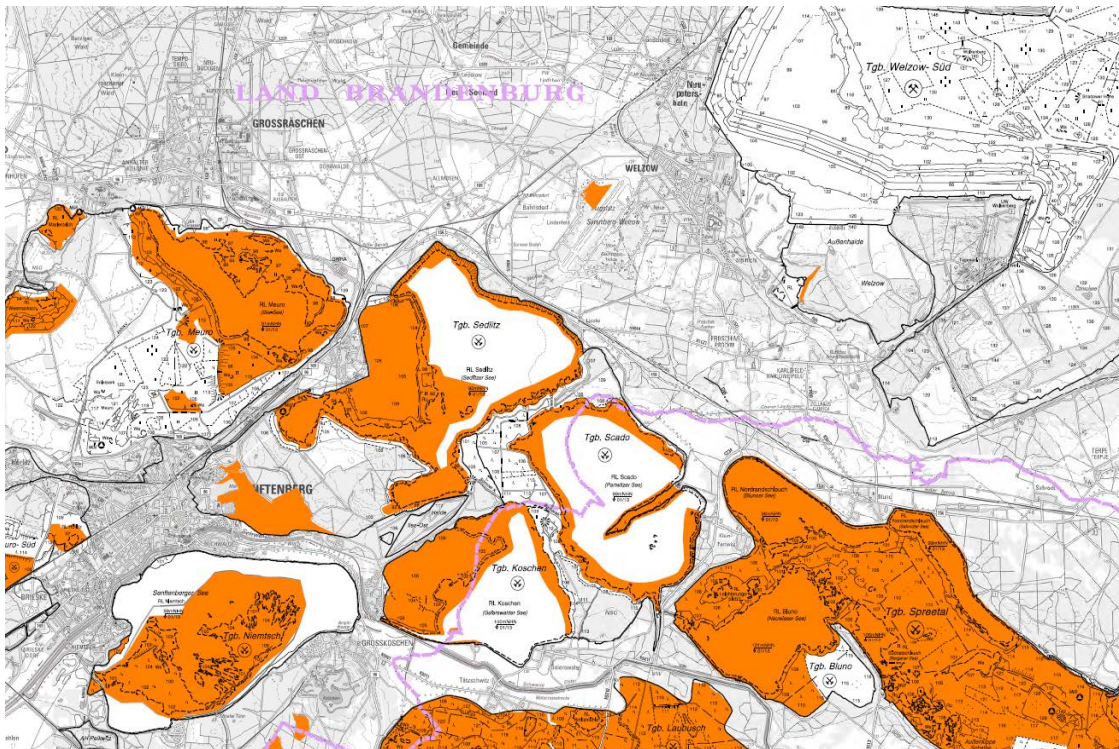


Abbildung 4-1: Darstellung der aktuellen Sperrbereiche im Untersuchungsgebiet

Eine vollständige geotechnische Sicherung wurde jedoch bisher nur in wenigen Bereichen hergestellt. Als einzige Ausnahme kann der Senftenberger See angesehen werden. Hier wurden bereits umfangreiche Sicherungsmaßnahmen durchgeführt, so dass die Böschungen zur Nutzung freigegeben sind.

Grundsätzlich erfolgt die Sicherung der Uferböschungen der Innenkippen mittels versteckter Dämme durch RDV und/oder SPV. Diese Arbeiten sind abgeschlossen. Im Anschluss wurde die Böschungsprofilierung ausgeführt. Die gewachsenen Böschungen wurden generell in der Regel durch Abschieben profiliert und nur in den Bereichen mittels RDV-Stützkörper verdichtet, wo eine erhebliche Überkippung erfolgte (z. B. gewachsene Ostböschung Partwitzer See). Die Endgestaltung der Böschungen im Bereich der planfestgestellten Staulamelle ist gemäß den heute gültigen Wasserbauvorschriften noch nicht komplett abgeschlossen. Die Sicherung des Kliffes Lieske bzw. der Ostböschung am Sedlitzer See mit Geotube erfolgt auf einer Höhe von ca. 93,0 m NHN bis ca. 98,0 m NHN. Bei Erreichen des unteren Stauzieles wird diese Böschungssicherung überstaut. Die Sicherung der Böschungen oberhalb der Wasserlinie erfolgt nicht generell mit ingenieurb biologischem Verbau, sondern nur dort, wo dies die Windwellenbelastung bzw. Erosionssicherheit zulässt.

4.4.1.1 Senftenberger See (RL Niemtsch)

Die Böschungssicherungsarbeiten sind abgeschlossen und der See ist für die vorgesehenen Nutzungen freigegeben.

4.4.1.2 Großräschener See (RL Meuro)

Bei den vorhandenen Böschungen handelt es sich unter anderem um eingespülten Boden. Aufgrund der Kippenzusammensetzung wurden keine Tiefenverdichtungsmaßnahmen durchgeführt.

4.4.1.3 Sedlitzer See (RL Sedlitz)

Alle gekippten Böschungen am Sedlitzer See wurden durch versteckte Dämme mittels RDV bzw. SPV gesichert und die Böschungen gemäß dem damaligen Kenntnisstand profiliert. Der aktuelle Wasserstand liegt bei ca. 92,5 m NHN. Bisherige Sicherungen wurden unter anderem mittels geschütteten Wasserbausteinen, Geo-Tube und Faschinenverbau hergestellt. Die Sicherung der Ostböschung mit Geotube erfolgt auf einer Höhe von ca. 93,0 m NHN bis ca. 98,0 m NHN.



Abbildung 4-2 Ufersicherung mittels GeoTube und Wasserbausteinen am Sedlitzer See (Ortslage Lieske)

4.4.1.4 Partwitzer See (RL Skado)

Die komplette östliche Uferlinie des Partwitzer Sees wurde mittels Gabionen und vorgeschütteten Wasserbausteinen (Drahtkörbe korrodierten aufgrund der Aggressivität des Wassers) und Faschinenverbau bis zum Überleiter 6 im Südosten gesichert. Die von Osten in den See hineinragende Halbinsel besteht aus gewachsenem Boden und wird auch zukünftig nicht gesichert (Vogelschutzgebiet). Die übrigen Böschungen sind nahezu vollständig profiliert und müssen noch gesichert werden. Der Wasserstand liegt bei ca. 100 m NHN, sodass hier bereits Abschnitte zur Nutzung freigegeben werden konnten, z.B. ein kleinerer Hafen am östlichen Ufer. Die nördliche Böschung am Skadodamm ist bereits profiliert und verdichtet. Die westliche Böschung besteht aus gewachsenem Boden, hier wurden teilweise Gabionen verbaut (Abbildung 4-3). Der Bereich der Staulamelle (100,0 m NHN bis 101,25 m NHN, zzgl. Windwellen) wurde im Bereich südlich Skadodamm bis zum ÜL 6, einschließlich Kohlebahnausfahrt, überwiegend mit Wasserbausteinen gesichert. Im Bereich Badestrand Kleinpartwitz ist aufgrund der Ausgleichsneigung von ca. 1:20 keine weitere Ufersi-

cherung erforderlich. Die südwestliche Böschung fällt in den Bereich der LTV (Freistaat Sachsen) und wurde noch nicht bearbeitet. Die Nordwest-Böschung wurde bisher nur profiliert (jeweils am Koschendamm).



Abbildung 4-3: Ufersicherung mit Gabionen und Steinschüttung am Partwitzer See

4.4.1.5 Geierswalder See (RL Koschen)

Es sind generell alle gekippten Böschungen durch versteckte Dämme mittels RDV und/oder SPV für die planfestgestellte Staulamelle gesichert. Im Südosten findet bereits eine touristische Nutzung statt (Anleger vom Zeltplatz, Schwimmhäuser), jedoch sind die Böschungen noch nicht gesichert. Die südlichen Böschungen sind gewachsen und gesichert.

Der Wasserstand liegt bei ca. 100 m NHN. Es sind bereits Schiffsverbindungen über den ÜL 12 zum Senftenberger See möglich.

4.4.1.6 Erweiterte Restlochkette

Zur Erweiterten Restlochkette zählen der Blunoer Südsee, der Neuwieser, Sabrodter Bergener und der Spreetaler See. Die Sanierung erfolgt so, dass bei Erreichen der Staulamelle +103,0...104,0 m NHN im Blunoer See, Neuwieser See, Sabrodter See und +(107,0...108,0) m NHN im Spreetaler See im Bereich der Uferböschungen die Trittsicherheit gewährleistet ist oder eine Wassertiefe von > 2 m vorhanden sein muss. Es sind noch einige Nacharbeiten erforderlich, wozu auch Verdichtungsarbeiten zählen. Der aktuelle Wasserstand entspricht noch nicht dem geplanten Endwasserstand, da vorher eine Vielzahl der Böschungen

noch gesichert werden muss. Wie bereits erwähnt, gelten die vorgenannten Verhältnisse nicht für den Bergener See, der nach einer größeren Rutschung am Südufer zu großen Teilen verschüttet ist.

4.4.2 Bauwerke

Die Seen der Restlochkette sind durch Überleiter (teils mit Schleusen) untereinander verbunden. Die Dimensionierung erfolgte entsprechend der geplanten Wasserstandslamelle und gegebenenfalls der Abmessungen von Wasserfahrzeugen zur Sicherstellung der Schiffbarkeit. Dies bedeutet, dass sowohl Breite und Tiefe der Gerinne als auch die Durchfahrtshöhe unter Brückenbauwerken entsprechend gewählt wurden. Die Überleiter wurden mittels Steinschüttung gegen die hydraulischen Belastungen gesichert und die angrenzenden Geländeoberkanten mitsamt Unterhaltungswegen entsprechend der Freibordbemessung ausgebildet.

- Der Einleiter aus der Schwarzen Elster in den Neuwieser See wurde zur Flutung gebaut und entsprechend dimensioniert. Diese Einleitkapazität wird derzeit nicht genutzt, da der Wasserstand innerhalb der Erweiterten Restlochkette auf einem etwa konstanten Niveau gehalten werden muss, bis die geotechnischen Sicherungsmaßnahmen umgesetzt werden konnten.
- Der zur Flutung angelegte Obere Landgraben mit Einleitung in den Sabrotdter See wird derzeit ebenfalls nicht mit Wasser aus der Spree mittels Pumpen beaufschlagt. Da dieser nach der Flutung nicht mehr benötigt wird, ist eine zukünftige Betroffenheit bei höherem Einstau auszuschließen.
- Im westlichen Bereich des Sedlitzer Sees ist die Errichtung eines Auslaufes in die Rainitzta geplant (Ausführungsplanung 2015). Auf der geplanten Trasse fanden bereits Gehölzrodungen statt. Der Ableiter besteht aus zwei Teilobjekten, „Ableiter Sedlitz“ und „Vertiefung Rainitzta“. Im Bereich Ableiter Sedlitz wurde bereits mittels Fallgewichtsverdichtung eine 36 m breite Trasse verdichtet. Eine Vorprofilierung ist noch nicht erfolgt.
- Die ÜL 1 und 6 wurden bereits fertig gestellt
- Der Überleiter 3 ist bis zu einer Höhe von 105 m NHN mit Wasserbausteinen gesichert (Endwasserstand 104 m NHN zzgl. Freibord). Dieser sowie ÜL 3a und 2 werden im Zeitraum 2016 - 2018 gebaut.
- Der Überleiter 4 liegt innerhalb des Bergener Sees, welcher nach einer Rutschung zum großen Teil verschüttet wurde. Planungen zur Wiederherstellung existieren zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht.
- Für den ebenfalls von der Rutschung des Bergener Sees beeinflussten Überleiter 5 wird die Entwurfsplanung derzeit überarbeitet, da zusätzliche Gründungsvarianten untersucht werden. Allerdings war der ÜL 5 nicht unmittelbar vom Rutschungsereignis 12.10.10 betroffen. Derzeit erfolgt die Prüfung/Planung zur Errichtung des Brückenbauwerkes in Form einer Flachgründung.
- Am Überleiter 9 nahe dem Einlauf des Partwitzer Sees werden gegenwärtig Schürfe abgeteuft, um die projektgemäße Ausführung des Deckwerkes zu prüfen..
- In der Trasse des Überleiters 11 wurde mittels Rütteldruckverdichtung bis zur Spülkippe verdichtet. Im Nachgang wurde eine Fallgewichtverdichtung vorgenommen. Der Überleiter ist schiffbar und verfügt über einen Tunnel. Exemplarisch für alle Überleiter ist in Abbildung 4-4 die grundsätzliche Sicherungs-

weise dargestellt. Bis zur planfestgestellten Wasserstandslamelle zuzüglich Freibord wurden Wasserbausteine geschüttet und oberhalb Faschinen verlegt.



Abbildung 4-4: Ufersicherung am Überleiter 11

4.4.3 Auswirkungen bei höherem Einstau

Wie bereits einleitend beschrieben, werden sämtliche Böschungen für die planfestgestellten Wasserstandslamellen gesichert. Die Sicherung wird demnach also nicht nur für einen Zielwasserstand hergestellt, sondern für den vorgesehenen Schwankungsbereich zur Bewirtschaftung der Wasserflächen.

Sollte eine Variante des hier untersuchten Flutungskonzeptes vorsehen, dass die maximalen freigegebenen Wasserstände überschritten werden, wäre somit nicht nur die vollständige Überprüfung der Standsicherheiten aller Böschungen und angrenzenden Bauwerke notwendig, sondern auch das Einholen entsprechender Genehmigungen zur geplanten Nutzung gegenüber der bereits genehmigten Nutzung.

Da bisher keine Notwendigkeit zur Überprüfung der Standsicherheiten bei höheren Wasserständen bestand, beschränkten sich alle bisherigen Untersuchungen, Planungen und Maßnahmen auf die jeweiligen planfestgestellten Wasserstände. Recherchen zu bereits untersuchten und/oder berechneten höheren Einstauvarianten führten somit zu keinem Ergebnis.

Es ist davon auszugehen, dass bei höherem Einstau andere Belastungen als bisher auftreten. Daher würden umfassende Untersuchungen zu allen betroffenen Böschungen und Bauwerken notwendig, um mögliche Gefährdungen identifizieren zu können. Beispielhaft sei die Untersuchung der jeweiligen Gleitkreisfuge genannt, für welche eine entsprechende Sicherheit nachgewiesen werden muss, um ein Abscheren zu verhindern. So könnte dies mittels Ballastierung im unteren Böschungsbereich der Gleitkreisfuge vermieden werden. Des Weiteren wäre die Statik von Bauwerken wie Brücken oder Schleusen zu prüfen. Entsprechend der jeweiligen Prüfergebnisse könnten Sanierungsmaßnahmen in relativ umfangreichem Ausmaß notwendig werden.

Die Auswirkungen lassen sich somit nur mit hinreichenden Untersuchungen abschätzen, da derzeit nicht für alle Bereiche geotechnische Sicherungen und die jeweiligen Prüfberichte vorliegen, sowie stark schwankende Verhältnisse der Bodenzusammensetzung an jedem einzelnen See vorherrschen (z.B. gewachsene oder gekippte Böden).

Weiterhin muss geprüft werden ob die Sicherungsmaßnahmen im hydraulisch wirksamen Bereich (Anschlaglinie zuzüglich Wellenauflauf) für den jeweiligen höheren Einstau ausreichend sind.

4.5 Andere Nutzungsansprüche

4.5.1 Grundlagen

Informationen zu bereits existierenden Nutzungen als auch zu geplanten zukünftigen Nutzungen wurden in unterschiedlichsten Quellen recherchiert:

- Dokumentationen der LMBV
- verschiedene Quellen im Internet
- vorliegende Untersuchungen und Studien (z.B. [B9])
- Informationen der Unteren Wasserbehörden der Landkreise, der Naturschutzbehörden sowie der zuständigen Bauämter
- Auftraggeber
- Planfeststellungsbeschlüsse
- Zweckverband Lausitzer Seenland Brandenburg
- Zweckverband Lausitzer Seenland Sachsen

Die für die detaillierte Dokumentation der sonstigen Nutzungen in Anhang 3 verwendeten Grundlagen sind in Kapitel 8 aufgeführt. Auf die einzelnen Nutzungsansprüche wird deshalb an dieser Stelle nicht nochmals eingegangen.

4.5.2 Auswirkungen von seespiegelbedingten Grundwasserveränderungen auf andere Nutzungen

Bei den gemäß Kapitel 4.5.1 in Anhang 3 dokumentierten Nutzungen handelt es sich um diejenigen, welche unmittelbar an den Seen bzw. deren Uferbereichen geplant sind. Die nachfolgenden Ausführungen schließen hingegen auch eine Bewertung der Beeinflussung von Nutzungen im Einflussbereich ein, welche nicht ursächlich mit den Tagebauseen in Verbindung stehen. Entsprechende Ausführungen finden sich ebenfalls im Teil „Hydrogeologie“ der Steckbriefe in Anhang 3 und wurden zusätzlich auch bei der Bewertung der Varianten (Kapitel 6) berücksichtigt.

Durch signifikante seespiegelbedingte Grundwasserstandsänderungen und schnelle Schwankungen der Wasserspiegel, vor allem während der Flutung (während der Absenkung eher in untergeordnetem Maße) können u.U. Probleme und Schäden an Bauwerken verursacht werden. Dies betrifft neben den Böschungen vorrangig auch die Nahbereiche der Tagebauseen, wo die prognostizierten Grundwasserspiegeldifferenzen am größten ausfallen können. Durch einen Anstieg des Grundwassers besteht bei generell flachem Grundwasserflurabstand die Gefahr von Vernässungen. Grundwasserabsenkungen können dagegen zu Setzungen führen.

Mithilfe der Ergebnisse aus der einfachen analytischen Betrachtung zur Grundwasserstandsänderung bei Seespiegelschwankungen konnten potentiell betroffene Nutzungsstrukturen im Umkreis der Tagebaurestseen abgeschätzt werden. Eine mögliche Beeinflussung richtet sich dabei nach der Größenordnung der prognostizierten Auswirkungen an der betrachteten Stelle bei Hochwassereinstau oder länger anhaltenden bis dauerhaften Absenkungen. Folgende potentielle Gefährdungen wurden ermittelt:

Spreetaler See:	bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle als auch bei Absenkung Einfluss auf die naheliegende B 97 am Nordostufer möglich
Sabrodter See:	bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle Einfluss auf den Ostteil der Ortschaft Bluno möglich, bei Absenkung Einfluss auf die Ortschaft Bluno und die B 156 im Norden
Bergener See:	keine Beeinflussung von Nutzungsstrukturen zu erwarten; innerhalb der prognostizierten Auswirkungen liegen keine gefährdeten Objekte
Neuwieser See:	bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle als auch bei Absenkung Einfluss auf die naheliegende S 234 am Südufer möglich
Blunoer Südsee:	bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle als auch bei Absenkung Einfluss auf die Ortschaften Klein Partwitz und Bluno (v. a. Randbereiche) möglich
Partwitzer See:	keine Beeinflussung von Nutzungsstrukturen bei Ausnutzung der Ist-Hochwasserlamelle zu erwarten; bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle Einfluss auf die naheliegende S 234 am Südostufer oder den Reiterhof Partwitz möglich, bei Absenkung Einfluss auf die S 234 am Südostufer möglich

Geierswalder See:	keine Beeinflussung von Nutzungsstrukturen bei Ausnutzung der Ist-Hochwasserlamelle zu erwarten; bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasser- und bei Absenkung Einfluss auf die Ortschaft Geierswalde möglich
Sedlitzer See:	keine Beeinflussung von Nutzungsstrukturen bei Ausnutzung der Ist-Hochwasserlamelle zu erwarten; bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle Einfluss auf die naheliegende S 156 am Nord/Nordostufer und die Ortschaft Bahnsdorf möglich, bei Absenkung Einfluss auf die Ortschaften Lieske/ Bahnsdorf oder nahe Naturschutz- bzw. FFH-Gebiete möglich
Großräscher See:	bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle als auch bei Absenkung Einfluss auf die Ortschaften Großräschen und Sedlitz sowie die B 169 am Südostufer möglich
Senftenberger See:	bei Ausnutzung der potentiellen Hochwasserlamelle Einfluss auf Senftenberg, Sedlitz und Kleinkoschen (Vernässungen!), bei Absenkung Einfluss auf Senftenberg, die Ortschaften Großkoschen und Kleinkoschen sowie die B 96 am Nordufer möglich

Eine bereits bekannte Auswirkung der Grundwasserproblematik, jedoch unabhängig von einer Nutzung der Tagebauseen zum Hochwasserrückhalt, sind die Vernässungen im östlichen Stadtgebiet Senftenbergs und im Gewerbegebiet Laugfeld, die auf einen generellen Anstieg der Grundwasserstände nach der bergbaulichen Wasserhaltung zurückgehen. Schon bei einem normalen, d.h. mittleren Füllstand im Senftenberger See treten solche Vernässungen zudem in Sedlitz und dem Neubaugebiet im Westen von Kleinkoschen auf, obwohl der aktuelle Grundwasserspiegel deutlich unterhalb des vorbergbaulichen Zustandes liegt.

In Senftenberg wurde als Gegenmaßnahme durch die LMBV eine Brunnengalerie, bestehend aus drei Horizontalfilterbrunnen, errichtet, um den Grundwasserstand künstlich abzusenken, Keller trocken zu halten und die Standsicherheit des Untergrundes zu gewährleisten. Die Brunnen sind wasserstandsgesteuert und beginnen ihre Grundwasserförderung bei Erreichen des vorgegebenen Wasserstandes von 98 m NHN [PF6], [S33].

5 Hydrologische Randbedingungen

5.1 Durchflussganglinien für die Untersuchungsszenarien am Pegel Neuwiese

Der Pegel Neuwiese an der Schwarzen Elster befindet sich bei Flusskilometer 124,2 auf sächsischem Landesgebiet. Der Pegel wird verwendet, da er sich unmittelbar oberhalb der Tagebauseen befindet. Nachfolgende Tabelle des FIS Wasser des LfULG [S23] fasst die statistischen Hauptwerte des Pegels zusammen:

Tabelle 5-1: Statistische Hauptwerte Pegel Neuwiese [S23]

Statistische Hauptwerte	Wasserstand W [cm]	Durchfluss Q [m³/s]
Mittlerer Niedrig-W / -Q	38	0,249
Mittlerer W / Q	73	2,9
Mittlerer Hoch-W / Q	221	21,0

5.1.1 Grundlagen der Analyse

Die hydrologischen Randbedingungen zur Szenarienuntersuchung potentieller Retentionsmöglichkeiten durch die Tagebauseen im Gebiet der Schwarzen Elster werden durch die Ganglinie am Pegel Neuwiese (Sachsen) bestimmt. Gemäß Leistungsbeschreibung sind folgende synthetische Ganglinien zu entwickeln:

- $HQ_{I,1G} = 33 \text{ m}^3/\text{s}$ (eingipfelige Ganglinie)
- $HQ_{I,2G} = 33 \text{ m}^3/\text{s}$ (zweigipfelige Ganglinie)
- $HQ_{II,1G} = 54 \text{ m}^3/\text{s}$ (eingipfelige Ganglinie)
- $HQ_{II,2G} = 54 \text{ m}^3/\text{s}$ (zweigipfelige Ganglinie)
- $HQ_{III,1G} = 65 \text{ m}^3/\text{s}$ (eingipfelige Ganglinie)
- $HQ_{III,2G} = 65 \text{ m}^3/\text{s}$ (zweigipfelige Ganglinie)

Grundlage ist die Abflussganglinie am Pegel Neuwiese, bereitgestellt durch die Landesdirektion Dresden, für die Jahre 1954 bis 2012 (Tagesmittelwerte). Es wurden die durch die LDS übergebenen bzw. im Verlaufe der Bearbeitung abgestimmten Ganglinien verwendet. Gegenwärtig erfolgt eine Überarbeitung in Sachsen. Veränderte Werte sind dann ggfs. im Rahmen der weiteren Planungen zu berücksichtigen.

In einem ersten Schritt wurden die Zeiträume mit hohen Abflussscheitelwerten über $20 \text{ m}^3/\text{s}$ identifiziert. Tabelle 5-2 fasst diese Ereignisse zusammen:

Tabelle 5-2: Zusammenstellung maßgeblicher ein- und zweigipfelter Hochwässer am Pegel Neuwiese

Nr.	Zeitraum	Scheitelwert [m³/s]	eingipfelig / zweigipfelig / mehrgipfelig
Q1	25.02.1956 – 02.04.1956	30,8	z
Q2	20.06.1958 – 03.08.1958	40,3	e
Q3	05.03.1963 – 05.04.1963	21,0	z
Q4	12.01.1968 – 09.02.1968	31,1	e
Q5	10.03.1970 – 29.03.1970	23,4	z

Nr.	Zeitraum	Scheitelwert [m³/s]	eingipfelig/ zweigipfelig / mehrgipfelig
Q6	14.10.1974 – 16.11.1974	32,9	m
Q7	05.12.1974 – 25.12.1974	34,8	z
Q8	06.08.1978 – 23.08.1978	26,1	e
Q9	30.01.1980 – 25.02.1980	20,9	z
Q10	21.04.1980 – 19.05.1980	23,4	e
Q11	02.03.1981 – 05.04.1981	24,7	e
Q12	16.07.1981 – 17.08.1981	33,4	m
Q13	29.01.1982 – 06.02.1982	24,1	e
Q14	16.12.1986 – 19.01.1987	33,8	e
Q15	04.02.1987 – 27.02.1987	36,4	e
Q16	04.04.1987 – 23.04.1987	23,4	e
Q17	13.03.1994 – 05.04.1994	20,8	e
Q18	10.05.1995 – 30.05.1995	22,6	e
Q19	08.06.1995 – 30.06.1995	32,2	e
Q20	27.12.2002 – 12.01.2003	25,2	z
Q21	05.02.2006 – 02.03.2006	23,0	z
Q22	20.03.2006 – 12.04.2006	23,9	e
Q23	22.02.2010 – 10.03.2010	24,2	e
Q24	02.08.2010 – 26.08.2010	30,4	z
Q25	23.09.2010 – 20.10.2010	51,5	e
Q26	15.11.2010 – 02.12.2010	25,4	z
Q27	08.12.2010 – 22.12.2010	35,1	e
Q28	05.01.2011 – 03.02.2011	37,2	z
Q29	29.06.2012 – 06.07.2012	31,8	z

Nach einer entsprechenden Detailanalyse wurden deren Ergebnisse aufbereitet und der Landesdirektion Sachsen zur Abstimmung übergeben. Die Ergebnisse dieses iterativen Abstimmungsprozesses sind in den nachfolgenden Abschnitten zusammengefasst.

Im Ergebnis der Abstimmung wurden danach die synthetischen Bemessungsganglinien wie folgt ermittelt: Der vorgegebene Scheitelwert jedes Szenarios wird mit dem beobachteten Scheitelwert für das ausgewählte Ereignis ins Verhältnis gesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass Beginn und Ende der beobachteten und der synthetischen Ganglinie den gleichen Wert und den gleichen Zeitpunkt aufweisen. Für jede der Ordinate wird die synthetische Ordinate durch Multiplikation mit diesem Verhältniswert ermittelt.

5.1.2 Zweigipfelige Ereignisse

5.1.2.1 Vorschlag zur Abstimmung mit LDS/LTV

Bei den zweigipfligen Ereignissen dominieren die Winterereignisse. Bei den meisten zweigipfligen Ereignissen ist der Scheitel der ersten Welle höher als der Scheitel der zweiten Welle. Zwischen dem Eintreten der beiden Scheitel liegen zwischen fünf und zehn Tagen.

Deshalb wurde vorgeschlagen, als Grundlage der Extrapolation von gewässertypischen/ gewässerspezifischen Bemessungsganglinien *ausschließlich zweigipfelige Ganglinien zu berücksichtigen, bei denen der erste Scheitel höher bzw. nicht kleiner ist.*

Beim Ereignis Q12 handelt es sich um ein Ereignis, dass insgesamt 3 Scheitel aufweist. Dieses bleibt, auch wenn ggf. ein höheres Wellenvolumen maßgeblich wäre, unberücksichtigt. Gleiches gilt für das Ereignis Q1. In diesem Falle ist der Abstand zwischen den beiden Gipfeln im Vergleich zu den anderen Ereignissen sehr kurz.

Weiterhin war im Zuge der Erarbeitung der Methodik (Leistungsangebot) vorgeschlagen worden, möglichst für jedes der $HQ_{I,II,III}$ ein Ereignis zu wählen, für welches der Scheitelwert etwa dem durch Verhältnisrechnung zu ermittelnden Bemessungsscheitel entspricht, um den potentiellen Bilanzfehler bei einem pauschalen Erhöhen oder Verringern aller Ordinaten um den gleichen Faktor zu minimieren. Entsprechend verblieben aus Tabelle 5-2 die Ereignisse Q3, Q4, Q6, Q7, Q20, Q21, Q24 und Q28.

Für das **Szenario I (33 m³/s)** bot sich demnach die Welle **Q6** an. Diese könnte praktisch unverändert übernommen werden. Für die **Szenarien II und III** wurde die mit dem höchsten Scheitel (**Q28**) vorgeschlagen. Allerdings weist auch diese im Nachgang noch zwei kleine Scheitel/Gipfel auf. Das Ereignis Q28 sollte allerdings auf alle Fälle für das Katastrophenszenario von 80 m³/s herangezogen werden (Teilziel B). Hier wäre denkbar, die beiden letzten kurzen Scheitel zu „nivellieren“.

Für das Ereignis Q28 lagen neben den Tagesmittelwerten auch die 15-Minuten-Werte vor. Der maximale Scheitel betrug demnach sogar 39,3 m³/s. Es wurde deshalb vorgeschlagen, die Bemessungsganglinien mittels der höher aufgelösten Daten zu ermitteln, vorzugsweise in Stundenintervall.

5.1.2.2 Ergebnis der Abstimmung mit LDS / LTV

In Abstimmung mit der LDS und der LTV wurde das Ereignis Q28 auf plausible Volumina der abgeleiteten synthetischen Ganglinien hin untersucht. Dazu wurde die Ganglinie über das Verhältnis der Scheitelwerte Q_{synt}/Q_{beob} gestreckt. Alle Ordinaten der Ganglinie wurden mit diesem Scheitelwertverhältnis multipliziert und das Volumen der sich ergebenden Ganglinie in Bezug zu verschiedenen Schwellwerten analysiert (Tabelle 5-3).

Tabelle 5-3: Volumina für Ereignis und Szenarien Januar 2011

Szenario (05.01.2011 00:00 bis 02.02.2011 00:00)	Volumen absolut [Mio. m³]	Volumendifferenz zu $MQ=2,35 \text{ m}^3/\text{s}$ [Mio. m³]	Volumendifferenz zum kleinsten Q im Zeitraum (letzter Wert der Reihe) [Mio. m³]	Volumendifferenz nur für $Q > 20 \text{ m}^3/\text{s}$ [Mio. m³]
gemessen 39,3 m³/s	41,18	35,50	24,83	6,51
Szenario 33 m³/s	34,58	28,90	20,84	3,63
Szenario 54 m³/s	56,59	50,90	34,11	14,89
Szenario 65 m³/s	68,11	62,43	41,07	24,15

Da es sich bei diesem Ereignis um ein durch Schneeschmelze verursachtes Ereignis handelte, war eine Auswertung der Volumina im Vergleich zum hochwasserauslösenden Niederschlag nicht möglich. Deshalb wurde das zweigipflige Sommerereignis vom August 2010 (Q24) für einen analogen Vergleich der Volumina

herangezogen. Zudem wurde durch die LTV die aktuell ab 2010 gültige W-Q-Beziehung für den Pegel Neu-
wiese bereitgestellt und die Ganglinie des Abflusses für das August-Ereignis 2010 neu berechnet, ebenso
die Volumina (Tabelle 5-4).

Tabelle 5-4: Volumina für Ereignis und Szenarien August 2010

Szenario (06.08.2010 00:00 bis 26.08.2010 00:00)	Volumen absolut [Mio. m ³]	Volumendifferenz zu MQ=2,35 m ³ /s [Mio. m ³]	Volumendifferenz zum kleinsten Q im Zeitraum (letzter Wert der Reihe) [Mio. m ³]	Volumendifferenz nur für Q > 20 m ³ /s [Mio. m ³]
gemessen 41,65 m ³ /s	33,71	29,65	19,96	6,64
Szenario 33 m ³ /s	26,71	22,65	17,25	2,72
Szenario 54 m ³ /s	43,71	39,65	25,89	13,71
Szenario 65 m ³ /s	52,61	48,55	31,15	20,82

Nach Überprüfung der Volumina durch die LTV (unter Berücksichtigung der auslösenden Niederschlags-
mengen im Einzugsgebiet sowie weiterer Untersuchungen/Studien zu dieser Thematik) wurden die hergelei-
teten Szenarienganglinien als plausibel eingeschätzt. Eine Verwendung der aus dem Ereignis August 2010
(Q24) abgeleiteten synthetischen Ganglinien für die Retentionsbetrachtung für alle drei Szenarien wurde
deshalb befürwortet. Abbildung 5-1 zeigt die Ganglinien der zweigipfligen Szenarien.

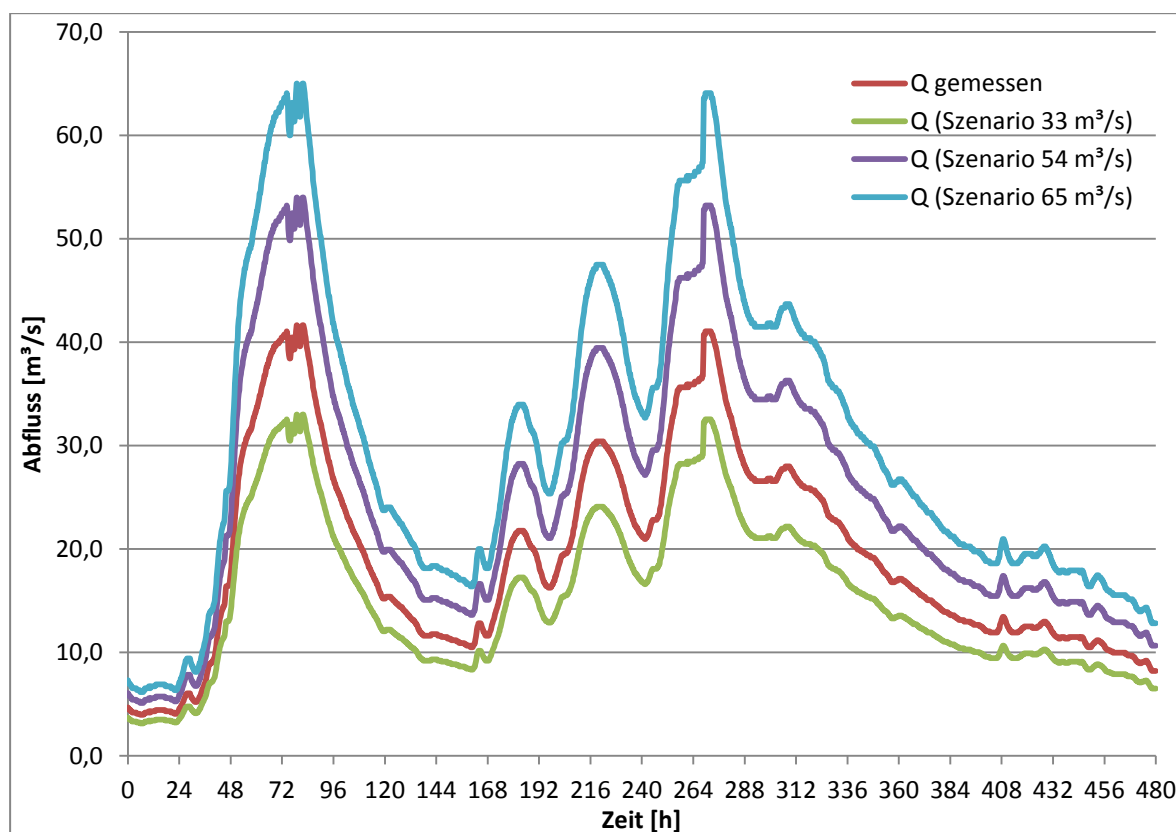


Abbildung 5-1: Ganglinien der zweigipfligen Bemessungsszenarien

5.1.3 Eingipfelige Ereignisse

5.1.3.1 Vorschlag zur Abstimmung mit LDS/LTV

Bei den eingipfeligen Ereignissen ist die Zuordnung zur Jahreszeit nicht eindeutig möglich/sinnvoll. Etwa ein Drittel der in Tabelle 5-2 aufgeführten Ereignisse sind Sommerereignisse. Der Rest fällt auf Winter oder Frühjahrsmonate zwischen Januar und April. Die Winterereignisse weisen meist länger anhaltende hohe Abflusswerte auf.

Da hier das Spektrum der Scheitelwerte umfangreicher ist, können theoretisch auch unterschiedliche Ganglinien berücksichtigt werden:

Für die Szenarien **II (54 m³/s)** und **III (65 m³/s)** bot sich das Ereignis **Q25** an, da bei dessen Berücksichtigung der Bilanzfehler am geringsten ausfallen würde. Aus den 15-Minuten-Werten ergibt sich sogar ein Scheitelmaximum von 55,2 m³/s.

Für das Szenario **I (33 m³/s)** wurde auf das Ereignis Q19 oder Q27 orientiert. Das Ereignis 2010 (Q27) ist noch in „frischer Erinnerung. Allerdings dürfte der Scheitel aus dem Herbst desselben Jahres (Q25, vorheriges Szenario) maßgeblicher für die subjektive Bewertung durch Betroffene sein, so dass für kleinere Ereignisse letztendlich das Ereignis **Q19** vorgeschlagen wurde. Hier könnte die Ganglinie fast unverändert übernommen werden. Die Volumina dieses Ereignisses werden in Tabelle 5-5 dargestellt.

Tabelle 5-5: Volumina für Ereignis und Szenarien September 2010

Szenario (25.09.2010 00:00 bis 08.10.2010 08:00)	Volumen absolut [Mio. m³]	Volumendifferenz zu MQ=2,35 m³/s [Mio. m³]	Volumendifferenz zum kleinsten Q im Zeitraum (letzter Wert der Reihe) [Mio. m³]	Volumendifferenz nur für Q> 20 m³/s [Mio. m³]
gemessen 55,27 m³/s	24,99	22,28	13,63	7,64
Szenario 33 m³/s (Q19)	19,14	16,43	11,26	2,71
Szenario 54 m³/s	24,42	21,71	13,31	7,26
Szenario 65 m³/s	29,23	26,68	16,03	10,69

5.1.3.2 Ergebnis der Abstimmung mit LDS / LTV

Nach Abstimmung mit der LDS und LTV wird dem Vorschlag der Fugro Consult zur Szenarienauswahl für eingipfelige Ereignisse gefolgt. Abbildung 5-2 zeigt die Ganglinien der eingipfeligen Szenarien.

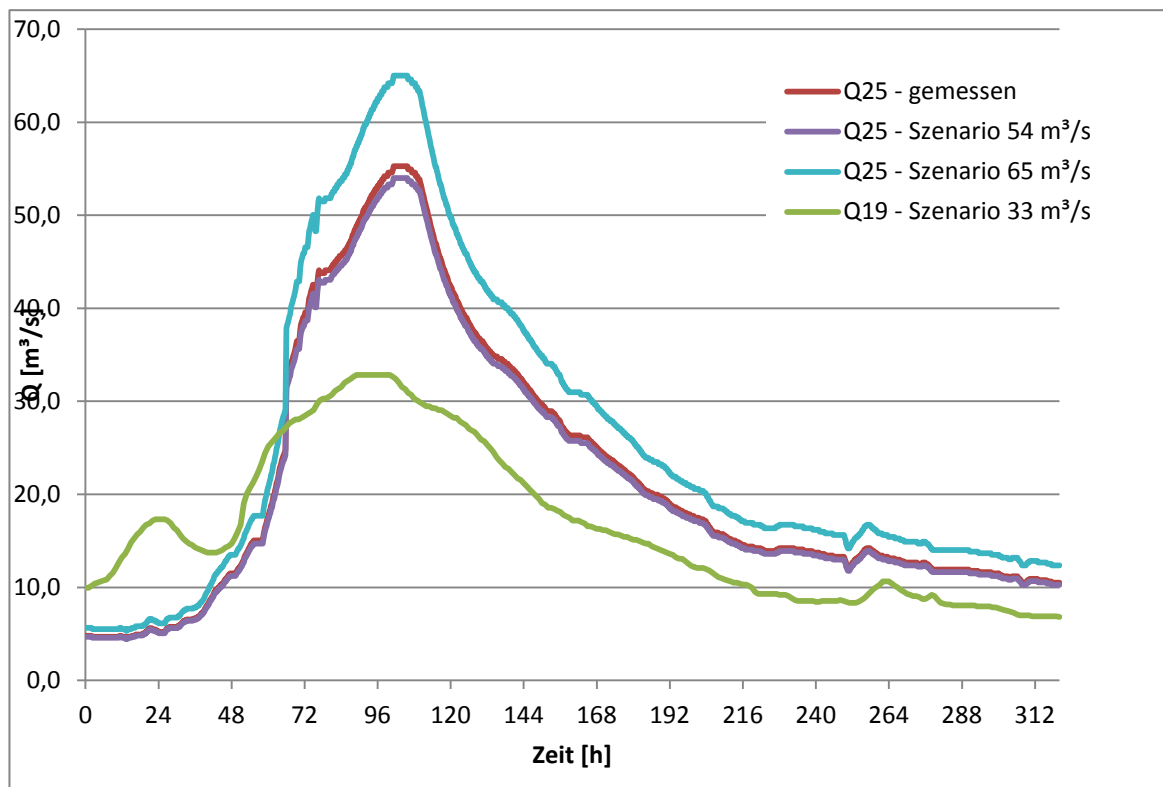


Abbildung 5-2: Ganglinien der eingipfeligen Szenarien

5.2 Hydrologischer Längsschnitt Ist-Zustand für den hydronumerischen Wirksamkeitsnachweis

Gemäß Leistungsbeschreibung sind hydronumerische Nachweise der Wasserspiegellagen im Ist- und Planzustand bis zur Elbe zu erbringen. Entsprechend den dortigen Ausführungen ist aufgrund der vorgegebenen Annahmen/Randbedingungen ausschließlich eine stationäre Berechnung durchzuführen. Neben der Zuflussrandbedingung zum Modell sind für die drei Ist-Zustände somit auch Modifikationen an allen weiteren Stützpunkten der hydraulischen Modelle, an denen sich die Scheitelwerte z.B. durch Zuflüsse (wie dem SB Niemtsch, der Pulsnitz, der Röder etc.) verändern, erforderlich. Um dies zu ermöglichen, müssen entsprechende hydrologische Längsschnitte für die drei vorgegebenen Scheitelabflüsse 33 m³/s, 54 m³/s und 65 m³/s hergeleitet werden.

Ausgangspunkt ist somit der hydrologische Längsschnitt für die jeweiligen stationären hydraulischen Modelle zur Ermittlung der Risiko- und Gefahrenkarten. Diese wurden für Hochwasserereignisse mit einem Wiederkehrintervall von 2, 5, 10, 20, 50, 100 und 200 Jahren aus einer N-A-Modellierung ermittelt [B19]. Die dort ausgewiesenen Werte entsprechen jedoch nicht den drei vorgegebenen Scheitelwerten.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der Zufluss zum obersten Modellabschnitt (Landesgrenze Sachsen-Brandenburg) geringfügig geringer ausfällt als der Wert am Pegel Biehlen (Translation der Welle zwischen Pegel und diesem Querschnitt). Bei HQ_2 beträgt die Differenz z.B. ca. -0,42 m³/s oder -2%, bei HQ_{100} - 3,21 m³/s oder -6%. Es wird deshalb angenommen, dass die drei o.g. Scheitelwerte als Zuflussrandbedin-

gung berücksichtigt werden. Um jedoch nun die Scheitelwerte an allen anderen Stützstellen auch ohne ergänzende N-A-Modellierung berechnen zu können, wurde wie folgt vorgegangen:

- 1) Identifikation, welche der bisher berücksichtigten Randbedingungen dem geforderten Szenario am nächsten kommt (Beispiel: $HQ_I = 33 \text{ m}^3/\text{s}$ entspricht etwa dem als HQ_{10} berücksichtigten Wert von $32 \text{ m}^3/\text{s}$)
- 2) Bildung relative Differenz, hier + 3,125%
- 3) Übertrag dieser Differenz auf alle folgenden Stützstellen des hydrologischen Längsschnittes.

Würde ausschließlich die absolute Differenz im weiteren Verlauf der Schwarzen Elster berücksichtigt, bliebe unberücksichtigt, dass bei einem wenn auch nur geringfügig anderen Ereignis (und somit auch auslösendem Niederschlag) auch in weiteren Teileinzugsgebieten (Pulsnitz, Große Röder etc.) vermutlich geringere (bzw. im Falle der beiden anderen Szenarien größere) Zuflüsse entstehen. Tabelle 5-6 zeigt den hydrologischen Längsschnitt der drei Szenarien für den Ist-Zustand, wobei jeweils den Werten aus [B19] die entsprechenden Bemessungswerte des Szenarios nachgestellt sind.

Tabelle 5-6: Hydrologischer Längsschnitt Ist-Zustand

Querschnitt	HQ10	HQ1	HQ100	HQII	HQ200	HQIII
oberhalb Mdg. Schleichgraben (Landesgrenze)	32,00	33,00	51,29	54,00	57,52	65,00
unterhalb Mdg. Schleichgraben	34,43	35,51	56,97	59,98	64,75	73,17
oberhalb Mdg. Rainitz	33,67	34,72	54,49	57,37	61,45	69,44
unterhalb Mdg. Rainitz	33,67	34,72	54,49	57,37	61,45	69,44
oberhalb Zulauf Ableiter Senftenberger See	32,97	34,00	52,52	55,29	58,81	66,46
unterhalb Zulauf Ableiter Senftenberger See = Pegel Biehlen	34,84	35,93	54,82	57,72	61,22	69,18
oberhalb Mündung Pößnitz	35,05	36,15	56,55	59,54	63,65	71,93
unterhalb Mündung Pößnitz	38,58	39,79	60,97	64,19	68,20	77,07
oberhalb Mdg. Ruhländer Schwarzwasser	38,49	39,69	63,31	66,66	71,78	81,11
unterhalb Mdg. Ruhländer Schwarzwasser = oberhalb Mdg. Sieggra	41,93	43,24	67,86	71,45	76,45	86,39
unterhalb Mündung Sieggraben	47,44	48,92	79,23	83,42	90,10	101,82
Pegel Lauchhammer	46,59	48,05	81,49	85,80	94,14	106,38
oberhalb Mdg. Hammergraben	44,76	46,16	77,63	81,73	89,32	100,94
unterhalb Mdg. Hammergraben	52,46	54,10	88,51	93,19	100,83	113,94
oberhalb Mdg. Hauptschradengraben	50,77	52,36	84,13	88,58	95,26	107,65
unterhalb Mdg. Hauptschradengraben	56,18	57,94	97,95	103,13	112,61	127,25
oberhalb Mündung Pulsnitz	55,90	57,65	96,67	101,78	110,82	125,23
unterhalb Mündung Pulsnitz	65,38	67,42	104,79	110,33	117,13	132,36
oberhalb Mdg. Große Röder	64,99	67,02	103,60	109,07	115,58	130,61
unterhalb Mdg. Große Röder 0 obh. Plessa-Heidaer Binnengraben	97,93	100,99	138,61	145,93	148,85	168,21
unterhalb Plessa-Heidaer Binnengraben	99,48	102,59	141,14	148,60	151,67	171,39
obh. Mdg. Alte Röder	99,45	102,56	141,65	149,13	152,37	172,18
uth. Mdg. Alte Röder	100,01	103,14	142,71	150,25	153,58	173,55
obh. Mdg. Kleine Röder	99,77	102,89	143,07	150,63	154,18	174,23
uth. Mdg. Kleine Röder	100,94	104,09	144,78	152,43	156,06	176,35
Pegel Bad Liebenwerda	100,45	103,59	144,17	151,79	155,42	175,63
obh. Mdg. Kleine Elster	99,26	102,36	144,03	151,64	155,73	175,98
uth. Mdg. Kleine Elster	113,22	116,76	161,54	170,08	173,70	196,29
obh. Mdg. Rödergraben	110,01	113,45	157,53	165,85	169,50	191,54
uth. Mdg. Rödergraben	111,64	115,13	159,87	168,32	172,07	194,45
obh. Mdg. Riecke	108,56	111,95	156,57	164,84	168,97	190,94
uth. Mdg. Riecke	109,69	113,12	158,19	166,55	170,60	192,79
obh. Mdg. Altherzberger Binnengraben	108,88	112,28	160,55	169,03	174,29	196,95
uth. Mdg. Altherzberger Binnengraben = Pegel Herzberg	109,13	112,54	160,77	169,26	174,48	197,17
obh. Mdg. Scheidelache	108,63	112,02	158,57	166,95	171,62	193,94
uth. Mdg. Scheidelache	110,99	114,46	161,93	170,49	175,20	197,98
obh. Mdg. Drewischgraben	111,43	114,91	163,78	172,43	177,60	200,70
uth. Mdg. Drewischgraben	112,20	115,71	164,98	173,70	178,89	202,15
obh. Mdg. Kremitz = Pegel Löben	111,72	115,21	163,53	172,17	177,10	200,13
uth. Mdg. Kremitz	114,06	117,62	166,83	175,64	180,61	204,10
obh. Mdg. Schweinitzer Fließ	114,66	118,24	168,18	177,07	182,21	205,90
uth. Mdg. Schweinitzer Fließ	118,60	122,31	173,72	182,90	188,12	212,58
Mdg. in die Elbe	118,36	122,06	172,71	181,84	186,82	211,11

5.3 Hydrologischer Längsschnitt der Varianten mit Retentionseffekt

Entsprechend LB ist ausschließlich der Bereich der Schwarzen Elster zwischen den Hochwasserschutzdeichen zu untersuchen. Dadurch werden mögliche Retentionseffekte durch Vorlandüberströmung vernachlässigt. Dies wiederum impliziert, dass stationäre Berechnungen ausreichend genau die Veränderung an den Pegeln Herzberg, Bad Liebenwerda und Löben sowie an allen dazwischen liegenden Berechnungsquerschnitten zwischen dem Ist-Zustand und dem jeweiligen Planzustand widerspiegeln dürften.

Nach Einschätzung der potentiellen Scheitelabminderung durch entsprechende Hochwasserrückhaltungen in den Tagebauseen ergeben sich für die einzelnen Varianten entsprechend neue Scheitelwerte (Kapitel 6),

wobei maßgeblich die letzte Einleitstelle unterhalb des Zuleiters aus dem SB Niemtsch, unmittelbar strom- oberhalb Pegel Biehlen ist. Die Wirkung dieser Abminderung ist aber nicht bedingt durch andere auslösende Niederschläge, sondern ausschließlich durch die anthropogene Beeinflussung der Steuerung der Zuflüsse zu den TBS. Das heißt, für die Szenarien wird sich das Abflussverhalten der Zwischen- bzw. Nebeneinzugs- gebiete im Unterlauf nicht ändern. In diesem Falle wird deshalb vereinfachend die absolute Differenz auf alle Folgequerschnitte übertragen.

Dabei wird stillschweigend vorausgesetzt, dass durch die Abminderung der Scheitel eine nur unwesentliche Änderung des zeitlichen Ablaufs der Hochwasserwelle in der Schwarzen Elster eintritt. In der Realität ist nicht auszuschließen, dass sich zusätzliche Scheiteländerungen an den Einmündungen der relevanten Ne- bengewässer durch eine andere Superposition der Ganglinien ergeben könnten (im Gegenzug lässt sich aber auch nicht ausschließen, dass dies ungünstigere Gesamtabflussscheitel bedingen könnte). Für die hier vorgesehenen grundlegenden Betrachtungen erscheint die vorgeschlagene Methodik / Annahme ausrei- chend. Sollen detailliertere Nachweise der Auswirkungen untersucht werden, müssten die Zuflussganglinien nach Absenkung des Scheitels ab dem Pegel Biehlen als Input in das N-A-Modell eingehen und für entspre- chende Szenarien die Ganglinien und Scheitel neu berechnet werden, was gegenwärtig nicht Bestandteil des Untersuchungsumfangs ist.

Entsprechend der Ausführungen in Kapitel 6 erfolgt die Variantenuntersuchung derart, dass am Pegel Bieh- len, unabhängig vom Typ der Zuflussganglinie zum System, ein abgestimmter Bemessungsscheitel nicht überschritten werden soll. Das heißt, der maximale Wasserstand wird bei gleichem Scheitelwert und statio- närer hydraulischer Berechnung für die ein- und zweigipfeligen Ereignisse nicht unterschiedlich sein, auch wenn das Wellenvolumen und der zeitliche Verlauf unterschiedlich sind.

Es war somit ausschließlich erforderlich, im Ergebnis der Ableitung von Varianten Längsschnitte für die in Phase 1 der Stauraumaufteilung festgelegten Zielabflüsse im Bereich Senftenberg von 15 m³/s, 22 m³/s und 35 m³/s zu erarbeiten. Mit diesen Längsschnitten werden die entsprechenden hydraulischen Berechnungen für die Schwarze Elster unterhalb der Seenkette durchgeführt. Die in der zweiten Phase der Variantenunter- suchung berücksichtigten Zielabflüsse für die darin abgeleitete Vorzugsvariante (Kapitel 6.2.6) sind durch diese Längsschnitte ebenfalls abgedeckt.

Tabelle 5-7 zeigt beispielhaft die drei hydrologischen Längsschnitte für die Varianten 5 und 6 aus Tabelle 6-3 (Zielabfluss in Senftenberg 22 m³/s; keine Bypassfunktion SB Niemtsch). Gleichzeitig gilt dieser auch für die varianten 1-3 und 9-11, allerdings erst ab dem Querschnitt „Pegel Biehlen“, da dort dann neben dem ge- drosselten Zielabfluss in Senftenberg auf 15 m³/s zusätzlich die konstante Ein- bzw. Umleitung aus dem SB Niemtsch wirksam würde. Für die anderen Zielabflüsse ergeben sich andere Scheitelwerte, die Differenzen zwischen den einzelnen Berechnungsquerschnitten sind jedoch analog.

Tabelle 5-7: Hydrologischer Längsschnitt Plan-Zustand, 3 Szenarien, Zielabfluss Senftenberg 22 m³/s

Querschnitt	HQI _{plan} [m³/s]	HQI _{ist} [m³/s]	HQII _{plan} [m³/s]	HQII _{ist} [m³/s]	HQIII _{plan} [m³/s]	HQIII _{ist} [m³/s]
oberhalb Mdg. Schleichgraben (Landesgrenze)	22,00	33,00	22,00	54,00	22,00	65,00
unterhalb Mdg. Schleichgraben	22,00	35,51	22,00	59,98	22,00	73,17
oberhalb Mdg. Rainitz	22,00	34,72	22,00	57,37	22,00	69,44
unterhalb Mdg. Rainitz	22,00	34,72	22,00	57,37	22,00	69,44
oberhalb Zulauf Ableiter Senftenberger See	22,00	34,00	22,00	55,29	22,00	66,46
unterhalb Zulauf Ableiter Senftenberger See = Pegel Biehlen	22,00	35,93	22,00	57,72	22,00	69,18
oberhalb Mündung Pößnitz	22,22	36,15	23,82	59,54	24,75	71,93
unterhalb Mündung Pößnitz	25,86	39,79	28,47	64,19	29,89	77,07
oberhalb Mdg. Ruhländer Schwarzwasser	25,76	39,69	30,94	66,66	33,93	81,11
unterhalb Mdg. Ruhländer Schwarzwasser = oberhalb Mdg. Sieggra	29,31	43,24	35,73	71,45	39,21	86,39
unterhalb Mündung Sieggraben	34,99	48,92	47,70	83,42	54,64	101,82
Pegel Lauchhammer	34,12	48,05	50,08	85,80	59,20	106,38
oberhalb Mdg. Hammergraben	32,23	46,16	46,02	81,73	53,75	100,94
unterhalb Mdg. Hammergraben	40,17	54,10	57,47	93,19	66,76	113,94
oberhalb Mdg. Hauptschradengraben	38,43	52,36	52,86	88,58	60,47	107,65
unterhalb Mdg. Hauptschradengraben	44,01	57,94	67,41	103,13	80,07	127,25
oberhalb Mündung Pulsnitz	43,72	57,65	66,06	101,78	78,05	125,23
unterhalb Mündung Pulsnitz	53,49	67,42	74,61	110,33	85,18	132,36
oberhalb Mdg. Große Röder	53,09	67,02	73,36	109,07	83,43	130,61
unterhalb Mdg. Große Röder 0 obh. Plessa-Heidaer Binnengraben	87,06	100,99	110,22	145,93	121,03	168,21
unterhalb Plessa-Heidaer Binnengraben	88,66	102,59	112,88	148,60	124,21	171,39
obh. Mdg. Alte Röder	88,63	102,56	113,42	149,13	125,00	172,18
uth. Mdg. Alte Röder	89,21	103,14	114,53	150,25	126,37	173,55
obh. Mdg. Kleine Röder	88,96	102,89	114,91	150,63	127,05	174,23
uth. Mdg. Kleine Röder	90,17	104,09	116,71	152,43	129,17	176,35
Pegel Bad Liebenwerda	89,66	103,59	116,07	151,79	128,45	175,63
obh. Mdg. Kleine Elster	88,43	102,36	115,92	151,64	128,80	175,98
uth. Mdg. Kleine Elster	102,83	116,76	134,36	170,08	149,11	196,29
obh. Mdg. Rödergraben	99,52	113,45	130,14	165,85	144,36	191,54
uth. Mdg. Rödergraben	101,20	115,13	132,60	168,32	147,27	194,45
obh. Mdg. Riecke	98,02	111,95	129,13	164,84	143,76	190,94
uth. Mdg. Riecke	99,19	113,12	130,83	166,55	145,60	192,79
obh. Mdg. Altherzberger Binnengraben	98,35	112,28	133,32	169,03	149,77	196,95
uth. Mdg. Altherzberger Binnengraben = Pegel Herzberg	98,61	112,54	133,55	169,26	149,99	197,17
obh. Mdg. Scheidelache	98,10	112,02	131,23	166,95	146,76	193,94
uth. Mdg. Scheidelache	100,53	114,46	134,77	170,49	150,80	197,98
obh. Mdg. Drewischgraben	100,98	114,91	136,72	172,43	153,51	200,70
uth. Mdg. Drewischgraben	101,78	115,71	137,98	173,70	154,97	202,15
obh. Mdg. Kremitz = Pegel Löben	101,28	115,21	136,45	172,17	152,95	200,13
uth. Mdg. Kremitz	103,70	117,62	139,93	175,64	156,92	204,10
obh. Mdg. Schweinitzer Fließ	104,31	118,24	141,35	177,07	158,72	205,90
uth. Mdg. Schweinitzer Fließ	108,38	122,31	147,18	182,90	165,40	212,58
Mdg. in die Elbe	108,13	122,06	146,12	181,84	163,93	211,11

6 Optimierung der Stauraumaufteilung

Auf Basis der aus den Kapiteln 3 und 4 gewonnenen Erkenntnisse und den gemäß Kapitel 5 erarbeiteten Referenzereignissen waren gemäß Leistungsbeschreibung die Möglichkeiten einer optimalen Stauraumaufteilung für die Hochwasserrückhaltung zu analysieren und verbal-argumentativ zu beschreiben. Im Zuge der Stauraumoptimierung sollte unter anderem die Möglichkeit einer differenzierten Bewirtschaftung von Seengruppen betrachtet werden. Dabei waren Kombinationen verschiedener Varianten bzw. Szenarien mit unterschiedlichen Stauzielen der Seengruppen zu untersuchen.

In enger Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde daraufhin ein Konzept entwickelt, bei dem

- im Bereich Senftenberg die Hochwassergefahr durch die Schwarze Elster ausgeschlossen werden soll
- eine mögliche Beeinflussung der GW-Stände im Stadtgebiet Senftenberg durch den Abfluss in der Schwarzen Elster ausgeschlossen werden soll
- der Speicher Niemtsch nach Möglichkeit nicht für den HW-Schutz eingestaut werden muss.

Die Annahmen und Randbedingungen sowie die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Kapitel 6.1 dokumentiert. Nach Untersuchung von insgesamt 11 unterschiedlichen Varianten wurden die sich daraus ableitenden Zwischenergebnisse und Schlussfolgerungen im Rahmen einer Beratung den Mitgliedern des AK-HWR am 13.10.2014 vorgestellt.

Am 26.01.2015 wurden die durch die Mitglieder des AK-HWR erarbeiteten Hinweise zu diesen Zwischenergebnissen an den AN übergeben.

Im Rahmen einer Öffentlichkeitsveranstaltung in Senftenberg am 10.02.2015 wurde der Stand der Bearbeitung vorgestellt und die sich aus den Zwischenergebnissen und den übergebenen Stellungnahmen vorgesehenen weiteren Arbeitsschritte vorgestellt. Die durch die Anwesenden der Veranstaltung gegebenen Hinweise sowie eine nochmalige intensive Diskussion im Rahmen der Arbeitskreissitzung vom 18.02.2015 führten dazu, dass das Ziel der Findung eines optimalen Bewirtschaftungskonzeptes konkretisiert wurde, dass eine möglichst maximale Scheitelkappung für den Abschnitt vom Verteilerwehr Groß Koschen bis Pegel Biehlen (also für den Bereich entlang der Stadt Senftenberg) erzielt werden soll, wobei dies für alle Ereignisse, also auch die ungünstigsten Verhältnisse (HQ_{III}, 2 gipfliges Ereignis) einzuhalten ist. Gleichzeitig wurden durch Analyse der bis dahin betrachteten 11 Varianten aus der 1. Untersuchungsetappe sowie den sich daraus ableitenden Schlussfolgerungen neue Randbedingungen definiert. Diese sowie die Ergebnisse der Untersuchungen dieser zweiten Untersuchungsetappe sind in Kapitel 6.2 ausführlich dokumentiert. Gleichzeitig musste deshalb auch das Konzept des Variantenvergleichs angepasst werden (Kapitel 6.2.5).

Die im Kapitel 6.2.5 abgeleitete Vorzugsvariante stellt somit die Grundlage für das in Kapitel 7 dokumentierte Bewirtschaftungskonzept dar.

6.1 Phase 1: Zielabfluss Senftenberg zur Minimierung GW-Beeinflussung

6.1.1 Ableitung der Untersuchungsvarianten

Die Ableitung der Untersuchungsvarianten beruht auf einer Vielzahl von Annahmen und Randbedingungen, die nachfolgend beschrieben werden. Diese wurden vorab mit dem Auftraggeber detailliert abgestimmt und nach der Beratung im Februar 2015 im AK-HWR teilweise angepasst (vgl. Kapitel 6.2.1).

6.1.1.1 Grundvariante

Es wird eine Grundvariante untersucht, welche die in den Seesteckbriefen (Anhang 3) dokumentierte PFB-Situation darstellt (Variante 1).

6.1.1.2 Ausgangswasserstände zu Beginn der Flutung

Für die Retentionsbetrachtung war es nicht erforderlich jeden See im Seenverbund einzeln zu betrachten, sondern es werden die Seen, die nur durch zukünftig schiffbare Überleiter verbunden sein sollen und den gleichen Wasserstand aufweisen, als ein zusammenhängender Wasserkörper betrachtet. Grund für diese Annahme ist, dass in den Überleitern nach Abschluss der Flutung keine steuerbaren Bauwerke mehr vorgesehen sind, die den Wasserstand in den Seen regulieren. Auch in [B30] wird auf diesen Sachverhalt in Bezug auf verschiedene Überleiter wie beispielsweise für den ÜL 9 zwischen dem Geierswalder und Partwitzer See wie folgt eingegangen: „Diese Ausspiegelung ist...eine Voraussetzung für die Schiffbarkeit, da andernfalls mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten im Gerinne zu rechnen ist.“

Lediglich im Überleiter 6 wird eine Schleuse betrieben, da die Wasserstände in der RLK und in der Seenkette Bluno-Spreetal im Zielzustand auf unterschiedlichem Niveau gehalten werden sollen. Zur Volumenermittlung werden die Speicherinhaltslinien der Einzelgewässer somit jeweils zu einer Gesamtspeicherinhaltslinie für einen gemeinsamen Wasserkörper (WK) zusammengefasst. So lassen sich letztlich Aussagen zu den Wasserständen nach erfolgter Hochwassereinleitung für das gesamte Seensystem treffen. Folgende WK werden betrachtet:

- WK Restlochkette Sedlitz-Skado-Koschen mit Sedlitzer, Partwitzer, Geierswalder und Großräsche-ner See
- WK Seenkette Spreetal-Bluno mit Blunoer Südsee, Bergener See, Neuwieser See und Sabrodter See
- Speicherbecken Niemtsch

Der Spreetaler See wird für die Variantenbetrachtung nicht weiter berücksichtigt. Die Wasserstände in diesem See befinden sich deutlich oberhalb der Wasserstände in der Schwarzen Elster sowie der anderen Seen, so dass eine Überleitung des Wassers im freien Gefälle bzw. eine Ausspiegelung nicht möglich wäre.

Zu Beginn der Hochwassereinleitung für jede untersuchte Variante wird vom „worst case“ ausgegangen, d.h. die drei WK sind bis zur jeweiligen variantenbezogenen oberen Wasserstandslamelle gefüllt (Tabelle 6-3). Eine eventuelle Vorentlastung wird nicht berücksichtigt.

6.1.1.3 Zielabfluss im Bereich Senftenberg

Von maßgeblicher Bedeutung für das Ergebnis der Variantenbetrachtung ist der zu definierende Zielabfluss im Bereich Senftenberg. Dieser bestimmt gleichzeitig das Schutzniveau, das für die Unterlieger ab Pegel Biehlen bei Hochwasser erreicht werden kann.

Aus der Analyse der Ergebnisse der 1D/2D-Modellierung für die Schwarze Elster im Rahmen der Erstellung der HWRK/HWGK an den Gewässerquerprofilen im Bereich Senftenberg leitet sich ein Zielabfluss ohne Einleitung aus dem Becken Niemtsch von ca. 15 m³/s ab. Bei diesem Abflusswert kommt es in Senftenberg noch nicht zur Ausuferung, so dass die Schwarze Elster als Vorflut für das aus dem Stadtgebiet zuströmende Grundwasser wirksam bleibt. Diese Angabe ist auch im Bewirtschaftungsplan des SB Niemtsch von 1996 [S25] bereits enthalten. Dieser Zielabfluss wird in den Varianten 1 bis 4 sowie 9-11 berücksichtigt.

Weiterhin sollte mindestens eine Variante mit einem Zielabfluss von 35 m³/s gerechnet werden, da dieser im Beckenbuch Niemtsch [S24] für die Steuerung des Speichers bei Hochwasser als max. Zielabfluss im Bereich Senftenberg benannt wird (Variante 7 und 8).

Dieser Zielabfluss gilt vor allem für den Stadtbereich Senftenberg. Unterhalb kommt es bis HQ₁₀ bis in den Bereich Lauchhammer zu keinen nennenswerten Ausuferungen in sensiblen Bereichen, ausschließlich im landwirtschaftlich genutzten Vorland. Das HQ₁₀ unterhalb Senftenberg, also am Pegel Biehlen, beträgt laut TP1 zum HWRMP 34,84 m³/s. Deshalb ist es unkritisch, die Varianten 9-11 zu untersuchen, bei denen im Bereich Senftenberg der Zielabfluss 15 m³/s gilt, hingegen ab der Wiedereinleitung aus dem SB Niemtsch ein Scheitel von 22 m³/s wirksam wird.

Weiterhin werden für die Variante 5 und 6 als Zielabfluss für Senftenberg 22 m³/s berücksichtigt, die jedoch bereits ab unterhalb des Verteilerwehrs Koschen einzuhalten sind. Dies entspricht etwa einem HQ₂ am Pegel Biehlen (im TP1 zum HWRMP mit 22,85 m³/s angegeben, korrespondierend hierzu Scheitelwert 22 m³/s am Verteilerwehr Großkoschen). In diesem Falle soll dieser Zielabfluss aber ohne eine Einleitung in das SB Niemtsch eingehalten werden, so dass der gleiche Abflusswert auch ab Pegel Biehlen Gültigkeit besitzt.

6.1.1.4 Effektivität der Variante im Hinblick auf die Zielerreichung

Um den Zulaufspeitel am Beginn des Betrachtungsabschnitts beispielsweise auf den Zielabfluss von 15 m³/s zu verringern, müssen für die einzelnen Szenarien in Summe letztendlich folgende minimale Zulaufkapazitäten zu den drei WK bereitstehen bzw. geschaffen werden:

Szenario I: 33 m ³ /s	->	Differenz in Summe 18 m ³ /s
Szenario II: 54 m ³ /s	->	Differenz in Summe 36 m ³ /s
Szenario II: 65 m ³ /s	->	Differenz in Summe 47 m ³ /s

Bei geändertem Zielabfluss ändern sich diese Werte entsprechend.

Finden sich in den Tabellen zur Beschreibung der einzelnen Varianten (Anhang 4) in der Summe höhere maximale Kapazitäten bedeutet dies, dass diese nicht vollständig ausgeschöpft werden müssen. Die tatsächlichen Einleitmengen können demnach geringer ausfallen.

Auf der Grundlage dieser Angaben ist ersichtlich, dass für die Grundvariante 1 bei Nutzung planfestgestellter Zuleiterkapazitäten lediglich für Szenario I theoretisch ausreichend Kapazitäten vorhanden sind. Bereits bei Szenario II wird selbst bei voller Nutzung aller Kapazitäten im Bereich Senftenberg nur ein auf 19 m³/s gekappter Scheitel möglich sein, bei Szenario III hingegen nur auf 30 m³/s.

Demzufolge sind entsprechende Kapazitäten zwingend zu errichten, wenn denn der Zielabfluss von 15 m³/s überhaupt erreicht werden soll.

Es könnten theoretisch für die unterschiedlichen Szenarien unterschiedliche Zielabflüsse zugelassen werden, was aber eine sehr detaillierte Vorhersage der sich entwickelnden Hochwasserabflüsse (länderübergreifend) voraussetzen würde und somit nicht weiter verfolgt wurde.

6.1.1.5 Reihenfolge der Öffnung / Schließung von Flutungsbauwerken

Übersteigt der Zufluss zum System (Zuflusswert am Pegel Neuwiese) den Zielabfluss 15 / 22 / 35 m³/s, wird zuerst die RLK Bluno geflutet, bis die max. Kapazität des Zuleiters ausgeschöpft ist. Steigt der Abfluss weiter an, wird mit der maximalen Zuleiterkapazität diese Seenkette weiter geflutet, die verbleibende Differenz zum Zielabfluss fließt dann in den Partwitzer See, nach Überschreiten der dortigen Zuleiterkapazität in den Geierswalder See und erst wenn dessen max. Kapazität erreicht ist in das SB Niemtsch.

Sobald der Hochwasserscheitel wieder fällt, wird zuerst wenn nicht mehr benötigt, der Zulauf nach Niemtsch gedrosselt bzw. verhindert, danach der in die anderen Seen in umgekehrter Reihenfolge wie vorab beschrieben. Demzufolge ist der Flutungszeitraum für die Blunoer Seenkette am längsten, da er letztendlich das gesamte Ereignis umfasst.

6.1.1.6 Auslauf aus dem Becken Niemtsch während des Hochwassers bzw. zum Zwecke der Entleerung nach dem Hochwasser

Für die Betrachtungen in dieser Phase wurde generell davon ausgegangen, dass eine Vorentlastung nicht rechtzeitig erfolgt (worst case) und das SB Niemtsch zum Beginn des Hochwassers bzw. einer realisierten Einleitung bis zum Normalstauziel 99,00 m NHN eingestaut ist (Sicherung Niedrigwasserabfluss in der Elster). Damit würde bei jedweder Flutung und Zwischenspeicherung des eingeleiteten Wassers bis zum Ende des Hochwasserereignisses der Wasserstand über 99,00 m NHN ansteigen. Für die Varianten 1-3 sowie 9-11 wird in Abstimmung mit dem AG deshalb abweichend angenommen, dass aus dem Becken Niemtsch während des Hochwassers parallel zur Einleitung eine Abgabe erfolgt. Im Bewirtschaftungsplan 1996 findet sich folgende Angabe zur Kapazität des Auslaufbauwerkes:

<u>Wasserstand</u>	<u>max. Q_A [m³/s]</u>
99,25	9,00
99,00	7,00
98,50	3,50
98,00	1,20
97,70	0,40

Deshalb wurde vereinbart, dass für Variante 1-3 sowie 11 mit Beginn der Einleitung in das SB Niemtsch der Auslauf solange dem Zulauf entspricht, bis dieser $7 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt. Steigt die erforderliche Einleitung weiter an, wird weiterhin die Abgabe von $7 \text{ m}^3/\text{s}$ realisiert, das heißt die Differenz zwischen Zu- und Ablauf führt dann zu einem Anstieg des Wasserstands über Normalstau hinaus, der Hochwasserschutzraum wird in Anspruch genommen. Dies ist unkritisch, da die Ausleitung aus dem SB Niemtsch in die Schwarze Elster unterhalb der Ortslage Senftenberg erfolgt. Da im Bereich Senftenberg ein Maximalabfluss von $15 \text{ m}^3/\text{s}$ eingehalten wird, steigt ab hier (Pegel Biehlen) der Scheitel somit auf maximal $22 \text{ m}^3/\text{s}$, was weniger als HQ_{10} ist und bei dem es im weiteren Verlauf nicht zu kritischen Ausuferungen kommt (vgl. Kapitel 6.1.1.3).

In Variante 9 und 10 hingegen wird die gleiche Menge zu- wie abgeleitet, das SB Niemtsch wirkt praktisch als Bypass und ein Teil der Hochwasserwelle wird um die Ortslage Senftenberg herumgeleitet, ohne dass der Wasserstand im SB Niemtsch über 99 m NHN ansteigt. Gleichzeitig verringert sich die maximal in die Restlochkette abzuschlagende Menge auf $43 \text{ m}^3/\text{s}$ im Gegensatz zu Variante 4 ($50 \text{ m}^3/\text{s}$), bei der keine Einleitung in das SB Niemtsch untersucht werden sollte.

Alle Varianten, bei denen das SB Niemtsch nicht beschickt werden soll (Variante 4-8) gehen davon aus, dass keinerlei Zu- oder Abfluss in/aus dem SB Niemtsch im Verlauf des HW erfolgt. Laut Bewirtschaftungsplan soll regelmäßig ein Durchfluss von $0,5 - 1 \text{ m}^3/\text{s}$ garantiert werden (Gewässergüte). Da diese potentielle Entlastung am Wehr Koschen nicht berücksichtigt wird, ist man bei der Ermittlung der notwendigen Entlastung in die anderen Gewässer in allen diesen Varianten auf der „sicheren“ Seite. Werden im HW-Fall in diesen Varianten zusätzlich $1 \text{ m}^3/\text{s}$ nach Niemtsch abgegeben, erhöht sich die Sicherheit im Bereich Senftenberg um diesen Wert.

Nach Rückgang der Hochwasserwelle kann ab einem Abfluss $<HQ_{10}$ am Pegel Biehlen, verringert um die Abgabe aus dem Becken Niemtsch (also $35-7=28 \text{ m}^3/\text{s}$), das Auslaufbauwerk geöffnet werden. Die Entleerungszeit für das in das Becken Niemtsch je nach Variante eingeleitete Volumen (Variante 1-3 und 11) wird durch Ausleitung des ermittelten Flutungsvolumens mit einer konstanten mittleren Kapazität von $7 \text{ m}^3/\text{s}$ berechnet. Spätestens bei Erreichen des Normalstauziels werden die Zu- und Abflüsse dann wieder entsprechend der aktuellen Betriebsvorschrift gefahren.

Die tatsächliche Dauer der Entleerung hängt davon ab, mit welcher Verzögerung der Abfluss am Pegel Biehlen bis $28 \text{ m}^3/\text{s}$ sinkt. Dies wird sich bei jedem Hochwasser differenziert gestalten. Letztendlich wird sich die abgeschätzte Entleerungsdauer um diese Zeitspanne erhöhen. Da jedoch für alle Varianten die gleiche Grundannahme getroffen wird, kann dieser vereinfachte Ansatz für den Variantenvergleich berücksichtigt werden.

6.1.1.7 Entleerungszeiten der RLK über Sedlitzer See (RL Sedlitz)

Aufgrund der Differenz der Zielwasserstände zwischen der RLK Bluno und der RLK Sedlitz – Skado – Koschen - Meuro wird für die aktuellen Betrachtungen angenommen, dass der ÜL 6 während des Hochwassers geschlossen ist.

Für das Auslaufbauwerk aus dem Sedlitzer See in die Raitza gilt laut übermittelten Informationen der LMBV ab Erreichen von Mittelwasserverhältnissen in der Elster und voll geöffnetem Wehr die in Tabelle 3-1

dargestellte Leistungskurve. Spalte 2 entspricht dabei den aktuellen Planfeststellungen einer Sohlbreite von 4,5 m. Die Sohlbreite von 7,00 m (Spalte 3) befindet sich aktuell im Planungsstadium, da angestrebt wird, dass bereits bei einem Wasserstand von 100,5 m NHN eine Abgabe von 3 m³/s ermöglicht werden soll. Wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben, ist die Leistungsfähigkeit dieser Ausleitung nicht nur vom Wasserstand in der Restlochkette abhängig, sondern auch vom Abfluss in der Schwarzen Elster.

Wird das Bauwerk bei Abflüssen > MQ in der Schwarzen Elster geöffnet, verringert sich die Kapazität je nach Abfluss.

Im Hinblick auf den Studiencharakter wird für die Abschätzung der Entleerungsdauer als Grundlage des Variantenvergleichs die Leistungskurve für 4,5 m Breite berücksichtigt. Die Entleerungsdauer wird mit den Angaben in Tabelle 6-1 iterativ ermittelt:

Tabelle 6-1: Interpolierte Ausleitdauer über Rainitz

Wasserstand [m NHN]	Volumen-Diff [Mio m ³]	Qab-Rainitz I [m ³ /s]	Mittel [m ³ /s]	Zeit [d]
100,5		2,2		
	3,893		2,475	18,2
100,6		2,75		
	3,904		3,025	14,9
100,7		3,3		
	3,913		3,56	12,7
100,8		3,82		
	3,924		4,08	11,1
100,9		4,34		
	3,933		4,47	10,2
101,00		4,6		
	3,944		4,88	9,4
101,10		5,16		
	3,952		5,44	8,4
101,20		5,72		
	2,154		5,86	4,3
101,25		6		

Jeder Wasserstandslamelle (Spalte 1 entsprechend den Angaben in Tabelle 3-1) wird über die Speicherinhaltslinie für die RLK ein Volumen zugeordnet und die Differenz innerhalb der Lamelle ermittelt (Spalte 2 in Tabelle 6-1). Weiterhin wird für jede Lamelle eine mittlere Abflussleistung (Spalte 4) angegeben. Unter Verwendung der Werte für Volumen und mittlere Abflussleistung kann die Zeit (Spalte 5) berechnet werden, die es dauert, das Wasservolumen der jeweiligen Lamelle auszuleiten.

Für die Ermittlung der Gesamtdauer der Entleerung wird, wie hier beispielhaft für die Variante 1, Szenario 65 m³/s; eingipfelig, Wasserstand 101,15 m NHN nach Flutung, vorgegangen:

Da die RLK nach den Untersuchungen bis 101,15 m NHN gefüllt ist und nun die Dauer der Absenkung bis 101,00 m NHN (Ausgangswasserstand) berechnet werden soll, wird folgendermaßen interpoliert:

Die Absenkung von 101,2 auf 101,1 m NHN dauert ca. 8,4 Tage, die Hälfte somit ca. 4,2 Tage.

Die Absenkung von 101,1 auf 101,0 m NHN dauert weitere 9,4 Tage.

Die Gesamtentleerungsdauer beträgt somit 13,6 Tage (s. Anhang 4.1).

Unter Berücksichtigung der Hinweise in Kapitel 3.1.1 sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass die in Anhang 4.1 dargestellten und in Anhang 4.2 berücksichtigten Entleerungszeiten für die Leistungskurve bei ei-

ner Sohlbreite des Ableiters von 4,5 m interpoliert wurden. Entsprechend der Abstimmung zu den Zwischenergebnissen wird im Folgenden der Vorgabe der Mitglieder des AK-HWR nachgekommen, die sich daraus ableitenden Abweichungen in den Entleerungszeiten darzulegen.

Beschränkt wird sich dabei jedoch auf das Szenario HQ_{III} zweigipfelig, da dieses den ungünstigsten Fall darstellt und gleichzeitig die Grundlage für den Variantenvergleich ist.

Tabelle 6-2: Entleerungsdauern der RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro der Untersuchungsvarianten Phase 1 für unterschiedliche Konzeptionen zum Ableiter Sedlitzer See

Variante Tabelle 6.3	max. Wasser- stand [m NHN]	Absenkung auf [m NHN]	Entleerungsdauer RLK Sedlitz- Skado-Koschen_Meuro (Tage)	
			bei Sohlbreite Ableiter 4,5 m (gem. Anh. 4.1)	bei Sohlbreite Ableiter 7,0 m
1	101,33	101,00	25,5	19,0
2	101,26	101,00	22,0	16,5
3	101,19	100,50	4,1	61,8
4	101,21	100,50	85,8	63,1
5	100,98	100,50	65,1	47,6
6	101,47	101,00	40,8	29,6
7	100,70	100,50	33,1	24,0
8	101,20	101,00	17,8	13,3
9	101,50	101,00	40,8	32,5
10	101,20	100,50	84,9	62,4
11	101,16	100,50	81,5	59,9

Wie auch bereits beim SB Niemtsch (Kapitel 6.1.1.6) handelt es sich um die reine Entleerungsdauer. Die Abgabe kann theoretisch erst beginnen, wenn am Pegel Biehlen der Abfluss unter Berücksichtigung der bereits durchgeführten Öffnung des Auslaufbauwerks Niemtsch wiederum 28 – 6 m³/s unterschreitet.

6.1.1.8 Entleerungszeiten RLK Bluno

Erst wenn die RLK wieder auf 101,00 m NHN bzw. den jeweiligen Anfangswasserstand abgesenkt ist, kann der ÜL 6 geöffnet werden. Die Entleerungsdauer für die RLK Bluno errechnet sich dabei aus dem Einstauvolumen über der Lamelle 104,00 m NHN (bzw. 103,50 m NHN in Variante 2) und einer Ableiterkapazität von 4 m³/s für den ÜL 6 (siehe Kapitel 3.3).

Die Ausleitkapazität aus der RLK in die Rainitza beträgt bei einem Wasserstand von 101,00 m NHN laut Tabelle 3-1 ca. 4,6 m³/s bzw. 6,2 m³/s. Dieser Wert übersteigt damit die Leistungsfähigkeit der Verrohrung im Überleiter 6. Damit wird der Wasserstand in der RLK bei Entleerung der Seenkette Bluno-Spreetal nicht wieder ansteigen, da eine Steuerung der Ausleitmenge entsprechend der Zuleitmenge möglich ist. Auch in diesem Falle werden die in Anhang 4.1 bzw. 4.2 getroffenen Einschätzungen auf der Grundlage der Variante

mit Sohlbreite 4,5 m vorgenommen. Auf Grund dieser Analyse würde sich auch im Falle der 2. Variante hier keine Änderung ableiten, da maßgeblich die maximale Kapazität der Flutungsrohrleitung im ÜL 6 ist.

Bis zu Abflüssen von ca. 12,5 m³/s in der Schwarzen Elster ist die Kapazität bei Ausführung der Variante Sohlbreite 4,5 m höher als der potenzielle Zufluss aus der Seenkette. Bei Umsetzung der Variante (Sohlbreite Ableiter 7 m) sogar bis Abflüssen in der Schwarzen Elster von 15 m³/s. Das heißt, für die Varianten mit Zielabflüssen >15 m³/s sind die eingeschätzten Entleerungszeiten als vermutlich unterschätzt zu betrachten, da erst nach einiger Zeit (weiterer Rückgang der Hochwasserwelle) die volle Ausleitkapazität am Bauwerk Sedlitzer See abgerufen werden kann. Demzufolge ist die Entleerung über den ÜL 6 immer so zu steuern, dass der Zufluss aus der Seenkette Bluno-Spreetal nicht höher ist als die Abgabe aus dem Sedlitzer See.

In den Varianten, in denen die RLK zuerst auf 100,5 m NHN abgesenkt wird, verringert sich theoretisch die Kapazität des Auslaufbauwerkes in die Raintza, d.h. für die Entleerungsdauer über den ÜL 6 müsste die Kapazität theoretisch auf 2,2 bzw. 3,1 m³/s gedrosselt werden, um einen Wiederanstieg in der RLK zu vermeiden (vgl. hierzu auch Kapitel 6.2.1.8). Entsprechend Tabelle 6-3 ist für all diese Variante jedoch keine Flutung der Seenkette Bluno-Spreetal betrachtet worden, so dass auch keine Entleerungsdauer ermittelt wurde.

6.1.2 Variantenbeschreibung

Alle wesentlichen Informationen zu jeder Variante werden in einem Variantensteckbrief (siehe Anhang 4.1) zusammengefasst. Zuerst werden die Kennwerte tabellarisch zusammengestellt. Dies beinhaltet Angaben zum Zielabfluss, zur Kapazität der Zuleiter und zum Wasserstand in den Seen zu Beginn des Hochwasserereignisses.

Anschließend werden die Besonderheiten der Varianten kurz verbal beschrieben. Die nächsten beiden Tabellen des Steckbriefs zeigen bereits die Ergebnisse der Retentionsbetrachtungen für jedes Hochwasserszenario. Dabei werden in der ersten Tabelle die Flutungswassermengen und die sich einstellenden maximalen Wasserstände angegeben und in der zweiten Tabelle sind die Flutungsdauer und Entleerungszeiten zusammengestellt. Die maximalen Einleitmengen für jedes Szenario und jeden der vier Zuleiter wird in der dritten Tabelle aufgeführt. Dieser Wert kann von der konstruktiven maximalen Einleitkapazität des jeweiligen Bauwerks abweichen, darf diesen aber nicht überschreiten.

Abschließend wird die Variante hinsichtlich der Auswirkungen auf wasserwirtschaftliche Zielvorgaben, wasserwirtschaftliche Bauwerke, Standsicherheit, Hydrogeologie, Gewässergüte, Naturschutz, Niedrigwasserbewirtschaftung und Tourismus bewertet eingeschätzt. Die letzte Spalte in dieser Tabelle enthält Hinweise für den Variantenvergleich (s. hierzu auch Ausführungen in Kapitel 6.1.5).

Der Steckbrief endet mit einem Fazit und dem Hinweis auf die sich ableitende untersuchte Folgevariante. Tabelle 6-3 fasst die Varianten mit ihren Kennwerten zusammen.

Tabelle 6-3: Untersuchte Retentionsvarianten in der 1. Untersuchungsphase

	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	Var. 7	Var. 8	Var. 9	Var. 10	Var. 11
Anfangswasserstand RLK Sedlitz-Skado-Koschen- Meuro [m NHN]	101,0	101,0	100,5	100,5	100,5	101,0	100,5	101,0	101,0	100,5	100,5
Wasserstand in Seenkette Bluno-Spreetal [m NHN]	104,0	103,5	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
Wasserstand im Speicher Niemtsch [m NHN]	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m	99,0 m
Zielabfluss in der Schwarzen Elster uth. Verteilerwehr Großkoschen bis Einleiter Senftenberger See [m³/s]	15	15	15	15	22	22	35	35	15	15	15
Maximale Einleitkapazität nach Neuwieser See [m³/s]	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximale Einleitkapazität nach Partwitzer See [m³/s]	5	15	20	25	23	23	15	15	23	23	20
Maximale Einleitkapazität nach Geierswalder See [m³/s]	10	10	20	25	20	20	15	15	20	20	15
Maximale Einleitkapazität nach SB Niemtsch [m³/s]	15	15	15	0	0	0	0	0	7	7	15
Bemerkung	entspr. PFB; in Niemtsch $Q_A=Q_{zu}$; max.7m³/s	in Niemtsch $Q_A=Q_{zu}$; max.7m³/s	ohne Bluno; in Niemtsch $Q_A=Q_{zu}$; max.7m³/s	nur RLK	nur RLK; Q_{soll} ca. HQ_2	nur RLK; Q_{soll} ca. HQ_2	Q_{soll} gem. akt. Bew.plan Niemtsch	Q_{soll} gem. akt. Bew.plan Niemtsch	in Niemtsch $Q_A=Q_{zu}$; max.7m³/s	in Niemtsch $Q_A=Q_{zu}$; max.7m³/s	in Niemtsch $Q_A=Q_{zu}$; max.7m³/s

6.1.3 Kostenabschätzung

Abschließend wurden als weiteres Kriterium für den Variantenvergleich die Kosten je Variante abgeschätzt, die sich aus der Umsetzung ergeben können. Es handelt sich hierbei einerseits um Kosten, die sich z.B. zur Realisierung der Flutung ergeben, damit die Variante wirksam werden kann (z.B. Erweiterung von Zulaufkapazitäten). Andererseits ergeben sich Kosten durch die prognostizierten Auswirkungen der jeweiligen Variante auf das Umfeld, zum Beispiel Notwendigkeit von Untersuchungen zur Standsicherheit und eventuell daraus sich ergebenden Böschungssicherungsmaßnahmen, wenn der planfestgestellte Bereich der Wasserstände überschritten wird.

Vom Auftraggeber wurde die Vorgabe gegeben, die Bruttokosten auszuweisen.

Die Ergebnisse der Kostenschätzung für die einzelnen Varianten enthält Anhang 4.2. Es wurde dabei von den nachfolgend benannten einheitlichen Informationen ausgegangen und diese je nach Variante in der Spalte „Anzahl“ differenziert.

Auf der Grundlage vorhandener Unterlagen wurden dabei folgende Böschungslängen bzw. Bauwerke in den Überleitern berücksichtigt:

Tabelle 6-4: Berücksichtigte Böschungslängen für die Kostenschätzung

Gewässerbezeichnung	Restloch	Böschungslänge [km]	davon Baugrund bekannt [km]
Spreetaler See	Spreetal - NO	7,5	7,5
Sabrodter See	Nordrandschlauch	9	9
Bergener See	Südostschlauch	5,5	3
Blunoer Südsee	Nordschlauch	10	10
Neuwieser See	Bluno	11,5	11,5
Partwitzer See	Skado	19	19
Sedlitzer See	Sedlitz	25	23
Geierswalder See	Koschen	15	13
Großbräschener See	Meuro	13	13
Senftenberger See	SB Niemtsch	18	18

Tabelle 6-5: Berücksichtigte Bauwerke an den Überleitern für die Kostenschätzung

Überleiter	Fußgängerbrücke (befahrbar)	Straßenbrücke	Wehranlage	Schleuse	Tunnel
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
3a	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	1	0	1	1	0

Überleiter	Fußgängerbrücke (befahrbar)	Straßenbrücke	Wehranlage	Schleuse	Tunnel
8	1	0	1	0	0
9	1	0	1	0	0
10	1	0	1	0	0
11	1	0	0	0	1
12	0	1	0	1	1

6.1.3.1 n-1-Bedingung (Pos. 01-05)

Da aktuell alle Zulaufbauwerke die n-1-Bedingung nicht erfüllen, ist ein Umbau diesbezüglich erforderlich. Maßgeblich ist dies für die Variante 1 und bei den anderen Varianten nur für die Bauwerke, bei denen eine Kapazitätserweiterung nicht erforderlich ist

Sobald die Kapazität erweitert werden muss ist, von vornherein eine solche Anforderung enthalten (Pos. 06 bis 10).

6.1.3.2 Zuleiter Neuwieser See / RL Bluno (Pos. 06)

Die derzeitige Kapazität liegt laut PFB bei 5 m³/s. In Variante 2 ist als Maßnahme eine Erweiterung auf 15 m³/s berücksichtigt.

6.1.3.3 Zuleiter Partwitzer See / RL Skado (Pos. 07-09)

Die Kapazität laut PFB beträgt 5 m³/s. In verschiedenen Varianten ist eine Erweiterung auf 15/20/23/25 m³/s berücksichtigt. Für die Varianten 5 und 6 bzw. 9 und 10 wird vereinfachend der Aufwand für die Erweiterung der Kapazität auf 25 m³/s angesetzt. Der Zuleiter existiert noch nicht, da aktuell kein Erfordernis besteht, über diesen die Flutung zu realisieren. Für den Variantenvergleich wird allerdings von einem bestehenden Zuleiter ausgegangen, d.h. die erstmalige Errichtung des Zuleiters mit einer Kapazität von 5 m³/s wird hier nicht berücksichtigt.¹ Die Kosten für die generelle Errichtung des Zuleiters zum Partwitzer See sind in Anhang 4.2 ebenfalls nicht enthalten, sondern ausschließlich Kosten für die Erweiterung der Kapazität bzw. den hochwassersicheren Ausbau (n-1-Bedingung). Nach aktuellen Aussagen der LMBV wird jedoch die Errichtung für die Flutung nicht mehr angestrebt, so dass diese zusätzlichen Kosten in den weiteren Planungen entsprechend mit berücksichtigt werden müssen.¹

6.1.3.4 Zuleiter Geierswalder See / RL Koschen (Pos. 10-11)

Die Kapazität laut PFB beträgt 10 m³/s. In verschiedenen Varianten ist eine Erweiterung auf 15/20/25 m³/s berücksichtigt.

¹ Die Kosten für die generelle Errichtung des Zuleiters zum Partwitzer See sind in Anhang 4.2 ebenfalls nicht enthalten, sondern ausschließlich Kosten für die Erweiterung der Kapazität bzw. den hochwassersicheren Ausbau (n-1-Bedingung). Nach aktuellen Aussagen der LMBV wird jedoch die Errichtung für die Flutung nicht mehr angestrebt, so dass diese zusätzlichen Kosten in den weiteren Planungen entsprechend mit berücksichtigt werden müssen.

Das gesamte Bauwerk setzt sich zusammen aus einem Hubrollschütz am Wehr mit einer maximalen Kapazität von 20 m³/s und einem Reguliersegmentschütz am Stollen mit maximaler Kapazität von 10 m³/s.

Deshalb ist für die Variante Ausbau auf 15-20 m³/s nur die Kapazität des Stollens Stollen und des Regulierschützes anzupassen. Bei Varianten mit 25 m³/s müssen hingegen beide Bauwerke in ihrer Kapazität erweitert werden. Nach Vorgaben des AG sollten hier pauschal zusätzlich ca. 1 Mio. € Kosten angesetzt werden bei Ausbau/Neubau, da er auf Kippengelände verläuft und dann auch die Böschungen neu zu sichern sind. Diese 1 Mio. € wurden pauschal als Nettokosten in der Zusammenstellung berücksichtigt (Pos. 10a bzw. 11a).

6.1.3.5 Standsicherheitsuntersuchung für schnelle Wasserstandsänderung (Anhebung) (Pos. 12)

Maßgeblich sind derartige Untersuchungen für alle Varianten, wo die Wasserstände durch erhöhte bzw. sehr hohe Einleitmengen in die RLK möglicherweise schnell ansteigen. Dies passiert in der Regel innerhalb der planfestgestellten Staulamellen, das heißt, hier sind theoretische Untersuchungen unter Berücksichtigung der vorliegenden Unterlagen durchzuführen. Der schnelle Anstieg wird in der gesamten RLK wirksam, also wurde immer die gesamte Böschungslänge als Untersuchungsobjekt angesetzt.

kommt es bei einer der Varianten hingegen zusätzlich zu einem Überschreiten der planfestgestellten Lamelle, werden diese Kosten in Pos. 13 und 14 zusätzlich für die gleiche Böschungslänge berücksichtigt.

6.1.3.6 Baugrunduntersuchungen inkl. Standsicherheitsuntersuchungen (Pos. 13)

Dieser Kostenbaustein gilt für alle Varianten, bei denen die ermittelten maximalen Wasserstände im Ergebnis des Flutungsprozesses die aktuell planfestgestellten Randbedingungen überschreiten. Es ist denkbar, dass in einigen Bereichen eventuell auch Erkenntnisse zum Baugrund für Bereiche vorliegen, die bereits oberhalb der planfestgestellten Lamelle liegen. Dies konnte im Zuge der aktuellen Recherchen jedoch nicht mit ausreichender Verlässlichkeit ermittelt werden. Deshalb wird bei der Kostenschätzung vom ungünstigsten Falle ausgegangen, d.h. die gesamten Böschungslängen der betroffenen Gewässer sind baugrundtechnisch zu untersuchen und darauf aufbauend ein entsprechendes Standsicherheitsgutachten zu erstellen.

Im Einzelfall können demnach die Kosten auch geringer ausfallen.

6.1.3.7 Anpassung der Böschungssicherheit in bisher nicht planfestgestellten Niveaus (Pos. 14)

Diese Maßnahmen machen sich theoretisch nur erforderlich, wenn dies als Ergebnis der Standsicherheitsuntersuchung (Kapitel 6.1.3.6) erforderlich wäre. Diese Ergebnisse liegen aktuell jedoch nicht vor.

Generell wurden in der jüngeren Vergangenheit sehr umfangreiche zusätzliche Maßnahmen durch die LMBV eingeleitet. Selbst in Bereichen, in denen bereits jahrelang die Böschungen einer konkreten Nutzung zugeführt waren. Unter anderem sind am Sedlitzer See, Bergener See und Geierswalder See bereits aktuell Rutschungen registriert worden (vgl. hierzu die jeweiligen Gewässersteckbriefe in Anhang 3). Es wird davon ausgegangen, dass diesbezüglich erforderliche Sicherungsmaßnahmen umgesetzt werden, unabhängig

davon, ob die TBS als Hochwasserschutzraum zukünftig genutzt werden, so dass diese Bereiche nicht gesondert betrachtet werden müssen.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde deshalb für alle Varianten und Böschungen, bei denen die obere Staulamelle (wenn auch nur kurzzeitig) überschritten wird, auch zusätzlich davon ausgegangen werden, dass sich definitiv eine Neugestaltung der Böschung herleiten wird. Auch dies kann schlussendlich wieder deutlich differieren, u.a. abhängig von der Neigung (Fläche der zu sichernden Böschung), der bisherigen bzw. zukünftigen Art der Gestaltung etc.

Diese Kosten werden pauschal mit 200.000 € je 100 m angegeben, da es sehr große Preisspannen zwischen den verschiedenen Arten der Sicherung gibt wie z.B. Kokosmatten (ca. 50.000 € je 100 m), über Steinschüttungen, Verdichtungsarbeiten bis hin zur GeoTube-Verlegung (bis 500.000 € je 100 m) gibt.

Es wird für den Vergleich weiterhin davon ausgegangen, dass für pauschal 75% der untersuchten Böschungslängen auch diese Sicherungsmaßnahmen erforderlich werden.

6.1.3.8 Einrichten Hochwassersteuerzentrale und laufende Kosten (Pos. 15 und 16)

Die Ausstattung der einzelnen Zulaufbauwerke bzw. Ablaufbauwerke zur automatischen Steuerung ist bereits in den jeweiligen Kostenansätzen enthalten. Dementsprechend ist auch vorab schon eine Festlegung auf eine Steuersoftware erforderlich. In dieser Position sind somit die Einrichtung einer Hochwassersteuerungszentrale für 2 Personen im Schichtwechsel mitsamt Steuertechnik (Computer) sowie Vernetzung mit allen Anlagen/Schleusen/Wehren zur Sicherstellung der Fernsteuerung enthalten. Als laufende Kosten sind Personalkosten für die 2 Personen über einen Zeitraum von 20 Jahren eingeplant.

6.1.3.9 Jährlicher Funktionstest (Pos. 17)

Je nach Variante differiert die Anzahl der erforderlichen Einlaufbauwerke. In jedem Falle sollte unabhängig vom Eintritt eines Hochwassers mindestens jährlich ein Funktionstest erfolgen. Berücksichtigt ist hierfür der Einsatz von mindestens 2 Mitarbeitern vor Ort und 1 Mitarbeiter in der Steuerzentrale für maximal 8 Stunden über den Zeitraum 20 Jahre.

6.1.3.10 Brückenneubau bzw. Anpassung Brücken, Wehre und Tunnelbauwerke an ÜL (Pos. 18)

Bei allen Varianten, bei denen die planfestgestellten Höchstlamellen überschritten werden, kann es erforderlich sein, die vorhandene Bauwerke in den Überleitern (Brücken, Wehre, Schleusen, Tunnel) entsprechend baulich anpassen zu müssen. In Tabelle 6-5 wurden je Überleiter die entsprechenden Bauwerke zusammengestellt. Es ist denkbar, dass einzelne Bauwerke nicht angepasst werden müssten, wenn eventuell Freiborde weiterhin nur kurzfristig unterschritten würden. Im Einzelfall kann dies derzeit nicht geprüft werden. In Abstimmung mit dem AG werden für den Variantenvergleich deshalb alle potentiell betroffenen Bauwerke je Variante berücksichtigt. Dabei wurde differenziert zwischen Fußgängerbrücken und den restlichen vermutlich deutlich aufwendigeren Bauwerken.

6.1.3.11 Umbau ÜL11 wegen Anhebung Staulamelle (Pos. 19)

Seitens AG kam der Hinweis, dass der Tunnel im ÜL 11 aufgrund der Bahnanlagen und der Bundesstraße nicht einfach veränderbar ist, wenn die Staulamelle angehoben wird. Für alle Varianten, in denen die HW-Lamelle in der RLK überschritten wird, sollte deshalb ein Komplettneubau angesetzt werden, beziffert mit 5 Mio. €. Auch dieser Wert wurde als pauschaler Nettokostenansatz berücksichtigt.

In Variante 2 wird rechnerisch die HW-Lamelle um lediglich 1 cm überschritten. Deshalb wird in diesem Falle (wie auch für Pos. 13 und 14) kein Kostenaufwand angenommen.

6.1.3.12 Weitere Kostenbausteine

Neben diesen Kosten sind für die Gesamtkostenschätzung weitere Aufwendungen zu berücksichtigen, die im Abstimmungsprozess mit dem AG wie folgt festgelegt wurden:

- Faktor Objektplanung: aus HOAI-Tabellen je Maßnahme und den angegebenen Einheitskosten ermittelt; Mindestsatz der Honorarzone 3
- Faktor Umbau im Bestand: analog vorher differenziert nach HOAI
- Faktor Tragwerksplanung: entsprechend HOAI-Tabellen abgeschätzt, deshalb differenziert; Mindestsatz der Honorarzone 3; bezogen auf die reinen Konstruktionskosten, die aus den Gesamtbaukosten abgeschätzt wurden
- Faktor Baugrund/Vermessung: je nach Maßnahmenumfang 5% oder 10%
- Faktor Baunebenkosten: generell pauschal 10 % für Bauüberwachung, Ökol. Baubegleitung, SiGeKo und Kontrollprüfung
- Faktor Unvorhergesehenes: pauschal 20 %, beinhaltet u.a. naturschutzfachliche Planungen und / oder Landschaftspflegerische Ausgleichsplanung / LAP (wenn erforderlich, im Rahmen der Studie im Detail Erfordernis noch nicht einzuschätzen), weitere Unsicherheiten unter anderem da viele Maßnahmen im Kippenbereich stattfinden und hierdurch im Gegensatz zu „normalen“ Verhältnissen dadurch erhöhte Anforderungen zu berücksichtigen sein könnten
- Unterhaltungskosten (z.B. Mahd) wurden hingegen nicht berücksichtigt, da die Bauwerke auch ohne Nutzung als HW-Bauwerke generell zu unterhalten sind. Auch werden die benetzten Querschnitte eher bewuchsfrei ausgestaltet sein.

6.1.4 Ermittlung der Nährstofffrachten bei Hochwassereinleitung in die Tagebaurestseen

Bei jedem Flutungsvorgang kann es zu Einträgen von Nährstoffen in die Gewässer kommen. Jeder Nährstoffeintrag ist schädlich für die in der Entwicklung befindlichen bzw. die letztendlich entstandenen Standgewässer. Phosphor baut sich im Gewässer nicht ab, wird somit als Biomasse, u. a. in Form von Algen oder auch Makrophyten (z. B. Schilf), sichtbar. Die derzeit bereits großen Schilfbestände am Rande einiger Tagebaurestseen deuten auf eine hohe P- Verfügbarkeit hin. Sie können möglicherweise dazu führen, dass verschiedene Nutzungen eingeschränkt werden.

Es ist festzustellen, dass Hochwasserereignisse extrem hohe Nährstofffrachten mit sich bringen. Es ist somit alles zu tun, um die Phosphoreinträge zu minimieren bzw. zu vermeiden.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Phosphormengen in den betroffenen Seen summieren und eine erhöhte Biomasseproduktion als unmittelbare Folge auftreten wird.

Im Zuge der Untersuchungen wurde deshalb über die Vorgaben der Leistungsbeschreibung hinaus vereinbart, eine Einschätzung der potentiellen Nährstoffeinträge vorzunehmen.

6.1.4.1 Grundlagen

Im Vorfeld der nachfolgenden Analyse wurden in einem iterativen Prozess Abstimmungen mit der LDS zur Vorgehensweise getroffen bzw. die Randbedingungen festgelegt:

- (1) Betrachtung HW Juni 1995, August 2010, September 2010 und Januar 2011
- (2) Berücksichtigung Phosphor gesamt und Stickstoff gesamt
- (3) Auswertung, ob Mittelwert oder repräsentativer Einzelwert zielführend
- (4) Messstelle Einlauf Senftenberg (SN) und Klein-Koschen (BB) sollten die gleiche Messstelle sein
- (5) bei Hochwasser Messungen eher selten
- (6) vor allem der Beginn des Hochwassers führt die höchsten Nährstofffrachten, danach fallen diese in kurzem Zeitraum meist deutlich
- (7) hohe Frachten zu HW-Beginn könnten allerdings wiederum zum Abschlag in den TBS kommen.

6.1.4.2 Zusammenstellung der Messwerte

Es wurden für die besagten Zeiträume sowohl von der LDS als auch vom LUGV die Messwerte an den beiden genannten Stationen abgefragt [S6], [S7]. In der Regel lag ein Wert monatlich vor, auch im Hochwasserfall. Tabelle 6-6 bzw. Tabelle 6-7 enthalten folgende Informationen:

- Spalte 1: Ereignisdauer, mit Hinweis ob 1- oder 2-gipfelig
ber = berücksichtigt für Ableitung Bemessungsganglinie
pot = ursprünglich dafür vorgeschlagen, später durch anderes Ereignis substituiert
- Spalte 2+3: Tag des Scheiteleintritts und Scheitelwert, bei mehreren Wellen mehrere Werte
- Spalte 4-6: Messwerte SN mit Datum
- Spalte 5-7: Messwerte BB mit Datum

In einheitlicher Farbgebung markiert sind Messwerte, die in SN und BB aufgrund des Datums ähnlich sein müssten. Das LUGV übermittelte den Gesamtstickstoff als TNb (gesamter gebundener Stickstoff), so dass aus der sächsischen Datenbasis einmal der Gesamt-Stickstoff TN (Tabelle 6-6) und in Tabelle 6-7 ebenfalls der TNb dargestellt sind (im Jahr 1995 keine Angabe hierzu).

Tabelle 6-6: Zusammenstellung mit TN für Sachsen (alle Angaben in [mg/l])

Ereignis	Scheitel		Einlauf Senftenberg			Schwarze Elster, Klein-Koschen		
	Eintritt	[m³/s]	TN	P	Datum	TNb	P	Datum
08.06.-30.06.1995	15.06.	32,2	6,4	0,1	29.05.1995	5,36	0,22	16.05.1995
ber. 1 gipfel.			6,45	0,097	27.06.1995	5,24	0,23	12.06.1995
			6,2	0,075	26.07.1995	5,19	0,13	28.06.1995
02.08.-26.08.2010	09.08.	41,6	3,1	0,071	20.07.2010	3,9	0,12	27.07.2010
ber. 2 gipfelig	15.08.	30,4	5,3	0,4	17.08.2010	6	0,143	10.08.2010
	17.08.	41,1	5,9	0,16	21.09.2010	6,2	0,169	24.08.2010
23.09.-20.10.2010			5,9	0,16	21.09.2010	3,5	0,078	21.09.2010
ber. 1 gipfel.	29.09.	55,2				5	0,098	05.10.2010
			4,7	0,1	19.10.2010	3,9	0,07	19.10.2010
			7	0,22	18.11.2010	4,3	0,181	02.11.2010
06.01.-20.01.2011	10.01.	39,3	7,1	0,14	12.01.2011	6,1	0,18	04.01.2011
pot. 2-gipfeliges	15.01.	35,1				6	0,078	18.01.2011
			6,9	0,13	02.02.2011	6,3	0,093	01.02.2011

Tabelle 6-7: Zusammenstellung mit TNb für Sachsen (alle Angaben in [mg/l])

Ereignis	Scheitel		Einlauf Senftenberg			Schwarze Elster, Klein-Koschen		
	Eintritt	[m³/s]	TNb	P	Datum	TNb	P	Datum
08.06.-30.06.1995	15.06.	32,2		0,1	29.05.1995	5,36	0,22	16.05.1995
ber. 1 gipfel.				0,097	27.06.1995	5,24	0,23	12.06.1995
				0,075	26.07.1995	5,19	0,13	28.06.1995
02.08.-26.08.2010	09.08.	41,6		0,071	20.07.2010	3,9	0,12	27.07.2010
ber. 2 gipfelig	15.08.	30,4	4,4	0,4	17.08.2010	6	0,143	10.08.2010
	17.08.	41,1	4,6	0,16	21.09.2010	6,2	0,169	24.08.2010
23.09.-20.10.2010			4,6	0,16	21.09.2010	3,5	0,078	21.09.2010
ber. 1 gipfel.	29.09.	55,2				5	0,098	05.10.2010
			3,5	0,1	19.10.2010	3,9	0,07	19.10.2010
			5,7	0,22	18.11.2010	4,3	0,181	02.11.2010
06.01.-20.01.2011	10.01.	39,3	7	0,14	12.01.2011	6,1	0,18	04.01.2011
pot. 2-gipfeliges	15.01.	35,1				6	0,078	18.01.2011
			6,3	0,13	02.02.2011	6,3	0,093	01.02.2011

6.1.4.3 Schlussfolgerungen aus der Messwertanalyse

Grundsätzlich lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen, berücksichtigt man die Tabelle 6-7:

- [1] Selbst bei Messungen am selben Tag sind teils deutliche Abweichungen zu erkennen. Besonders markant ist dies am 21.09.2010, wo beim TNb in Sachsen ein um 31 % höherer Wert ausgewiesen wird, beim P sogar um 105% (also das Doppelte).
- [2] Die Werte für Gesamt-P weichen meist für SN etwas nach oben ab.

- [3] Es ist zu hinterfragen, inwieweit eine Mittelung der Werte zulässig ist. Selbst wenn es sich nicht um dieselbe Messstelle handeln sollte, müssten die Konzentrationen eher ähnlich sein.
- [4] Sehr ähnliche Werte wurden bei beiden Messstellen am 19.10.2010 sowie am 01./02.02.2011 gemessen.
- [5] Beide wurden jedoch in deutlichem zeitlichem Abstand zur eigentlichen Hochwasserwelle gemessen.
- [6] Dies lässt den Schluss zu, dass Abweichungen z.B. am 21.09.2010 (im Verlauf der Hochwasserwelle) durchaus denkbar sind, da sie möglicherweise mit einem mehrstündigen Versatz gemessen wurden und dann tatsächlich bereits die Konzentrationen unterschiedlich ausfielen (Verdünnungseffekt).

6.1.4.4 Abschätzung der Nährstofffrachten

Auf der Beratung zur Präsentation der Zwischenergebnisse am 12.05.2014 sowie der anschließenden Bewertung der Hinweise der Teilnehmer wurde folgendes Vorgehen abgestimmt:

- Für jede der 6 Wellen (HQ_{I-III}) sowie ein- bzw. zweigipfelig) wird mit einer jeweils einheitlichen Konzentration über das Wellenvolumen die Gesamtfracht ermittelt.
- Für eine jede Variante ergibt sich für jeden See (komplex) mit Zuleiter und jedes Szenario ein Flutungsvolumen.
- Somit ist theoretisch **für jede Variante und jedes der 6 Abflussszenarien** eine Aussage möglich, mit welchen Schadstoffeinträgen in die Seen gerechnet werden muss.

Ziel muss nun demnach sein, aus den Daten in Kapitel 6.1.4.2 und den Schlussfolgerungen in Kapitel 6.1.4.3 eine repräsentative Konzentration für die eingipfelige und die zweigipfelige Welle abzuleiten.

Es wurden folgende Werte vorgeschlagen und durch die Fachbearbeiter der LDS bestätigt:

- (1) Es wird der gesamte gebundene Stickstoff (TNb) berücksichtigt.
- (2) Für das 1-gipfelige Ereignis wird als repräsentative Konzentration die Messung aus BB vom 12.06.1995 vorgeschlagen. Diese Messung fand im ansteigenden Ast der Hochwasserwelle statt, repräsentiert für TNb einen scheinbar eher konstanten Wert über einen längeren Zeitraum (s. Messung davor und danach) und im Falle des Gesamt-P ein eher ungünstiges Szenario.
- (3) Für das 2-gipfelige Ereignis wird vorgeschlagen, zumindest aus den Messungen vom 12.01.2011 in SN (zwischen den beiden Scheiteln) und am 04.01.2011 in BB (vor dem ersten Scheitel) ein arithmetisches Mittel abzuleiten. Die Messung am 18.01.2011, also drei Tage nach dem zweiten Scheitel, zeigt bereits eine abnehmende Tendenz.
- (4) Damit ergeben sich folgende „repräsentative“ Konzentrationen“:
 - 1-gipfelig: TNb = 5,24 mg/l P = 0,23 mg/l
 - 2-gipfelig: TNb = 6,55 mg/l P = 0,16 mg/l (04.01. und 12.01.)

6.1.4.5 Ergebnis der Nährstofffrachtberechnung

Die bei einer Hochwasserretention in die Seen gelangenden Frachten an Nährstoffen hängen von der Zuleitungswassermenge und der Nährstoffkonzentration in der Hochwasserwelle ab.

Je nach Varianten unterscheiden sich die Zuleitungswassermengen. Die Nährstoffkonzentration wird hingegen für alle Varianten und alle Abflussszenarien gleich angenommen. Beispielhaft sind in Tabelle 6-8 die Frachten für die Retentionsvarianten für das Szenario zweigipflige Welle HQ_{III} (65 m³/s) angegeben. Diese Werte werden, da sie die maximale Fracht darstellen, auch für den Variantenvergleich (Kapitel 6.1.5) herangezogen.

Tabelle 6-8: Nährstoffbilanzen Phase 1 für das zweigipflige HQ_{III}-Szenario

Variante	Einleitvolumen	Fracht TNb	Fracht P
	Mio. m ³	t	t
1	22,30	146,07	3,57
2	27,00	176,86	4,32
3	27,00	176,86	4,32
4	27,74	181,72	4,44
5	18,62	121,99	2,98
6	18,62	121,99	2,98
7	7,80	51,07	1,25
8	7,80	51,07	1,25
9	27,30	178,85	4,37
10	27,30	178,85	4,37
11	27,74	181,72	4,44

6.1.5 Variantenvergleich

Zwecks Gegenüberstellung und Vergleich unterschiedlicher Varianten der Bewirtschaftung ist die Berücksichtigung unterschiedlicher Kriterien erforderlich. Es musste deshalb eine nachvollziehbare Methodik zur Bewertung der einzelnen Kriterien hergeleitet werden.

Dabei muss die Abstufung der Bewertung innerhalb der einzelnen Kriterien nicht einheitlich sein, aber begründbar und nachvollziehbar. Ein subjektiver Faktor ist dabei nicht auszuschließen. Deshalb wurde diese kriterienspezifische Bewertung vorab mit dem AG in einem intensiven Abstimmungsprozess festgelegt.

Durch Berücksichtigung der Abstufung der Bewertungszahlen innerhalb der einzelnen Kriterien und einer nachfolgenden Wichtung ergibt sich für jede Variante eine Gesamtbewertungszahl. Das Ergebnis kann aber nur als Grundlage einer Entscheidungsfindung dienen, da durch die bereits erwähnte subjektive Ausprägung der einzelnen Arbeitsschritte eine „Gesamtbewertungszahl“ kein verlässliches einziges Kriterium sein kann.

Alle nachfolgend aufgeführten Einzelkriterien werden so bewertet, dass es nur Abwertungen zum Referenzzustand gibt, damit sich nicht positive und negative Auswirkungen bei Einzelkriterien in der zusammenfas-

senden Bewertung einer Variante ausgleichen. Die Variante mit der geringsten Abwertung gegenüber dem Referenzzustands wird am besten bewertet. Wichtig für die Bewertung ist somit die Definition des „Normzustandes“ für jedes Kriterium, von dem aus die Abwertung vorgenommen wird sowie die jeweilige Abstufung.

Hinweise, welche Abwertungen im Einzelfall bei jeder Variante und für jedes Kriterium erfolgten, finden sich in den Variantensteckbriefen (Anhang 4.1). Ergänzend zu den Angaben im Steckbrief erfolgt zusätzlich die Berücksichtigung des potentiellen Nährstoffeintrags in das SB Niemtsch, die Seenkette Bluno-Spreetal und die RLK (Kapitel 6.1.4).

6.1.5.1 Scheitelabfluss Senftenberg

insgesamt wurden in dieser Untersuchungsphase 3 unterschiedliche Scheitelabflussszenarien betrachtet. Der für den AG vorrangige Zielabfluss wäre $15 \text{ m}^3/\text{s}$, er stellt somit den Normzustand dar. Der Zielabfluss $22 \text{ m}^3/\text{s}$ führt pauschal zu einer Abwertung um -1, der Zielabfluss $35 \text{ m}^3/\text{s}$ führt pauschal zu einer Abwertung um -2. Dies gilt jedoch nur, wenn der Zielabfluss in allen Kriterien auch tatsächlich eingehalten wird. Beispielsweise ist zwar in Variante 1 der Zielabfluss $15 \text{ m}^3/\text{s}$. Da er aber bei zwei HQ ($54 \text{ m}^3/\text{s}$ und $65 \text{ m}^3/\text{s}$) nicht erreicht werden kann, wird eine Abstufung um 2×-1 vorgenommen.

6.1.5.2 Überschreitung maximaler planfestgestellter Staulamelle bzw. HW-Lamelle

Den Normzustand stellen die planfestgestellten max. Stau- bzw. HW-Lamellen dar: Niemtsch = 99,25 m NHN (gewöhnlicher HW-Rückhalteraum), 101,25 m NHN (RLK) und 104 m NHN (RLK Bluno).

Bei 3 HQ-Szenarien führte die Differenzierung der Wellen (eingipfelig und zweigipfelig) zu einer theoretischen Bemessungsganglinie unterschiedlicher Dauer und Volumina. Trotzdem ist nicht auszuschließen, dass zukünftig eventuell eingipfelige Ereignisse bei nicht höherem Scheitel größere Volumina liefern oder zweigipfelige geringere. Deshalb wurde hier ausschließlich nach den Szenarien HQ_I bis HQ_{III} unterschieden.

Für jede Abweichung vom Normzustand (Überschreiten der maximalen Lamelle) in einem der 3 Szenarien erfolgte eine Abwertung um -1, d.h. die max. Abwertung ist -3. Dabei erfolgte dies zusätzlich differenziert je „Wasserkörper“ (RLK, Niemtsch, RLK Bluno). Im Falle Niemtsch wird dieser Wert verdoppelt, wenn sogar die außergewöhnliche Staulamelle von 99,50 m NHN überschritten wird. Pro Variante werden die 3 Teilwerte letztendlich addiert.

6.1.5.3 Auswirkung auf wasserwirtschaftliche Bauwerke

Da dies praktisch direkt in das Kriterium Kosten eingeht und für alle Varianten bestimmte Anpassungen generell erforderlich sind (u.a. die Erfüllung der (n-1) Bedingung), wird dieses Kriterium nicht separat bewertet und in die Vergleichsmatrix nicht integriert.

6.1.5.4 Auswirkung Standsicherheit Böschungen

Faktisch ist dieses Kriterium ein Nebeneffekt aus der identifizierten Überschreitung der Staulamellen. Teilweise ergeben sich aber auch Anforderungen unter Berücksichtigung anderer Faktoren, wie im Falle der

Varianten mit sehr hohen Einleitmengen in die RLK, da in diesem Falle Standsicherheitsbetrachtungen erforderlich sind, die mit der teils schnellen Flutung zusammenhängen und damit zu einem schnellen Wasserstandanstieg führen können, wodurch die Böschungen eventuell anderen Belastungen ausgesetzt sind als im normalen Flutungsprozess mit kleinen Mengen. Als Normzustand wird deshalb „0“ gewählt. Sind Standsicherheitsuntersuchungen erforderlich, erfolgt eine Abwertung. Je nach Umfang sollte diese Abwertung theoretisch abgestuft erfolgen, wobei sich der konkrete Umfang aus der Länge der Böschungen, die ggf. betroffen wären, ergibt. Diese fließen aber auch deutlich in den Faktor / das Kriterium Kosten ein. Deshalb erfolgt hier eine Abwertung um maximal je -1, d.h. sind in allen drei „Wasserkörpern“ Untersuchungen erforderlich, beträgt die ungünstigste Bewertung -3.

6.1.5.5 Auswirkung Hydrogeologie

Jede potentielle Beeinflussung der hydrogeologischen bzw. geohydraulischen Verhältnisse sollte zu einer Abwertung führen. Auch in diesem Falle erfolgt somit für jede negative Auswirkung im ersten Ansatz eine Abwertung um -1. Dabei werden Auswirkungen, die jeweils durch die Änderung der Verhältnisse in einem der drei „Wasserkörper“ entstehen (auch wenn dies ggf. mehrere Einzelobjekte betrifft) zusammengefasst, so dass im ungünstigsten Falle wiederum -3 als Bewertungszahl eingeht.

Variante 5-8 haben durch die deutlich höheren Zielabflüsse im Bereich Senftenberg eventuell auch einen Einfluss auf die Hydrogeologie / GW-Stände im Stadtgebiet, die nicht aus der Flutung der TBS heraus entstehen. Dieses Kriterium ist aber gerade für die Öffentlichkeit von besonderer Bedeutung und führte deshalb in allen Varianten zur zusätzlichen Abwertung. Bei Variante 5 und 6 sind die Deichvorländer bis maximal zum Deichfuß nur wenige Zentimeter bis Dezimeter überströmt, bei Variante 7 und 8 schon deutlicher. Somit erfolgt hier zusätzlich die Abwertung um -1 bzw. um -2

6.1.5.6 Auswirkung Wassergüte

Als Normzustand = 0 wird angenommen, dass keine negative Auswirkung auf die Wassergüte zu erwarten sind. Generell gilt für alle Seen bzw. Wasserkörper, dass die Einleitung von Oberflächenwasser zumindest temporär die verhältnismäßig sauren Verhältnisse positiv beeinflussen kann, allerdings abhängig vom Verhältnis der Einleitmenge und dem Gesamtvolumen. Da die Einleitmenge nicht auf die einzelnen Gewässer aufgeschlüsselt wird, bleibt diese Auswirkung auch aufgrund der „Allgemeingültigkeit“ unberücksichtigt

Gleiches gilt für die Eutrophierungsgefahr. Diese besteht für alle Seen, wenn Nährstoffe eingeleitet werden. Dies wird aber später im Kriterium Nährstoffeintrag berücksichtigt, so dass hier kein Einfluss auf die Teilbewertungszahl erfolgt.

Demnach gilt für jede andere negative Änderung der Verhältnisse eine pauschale Abstufung um -1.

6.1.5.7 Auswirkung Naturschutz

Ausgehend vom Normzustand = 0 ist (keine negative Auswirkung zu erwarten) erfolgt für jede potentiell negative Änderung entsprechend eine Abwertung um -1.

6.1.5.8 Auswirkung NW-Bewirtschaftung

Auch hier stellt jede Verschlechterung eine entsprechend pauschale Änderung um -1 gegenüber dem Normzustand von 0 dar.

6.1.5.9 Auswirkung Tourismus

Teilkriterium „sonstige Einflüsse“

Der Normzustand = 0 ist, wenn keine negative Auswirkung zu erwarten ist. Für jede Abweichung erfolgt entsprechend eine Abwertung um -1.

Teilkriterium „Dauer Einschränkung“

Alle Seen sollen ein zusammenhängendes schiffbares System darstellen, so dass die uneingeschränkte Nutzung des Gesamtsystems immer erst wieder möglich ist, wenn der Teilbereich mit der längsten Flutungs- und Entleerungsdauer (die zusätzlich auch vom Abfluss in der Schwarzen Elster abhängen kann, hier aber formell erst einmal nicht einfließt) den Ausgangszustand wieder erreicht hat. Zwar sind bereits vorher Wasserstände erreicht, die beispielsweise die Wiederaufnahme der Schifffahrt erlauben oder aber in Teilbereichen (z.B. ERLK Bluno-Spreetal) ließen sich in einigen Varianten zumindest eingeschränkt die Verbindungen nutzen.

SB Niemtsch

Beim Becken Niemtsch wird in allen Varianten mit Flutung (1-3 und 9-11) jeweils während der Flutung auch parallel eine Abgabe bis max. 7 m³/s realisiert. In der Regel ist damit der Zeitraum, in dem eingeleitet wird, länger bzw. annähernd gleich dem Zeitraum, in dem ausgeleitet werden muss, denn selbst wenn es zum Anstieg des Wasserstandes kommt ($Q_{zu} > Q_{ab}$) wird bei fallendem Durchfluss in der Schwarzen Elster noch eingeleitet (weniger als 7 m³/s), gleichzeitig dann aber auch mehr ausgeleitet. Für Niemtsch ist deshalb ausschließlich die „Flutungsdauer“ in den Variantensteckbriefen und der Tabelle angegeben, da dies der Zeitraum mit nicht uneingeschränkter Nutzung wäre. Entsprechend den allgemeinen Annahmen wird Niemtsch unabhängig von den beiden anderen Wasserkörpern geleert und meist auch im Vorlauf, so dass diese Einschränkung letztendlich nicht in die Bewertung einfließt.

Seenkette Bluno-Spreetal und RLK Sedlitz-Skado-Koschen

Die Seenkette Bluno-Spreetal wird erst abgesenkt, nachdem der Ausgangswasserstand in der RLK erreicht ist, da dort in Variante 1-11 der einzige Auslauf aus dem Gesamtsystem berücksichtigt wird. Gleichzeitig fließt somit das Wasser weiterhin durch die RLK, so dass hier nicht zwingend bereits wieder eine vollumfängliche touristische Nutzung möglich ist.

Damit ergibt die Summe der Flutungs- und Entleerungsdauer aus diesen beiden Wasserkörpern die maximale Dauer der Einschränkung für jede der Varianten. In Tabelle 6-9 ist diese maximale Summe der Flutungs- und Entleerungsdauer für die Varianten, aufgerundet auf volle Tage, zusammengestellt, wobei das jeweils ungünstigste Szenario entsprechend der Variantensteckbriefe in Anhang 4.1 ausgewählt wurde.

Es ergeben sich Werte zwischen 30 und 107 Tagen, d.h. die ungünstigste Variante ist ca. 3,5-mal so lang wie die günstigste. Als Normzustand für das Teilkriterium „Einschränkung Nutzungsdauer für Tourismus“ wurde deshalb 30 Tage Stillstand touristischer Aktivitäten angesetzt. Für die anderen Varianten ergibt sich die Abwertung als Verhältnis dieses minimalen Wertes zum jeweiligen Einzelwert, wobei folgende Abstufung erfolgte (wegen des o.g. ca. 3,5 fachen Faktors)

- Abwertung um -1 bei > 0,75 bis 0,99
- Abwertung um -2 bei > 0,50 bis 0,75
- Abwertung um -3 bei > 0,25 bis 0,50
- Abwertung um -4 bei > 0,00 bis 0,25

Tabelle 6-9: Bewertung des Kriteriums Auswirkung auf Tourismus in Phase 1

Variante	max. Dauer im jeweiligen Gewässersystem		Summe	Verhältnis	Bewertung
	RLK Bluno-Spreetal	RLK Sedlitz-Skado-Koschen			
1	38	42	80	0,375	-3
2	66	34	100	0,300	-3
3	0	97	97	0,309	-3
4	0	107	107	0,280	-3
5	0	81	81	0,370	-3
6	0	55	55	0,545	-2
7	0	45	45	0,667	-2
8	0	30	30	1,000	0
9	0	59	59	0,508	-2
10	0	103	103	0,291	-3
11	0	103	103	0,291	-3

6.1.5.10 Auswirkung Nährstoffbilanz

Je nach Wellenvolumen können in die einzelnen Speicher bzw. Gewässer unterschiedliche Mengen an Nährstoffen, vor allem Phosphor- und Stickstoffverbindungen, eingetragen werden. Entsprechend Kapitel 6.1.4 konnte die Gesamtfracht bei jeder Variante für abgestimmte repräsentative Konzentrationen ermittelt werden, da bei jeder Variante für jede Einleitung die Gesamteinleitmenge berechnet werden kann.

Als Normzustand = 0 gilt in jedem Falle „kein Nährstoffeintrag“. Dies ist entsprechend nur für die Varianten 4-8 bei Niemtsch und 3-11 bei Bluno gegeben. Alle anderen Varianten müssen zu differenzierten Abwertungen führen.

Niemtsch

Im Falle des SB Niemtsch ist es denkbar, dass in den Varianten mit gleichzeitiger Aus- und Einleitung (Variante 1-3 und 9-11) durch den kontinuierlichen Fließprozess ein geringerer Teil der eingeleiteten Nährstoffe akkumuliert wird. Diese Akkumulation erfolgt für den Anteil, welcher sich aus der Differenz zwischen Zu- und Ablauf herleitet, d.h. die Angabe bezieht sich auf die im Steckbrief bzw. im Formular angegebene effektive

Einleitmenge. Aufgrund der deutlich größeren Mengen bei den Varianten 1 und 11 erfolgt für diese beiden eine Abwertung um 2 Punkte, für die anderen 4 Varianten um 1 Punkt.

Seenkette Bluno-Spreetal

Für Variante 1 erfolgt eine Abminderung um -1, weil ein zusätzlicher Eintrag gegeben ist, für Variante 2 um -3, da fast die dreifache Menge eingeleitet wird, die negativen Auswirkungen also deutlich ungünstiger wären.

Partwitzer See und Geierswalder See

Es liegen theoretisch Werte für beide Seen vor, da diese mittels unterschiedlicher Zuleiter beschickt werden. Letztendlich wird der Eintrag sich je nach konkreten Fließverhältnissen differenziert auf die 4 Seen in der RLK verteilen, was aber im Detail nicht untersucht wurde. Deshalb wurde die Summe gebildet und ähnlich wie bei der Seenkette Bluno-Spreetal für den minimalen Eintrag eine grundlegende Abweichung vom Normzustand mit -1 angenommen, das sind etwa 50 t bei Variante 7 und 8. Das ca. 1,5 fache gilt für Variante 1 und 2, dort erfolgt deshalb eine Abwertung um -2, bei Variante 5 und 6 mit dem ca. 2,5-fachen um -3 und bei allen anderen Varianten mit einem ca. 3,5 fachen Nährstoffeintrag im Verhältnis zur Variante mit dem geringsten Eintrag um -4.

Für die Vergleichsmatrix (Kapitel 6.1.5.12) wird dann die Summe dieser Bewertungszahlen aus den 3 Teilsystemen berücksichtigt.

Tabelle 6-10: Bewertung des Kriteriums Nährstoffeintrag in Phase 1

Variante	Nährstoffeintrag TNb und P gesamt [t] bei Szenario 65 m³/s und zweigipfelter Welle							
	RLK Bluno- Spreetal		Partwitzer See	Geiersw. See	Summe RLK		SB Niemtsch	
	Eintrag	Bew.	Eintrag		Bew.		Eintrag	Bew.
1	46,47	-1	34,91	52,46	87,37	-2	15,80	-2
2	110,36	-3	55,08	15,15	70,23	-2	0,59	-1
3	0,00	0	133,84	46,76	180,60	-4	0,59	-1
4	0,00	0	152,23	33,93	186,16	-4	0,00	0
5	0,00	0	104,26	20,71	124,97	-3	0,00	0
6	0,00	0	104,26	20,71	124,97	-3	0,00	0
7	0,00	0	40,32	12,00	52,32	-1	0,00	0
8	0,00	0	40,32	12,00	52,32	-1	0,00	0
9	0,00	0	145,26	37,95	183,21	-4	0,00	-1
10	0,00	0	145,26	37,95	183,21	-4	0,00	-1
11	0,00	0	133,84	40,32	174,16	-4	12,00	-2

6.1.5.11 Kosten

Jede Maßnahme zeichnet sich durch eine auf der Grundlage abgestimmter Einheitskostenansätze ermittelte potentieller Gesamtkosten aus (Kapitel 6.1.3).

Diese mussten zwecks direkter Kombination mit allen oberhalb bewerteten „weichen“ Kriterien in ähnlich relevante Bewertungszahlen umgesetzt werden. Dabei wurde berücksichtigt, dass bei den anderen Kriterien Abstufungen der Abminderungen zwischen -1 und max. -6 auftreten.

Mit dem AG wurde deshalb folgender Ansatz abgestimmt:

- Ermittlung der Kosten je Variante
- $V = \text{Verhältnis } P_{\min} / P_{\text{var}}$
- Abstufung der Bewertungszahl
 - $V = 1,00$: Normzustand = 0
 - $0,75 \leq V < 1,00$: -1
 - $0,50 \leq V < 0,75$: -2
 - $0,25 \leq V < 0,50$: -3
 - $0,00 \leq V < 0,25$: -4

6.1.5.12 Vergleichsmatrix

In Anhang 4.3 ist die Vergleichsmatrix für alle 11 Varianten mit den entsprechend Anhang 4.1 bzw. Tabelle 6-10 dokumentierten Bewertungszahlen zusammengestellt.

Zusätzlich können die einzelnen Kriterien für die Ableitung einer Vorzugsvariante gewichtet werden. Dabei ist festzulegen, wie stark welches Kriterium letztendlich in die rechnerische Gesamtbewertungszahl einfließt.

Im Hinblick auf die im weiteren Verlauf modifizierte Methodik zur Ableitung einer Vorzugsvariante (Kapitel 6.2) wird in Anhang 4.3 beispielhaft eine Wichtung berücksichtigt, bei welcher das wasserwirtschaftliche Kriterium ähnlich hoch gewichtet wird, die Kosten mit vorerst 10%.

Für diese Wichtung und die Ergebnisse der Variantenbewertung nach Anhang 4.1 ergäbe sich in diesem Falle die Empfehlung, die Variante 4 als Vorzugsvariante zu definieren. Nur geringfügig ungünstiger sind dann auf Platz 2 die beiden Varianten 3 und 10 zu erkennen.

6.1.6 Hydronumerische Nachweise

Laut Aufgabenstellung sollten folgende hydraulische Nachweise erbracht werden:

„Im Ergebnis der Variantenentwicklung bzw. -diskussion aus Punkt 5.5.1 ist für jedes Referenzereignis ($HQ_I=33 \text{ m}^3/\text{s}$ Ganglinie A, $HQ_I=33 \text{ m}^3/\text{s}$ Ganglinie B, $HQ_{II}=54 \text{ m}^3/\text{s}$ Ganglinie A, $HQ_{II}=54 \text{ m}^3/\text{s}$ Ganglinie B, $HQ_{III}=65 \text{ m}^3/\text{s}$ Ganglinie A, $HQ_{III}=65 \text{ m}^3/\text{s}$ Ganglinie B) für mindestens eine optimale Variante ein hydronumerischer Nachweis über die Veränderung der Wasserstände stromunterhalb zu führen. Dabei sind die Auswirkungen der einzelnen Varianten auf die gesamte Schwarze Elster bis zur Mündung in die Elbe zu untersuchen. Für den hydronumerischen Nachweis können die bestehenden Modelle des AG aus der Hydronumerik für die Erstellung der Grundlagendaten für die Gefahren- und Risikokarten genutzt werden (siehe 4.1). Der Nachweis ist unter Berücksichtigung der hydraulischen Verbindungen der Tagebauseen untereinander und der Über- und Ableitungskapazitäten in die Schwarze Elster zu führen. Es soll ausschließlich der Bereich der Schwarzen Elster zwischen den Hochwasserschutzdeichen mittels 1D-Modellierung untersucht werden.“

Im Leistungsangebot als auch auf der Auftaktveranstaltung zum Projekt am 19.01.2014 wurde die Methodik wie folgt vorgeschlagen:

- (1) Die Scheitelabflüsse je Variante unterhalb der letzten Wiedereinleitstelle werden über eine „manuelle Bilanzierung“ identifiziert.
- (2) Ab dort gilt formell der hydrologische Längsschnitt ist-Zustand für alle weiter folgenden Zwischeneinzugsgebiete und Zuflüsse.
- (3) Demzufolge werden an allen weiteren Querschnitten entsprechend die absoluten Differenzen aus dem Ist-Zustand pauschal übertragen/addiert.
- (4) Es werden ausschließlich stationäre Nachweise erbracht, da nur das 1D-Modell berechnet werden soll. In diesem Falle steigt bei Überlastung der Deiche der Wasserspiegel weiter an, eine Entlastung im Vorland erfolgt nicht. Das heißt, der maximale Wasserstand wird bei gleichem Scheitelwert für die ein- und zweigipfeligen Ereignisse nicht unterschiedlich sein, auch wenn das Wellenvolumen und der zeitliche Verlauf unterschiedlich sind.

Damit ergeben sich entsprechend den Abstimmungen zu den Zielabflüssen und den Varianten folgende Anforderungen an die hydraulischen Berechnungen:

- Ist-Zustand für $HQ_{I,II,III}$
 - Längsschnitt entsprechend Leistungsangebot, d.h. prozentuale Erhöhung Scheitelwerte aus TP 1 an jedem Knoten um das Verhältnis HQ_I/HQ_{10} , HQ_{II}/HQ_{100} und HQ_{III}/HQ_{200}
- für drei hydrologische Längsschnitte ($HQ_{I,II,III}$) Plan-Zustand
 - Zielabfluss von 15 m³/s ab dem ersten Berechnungsknoten unterhalb Wehr Koschen bis zum Querschnitt unterhalb Zulauf Ableiter aus dem Senftenberger See (=Pegel Biehlen)
 - am nächsten Querschnitt dieser Wert zzgl. Differenz aus Zwischeneinzugsgebiet
 - gültig ausschließlich für Variante 4, da für alle weiteren Varianten mit Zielabfluss 15 m³/s am Zuleiter aus dem SB Niemtsch auch während des Ereignisses eine kontinuierliche Abgabe von 7 m³/s (Bypassfunktion) berücksichtigt wurde (vgl. nachfolgende Anmerkungen hierzu)
- für drei hydrologische Längsschnitte ($HQ_{I,II,III}$) Plan-Zustand
 - Zielabfluss von 22 m³/s ab dem ersten Berechnungsknoten unterhalb Wehr Koschen bis zum Querschnitt unterhalb Zulauf Ableiter aus dem Senftenberger See (=Pegel Biehlen)
 - am nächsten Querschnitt dieser Wert zzgl. Differenz aus Zwischeneinzugsgebiet
 - gilt demnach für die Varianten 5 und 6
- für drei hydrologische Längsschnitte ($HQ_{I,II,III}$) Plan-Zustand
 - Zielabfluss von 35 m³/s ab dem ersten Berechnungsknoten unterhalb Wehr Koschen bis zum Querschnitt unterhalb Zulauf Ableiter aus dem Senftenberger See (=Pegel Biehlen)

- am nächsten Querschnitt dieser Wert zzgl. Differenz aus Zwischeneinzugsgebiet
- gilt demnach für die Varianten 7 und 8

Variante 1-3 bzw. 9-11 sind jeweils eine „Kombination“ aus den ersten beiden Berechnungen. Letztendlich gelten die Wasserspiegellagen für 15 m³/s dann bis oberhalb Einleitung aus dem Senftenberger See, für 22 m³/s ab unterhalb, so dass hierfür keine gesonderten Berechnungen erfolgen mussten, um die Auswirkungen auf die Wasserstände ab dem Pegel Biehlen interpretieren zu können.

Beispielhaft wurde die Herleitung der hierfür erforderlichen hydrologischen Längsschnitte in Kapitel 5.3 dokumentiert.

Die Ergebnisse werden als Wasserspiegellängsschnitt dargestellt. Abbildung 6-1 beinhaltet beispielhaft die Wasserspiegellagen für das Szenario HQ_{III} mit einem Systemzufluss von 65 m³/s am Pegel Neuwiese (Ist-Zustand sowie Absenkung Scheitel am Verteilerwehr Koschen auf 15, 22 bzw. 35 m³/s).

Hier ist zu erkennen, dass die Wasserspiegelabsenkung mit Retention für den Abschnitt unmittelbar unterhalb der Seenkette besonders deutlich ist und mit zunehmender Entfernung geringer ausfällt.

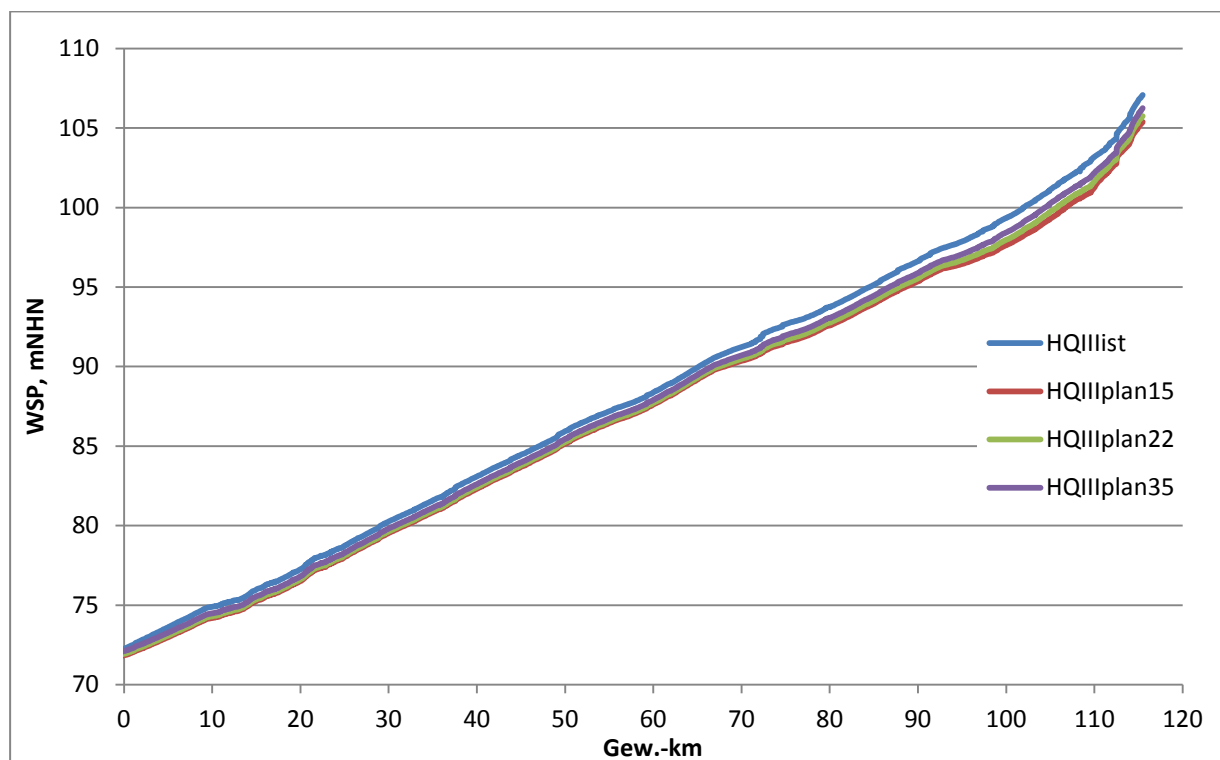


Abbildung 6-1: Wasserspiegellängsschnitte IST und PLAN für das Szenario III (65 m³/s)

Anschaulicher wird dieser Sachverhalt bei der Darstellung der Wasserspiegeldifferenzen zum Istzustand (Abbildung 6-2). Hier sind bei einer Drosselung des Abflusses von 65 m³/s auf 15 m³/s im Bereich Senftenberg Wasserspiegelabsenkungen von bis zu 2,0 m nachweisbar. Selbst bei einer Scheitelreduzierung auf 35 m³/s beträgt die Wasserstandsabnahme im Bereich Senftenberg immerhin noch bis zu 1,0 m.

Unterhalb von Fluss-km 71 (Mündung Pulsnitz) ist die Wasserspiegeldifferenz immer noch deutlich vorhanden, fällt aber geringer aus als für den Abschnitt oberhalb und bleibt dann aufgrund der Annahmen (bei weiteren Nebengewässern wird die absolute Differenz des Scheitels addiert, berücksichtigt werden nicht die Effekte der Vorlandüberflutung da nur das Gerinne zwischen den Deichen berechnet wurde) bis zur Mündung nahezu konstant. Bedingt ist dies dadurch, dass hier durch den Zufluss aus der Pulsnitz als erstes größeres Nebengewässer die Scheiteldifferenz relativ deutlich geringer ist.

Die Differenz zwischen dem Plan-Zustand mit 35 m³/s im Bereich Senftenberg und Szenario I (33 m³/s) bestätigt die Plausibilität der Untersuchungen, da sie praktisch durchgängig weniger als 5 cm ist. Im Abschnitt oberhalb km 105 fällt sie positiv aus. Bedingt ist dies dadurch, dass ab unterhalb km 105 die bisher durch Überströmen einzelner Deichabschnitte auch im Ist-Zustand eine Entlastung erfolgt, die für den Planzustand nicht berücksichtigt wurde und sich somit zu einer geringfügig höheren Wasserspiegellage am unteren Ende des Abschnitts führt, ab dem keine Ausuferungen mehr stattfinden.

Im Mündungsbereich sind die Abweichungen zwischen Plan- und Ist-Zustand je nach Szenario positiv oder negativ. Bedingt ist dies durch die erforderliche Annahme einer unteren Randbedingung (Wasserstand) an der Elbe.

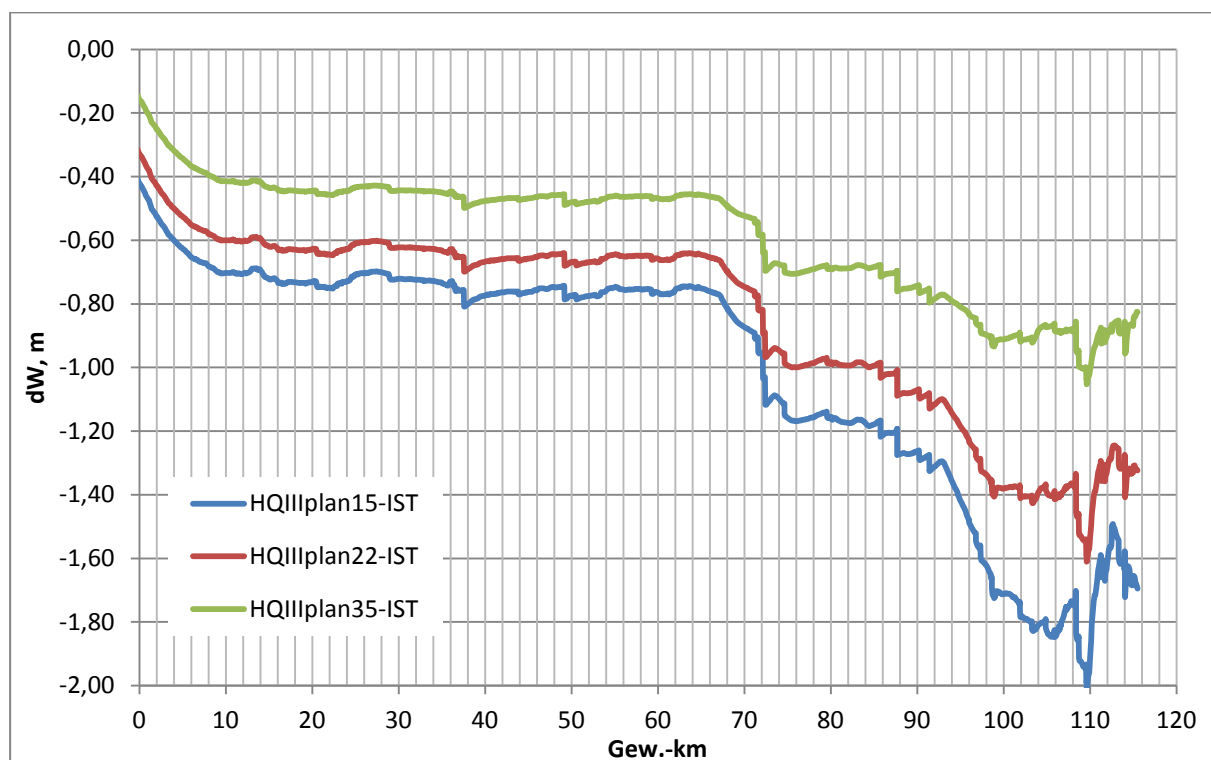


Abbildung 6-2: Wasserspiegeldifferenzen PLAN-IST für Szenario III (65 m³/s)

Ein vergleichbares Bild zeigt sich auf für die Berechnung mit HQ_I (Abbildung 6-3) und HQ_{II} (Abbildung 6-4).

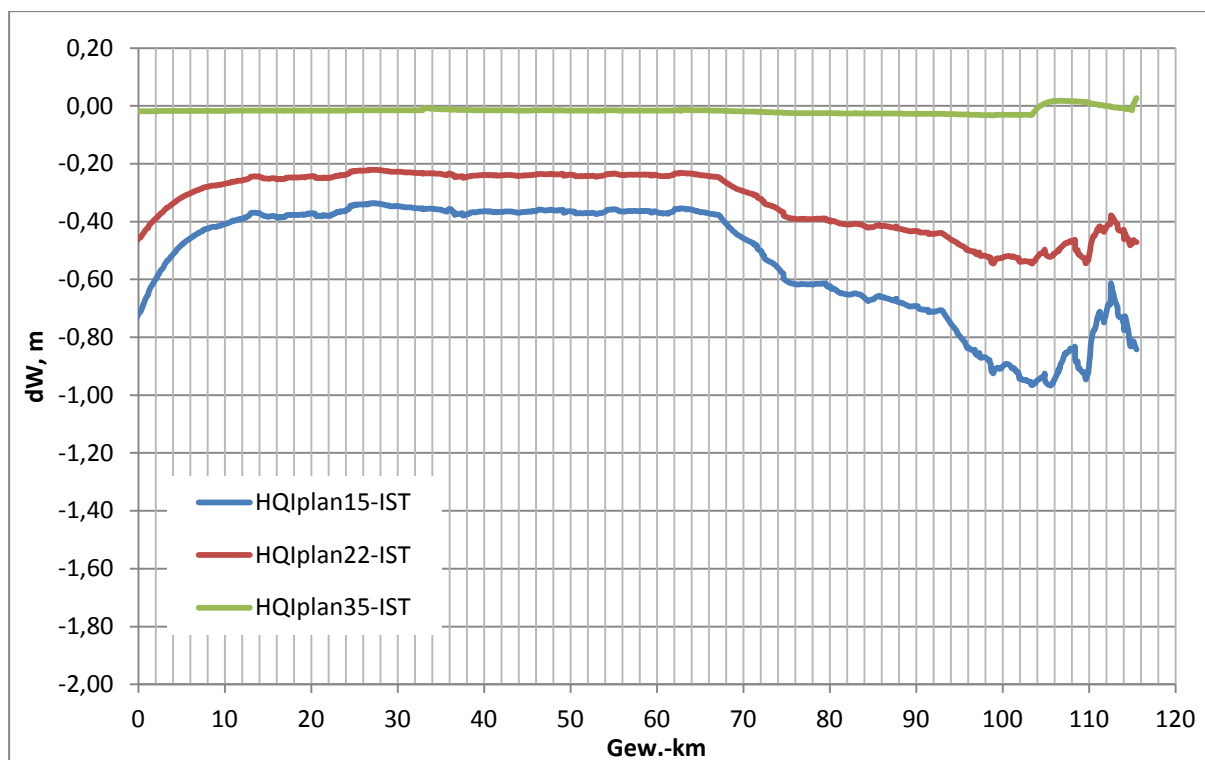


Abbildung 6-3: Wasserspiegeldifferenzen PLAN-IST für Szenario I (33 m³/s)

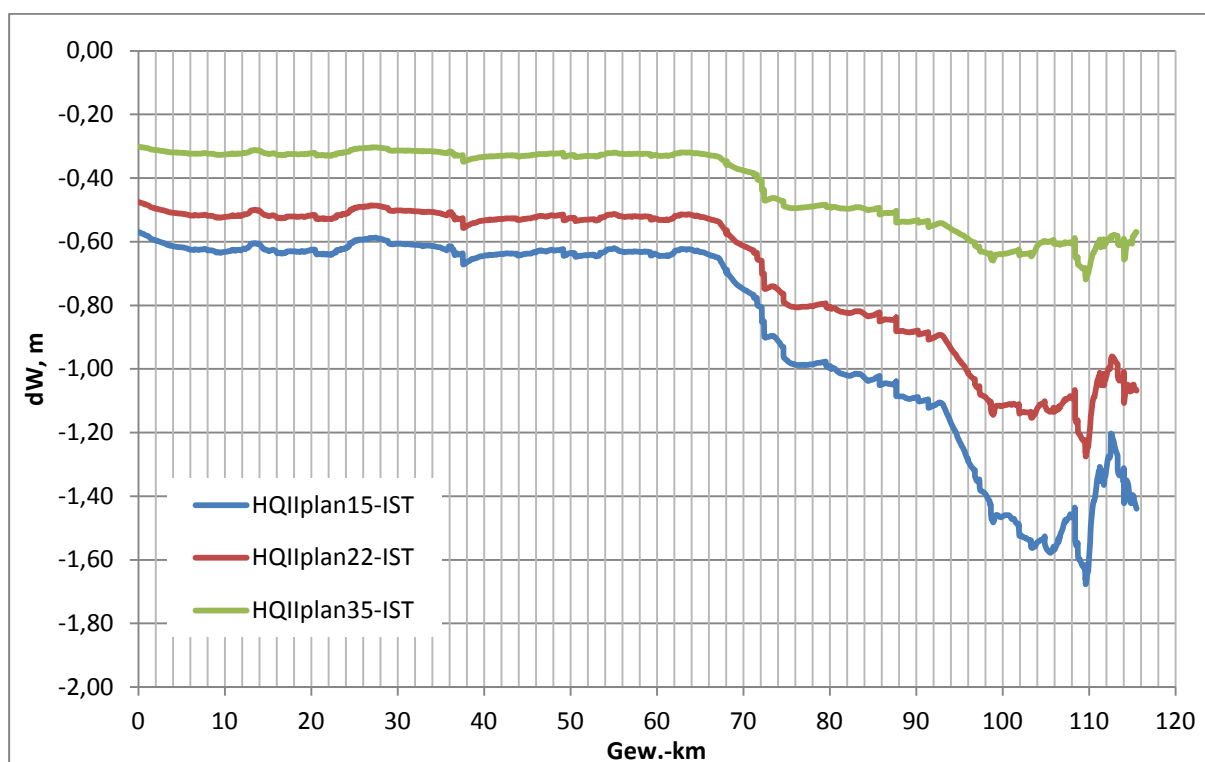


Abbildung 6-4: Wasserspiegeldifferenzen PLAN-IST für Szenario II (54 m³/s)

6.2 Phase 2: Minimierung Zielabfluss Senftenberg als Funktion des verfügbaren Retentionsvolumens im System

6.2.1 Ableitung der Untersuchungsvarianten

Im Ergebnis der ausführlichen Sichtung der Unterlagen zur Phase 1 durch die Mitglieder des AK-HWR sowie der anschließenden Zwischenabstimmung am 18.02.2015 wurden die in Kapitel 6.1 untersuchten Randbedingungen als auch die grundlegende Zielstellung der Untersuchung modifiziert (Kapitel 6.2.1.3). Hierbei wurden gleichzeitig Hinweise aus einer Öffentlichkeitsveranstaltung am 10.02.2015 in Senftenberg („Runder Tisch zum Hochwasser- und Grundwassermanagement“) entsprechend gewürdigt.

Es werden weiterhin die Seen der Blunoer Kette, die 4 Gewässer der RLK und der Speicher Niemtsch als je ein zusammenhängendes System / Wasserkörper betrachtet unter der Annahme, dass sich Zuflüsse zum System unabhängig vom Ort der Einleitung gleichmäßig im jeweiligen Komplex verteilen, ohne das hydraulische Kapazitäten der Überleiter hier eine Randbedingung darstellen.

Als potentielle Zuleiter sind vorerst zu betrachten die Zuleiter zum

- Neuwieser See,
- Partwitzer See,
- Geierswalder See und
- SB Niemtsch.

Die erforderlichen Kapazitäten für die RLK (Geierswalder See und Partwitzer See) werden wie bisher vorgestellt auch weiterhin fiktiv aufgeteilt. Die konkreten Aussagen hierzu oder gar zur Errichtung eines oder mehrerer zusätzlicher Zuleiter zu diesem System lassen sich erst im Zuge der weiteren Planungsschritte ableiten.

Die herzuleitende **Vorzugsvariante** soll unter diesen Randbedingungen einen **minimalen Abfluss unterhalb der Mündung der Rainitza bei maximalem Einstau der RLK bis 101,25 m NHN, der Spreetal-Blunoer Kette bis 104,0 m NHN und ohne Erhöhung des Wasserstandes im Senftenberger See über 98,7 m NHN** (innerhalb planfestgestellter Randbedingungen) ermöglichen. Dies ist **für alle HW-Szenarien HQI-III** (ein- bzw. zweigipfelig) erforderlich.

Die geänderten Randbedingungen sowie die sich daraus ableitenden neuen Varianten werden in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt. Durch die Modifikation der Zielstellung und Randbedingungen ergab sich auch das Erfordernis, das Konzept zum Variantenvergleich entsprechend anzupassen.

6.2.1.1 Grundvarianten

Grundvariante 1 - PFB

Es ist eine erste Grundvariante zu untersuchen, welche die in den Seesteckbriefen dokumentierte PFB-Situation darstellt (Variante 1). Damit beträgt die maximale Einleitkapazität in den Speicher Niemtsch 15 m³/s, die maximale Ausleitkapazität 7 m³/s. Als Zielabfluss von Wehr Kleinkoschen bis Einleitung Senf-

tenberger See sind die bisher auch als Minimum eingeschätzten 15 m³/s anzusetzen. Dies entspricht somit der Variante 1 in Tabelle 6-3:

Grundvariante 2 – Ist-Zustand

Diese Variante 2 entspricht der Grundvariante 1 mit folgenden Änderungen:

- Der bisher nicht errichtete Zuleiter zum Partwitzer See wird nicht berücksichtigt.
- Die erforderliche Kapazität wird vorerst allerdings nicht durch eine Vergrößerung der Kapazität des Zuleiters Geierswalder See kompensiert.
- Als Anfangswasserstand wird in der RLK von 100,50 m NHN, in der Kette Spreetal-Bluno von 103,5 m NHN ausgegangen.

6.2.1.2 Ausgangswasserstände zu Beginn der Flutung

Ab der Variante 2 sind im Ergebnis der Beratung vom 18.02.2015 sowie der Voruntersuchungen in 2014 für alle Varianten die Anfangswasserstände 100,5 m NHN für die RLK und 103,5 m NHN für die Spreetal-Blunoer Seenkette anzusetzen.

Für das SB Niemtsch ist als Anfangswasserstand ab Variante 2 nicht 99,0 m NHN, sondern 98,7 m NHN vereinbart worden, der auch nicht ansteigen soll.

6.2.1.3 Zielabfluss im Bereich Senftenberg

Aus der Analyse der Gewässerquerprofile im kritischen Bereich in Senftenberg leitete sich in 2014 ein Zielabfluss bis oberhalb der Einleitung aus dem Becken Niemtsch von ca. 15 m³/s als unkritisch im Hinblick auf die Beeinflussung der GW-Verhältnisse in der Ortslage Senftenberg ab. Dieser wird nun ausschließlich für die Untersuchung und Bewertung der Varianten 1 bis 3 berücksichtigt.

Ziel der Varianten 4 bis maximal 7 ist nach Festlegung vom 18.02.2015 zu untersuchen, wie stark eine weitere Absenkung unter Berücksichtigung der Randbedingungen möglich ist.

Dieser Zielabfluss gilt vor allem für den Stadtbereich Senftenberg. Unterhalb kommt es bei $\leq HQ_{10}$ bis in den Bereich Lauchhammer zu keinen nennenswerten Ausuferungen in sensiblen Bereichen, ausschließlich im landwirtschaftlich genutzten Vorland. Das HQ_{10} unterhalb Senftenberg, also am Pegel Biehlen, beträgt laut den Untersuchungen zu den HWGK und HWRK 34,84 m³/s [B19].

Deshalb wurde gleichzeitig festgelegt, dass ab Variante 2 der gewöhnliche HWS-Raum im SB Niemtsch nicht mehr beansprucht werden soll. Dies wird dadurch erreicht, dass dieser See als „Bypass“ betrachtet wird (vgl. Kapitel 6.2.1.6). Die maximale Bypassleistung ist durch die max. Kapazität des Ausleitbauwerkes gegeben. Somit wird ab dem Pegel Biehlen unmittelbar unterhalb der Rückleitung aus dem SB Niemtsch in die Schwarze Elster der Gesamtscheitelabfluss dann die Summe aus dem Zielabfluss Senftenberg und der Ableitung aus dem Becken Niemtsch betragen, maximal also Zielabfluss +7 m³/s.

Im Protokoll vom 18.02.2015 wurde weiterhin festgelegt, dass der Zielabfluss sukzessive in Intervallen von 2,5 m³/s für die einzelnen Varianten abzusenken ist.

6.2.1.4 Effektivität der Variante im Hinblick auf die Zielerreichung

Es gelten die gleichen Aussagen wie in Kapitel 6.1.1.4.

6.2.1.5 Reihenfolge der Öffnung / Schließung von Flutungsbauwerken

Grundlegend gelten weiterhin die Aussagen entsprechend Kapitel 6.1.1.5.

Ab Variante 3 bis zur letztendlichen Vorzugsvariante soll jedoch in jedem Falle eine potentielle HW-Lamelle von 103,5-104,0 m NHN in der Blunoer Kette berücksichtigt werden. Der untere Wert stellt den Anfangswasserstand dar, der obere soll letztendlich nicht überschritten werden.

Durch die Annahme zur Reihenfolge der Flutung gemäß Kapitel 6.1.1.5 (kontinuierliche Flutung Seenkette Bluno-Spreetal auch nach Beginn der Zuleitung in die anderen Gewässer bzw. nach deren Schließung bei abklingendem Hochwasser) ist demnach **in einem ersten Schritt in jeder Variante** zu ermitteln, welche maximale Ableitkapazität der Zuleiter Neuwiese haben darf, damit die obere Lamelle nicht überschritten wird, ohne dass die Zuleitung im Verlauf des Hochwassers geschlossen werden muss. Dies erfolgt iterativ, indem die Zuleiterkapazität so lange verringert wird, bis die obere Staulamelle nicht mehr überschritten wird. Dies betrifft praktisch immer Szenario HQ_{III} / zweigipflig, da das Gesamtflutungsvolumen für den obersten Zuleiter und somit der Endwasserstand praktisch nur von der erforderlichen Dauer der Kappung der Hochwasserwelle abhängt (je geringer der Zielabfluss, umso eher muss die Flutung im ansteigenden Ast beginnen und umso später kann sie im abfallenden Ast eingestellt werden).

Diese variantenbezogene maximale Kapazität für den Zuleiter Neuweiser See wird dann berücksichtigt, um die erforderliche maximale Kapazität für die beiden folgenden Zuleiter Partwitzer See und Geierswalder See zu ermitteln, die sich immer aus der Differenz von 65 m³/s, der max. Kapazität in den Neuwieser See, den 5 m³/s in das SB Niemtsch (Bypass; Kapitel 6.2.1.6) und dem jeweiligen Zielabfluss ergibt.

Wie diese letztendlich aufgeteilt werden, ist in der Bauplanung zu klären. Vermutlich kann/muss jedoch bei derartigen Mengen/erforderlichen Kapazitäten davon ausgegangen werden, dass es günstiger ist, diese auf eventuell sogar mehr als 2 Zuleiter aufzuteilen. Deshalb wird hier ab Variante 3 eine annähernd gleiche Aufteilung auf die Zuleiter Partwitzer See und Geierswalder See vorgesehen. Hierdurch tritt auch eine Entlastung für die sächsische Fließstrecke zwischen diesen beiden Ableitern ein (wenn der in den Partwitzer See wie geplant umgesetzt wird).

6.2.1.6 Auslauf aus dem Becken Niemtsch während des Hochwassers bzw. zum Zwecke der Entleerung nach dem Hochwasser

Gemäß Kapitel 6.2.1.3 soll ab Variante 2 der Speicher Niemtsch wie ein Bypass fungieren.

Für die Betrachtungen wird generell davon ausgegangen, dass eine Vorentlastung nicht rechtzeitig erfolgt (worst case) und das SB Niemtsch zum Beginn des Hochwassers bzw. einer realisierten Einleitung bis

98,70 m NHN eingestaut ist (Kapitel 6.2.1.2). Ausnahme bildet die Variante 1 mit einem Anfangswasserstand von 99,0 m NHN.

Ab Variante 2 wird somit davon ausgegangen, dass aus dem Becken Niemtsch während des Hochwassers parallel zur Einleitung eine Abgabe erfolgt. In den bisherigen Untersuchungen und auch für die Variante 1 in Untersuchungsphase 2 wurde die maximale Ausleitkapazität mit 7 m³/s angenommen, d.h. sobald der Abfluss unter Berücksichtigung der Einleitung zum SB Niemtsch sowie aller Ableitungen stromoberhalb 7 m³/s überschreitet, wird der Zulauf gedrosselt bzw. konstant bei 7 m³/s gehalten, so dass das Auslaufbauwerk mit eben dieser Kapazität die Abgabe von 7 m³/s realisiert. Dies ergab sich aus den in Kapitel 6.1.1.6 dokumentierten Informationen des Bewirtschaftungsplans von 1996 [S25]:

<u>Wasserstand</u>	<u>max. Q_A [m³/s]</u>
99,25	9,00
99,00	7,00
98,50	3,50
98,00	1,20
97,70	0,40

Da keine weiterführenden bzw. detaillierteren Informationen zur Hydraulik des Auslaufbauwerks vorlagen, wurde die Leistungskurve als Diagramm aufgetragen und für den nun geforderten maximalen Wasserstand von 98,7 m NHN durch Interpolation ein Abfluss von max. 4,9 m³/s ermittelt (Abbildung 6-5). In die Berechnungen ab Variante 2 geht somit vereinfacht als maximale Zulauf- und somit auch Ablaufkapazität ein Wert von 5 m³/s ein, was zwangsläufig zu einer höheren erforderlichen Einleitung in die anderen Seen führt (im Vergleich zur Untersuchungsphase 1 mit 7 m³/s.).

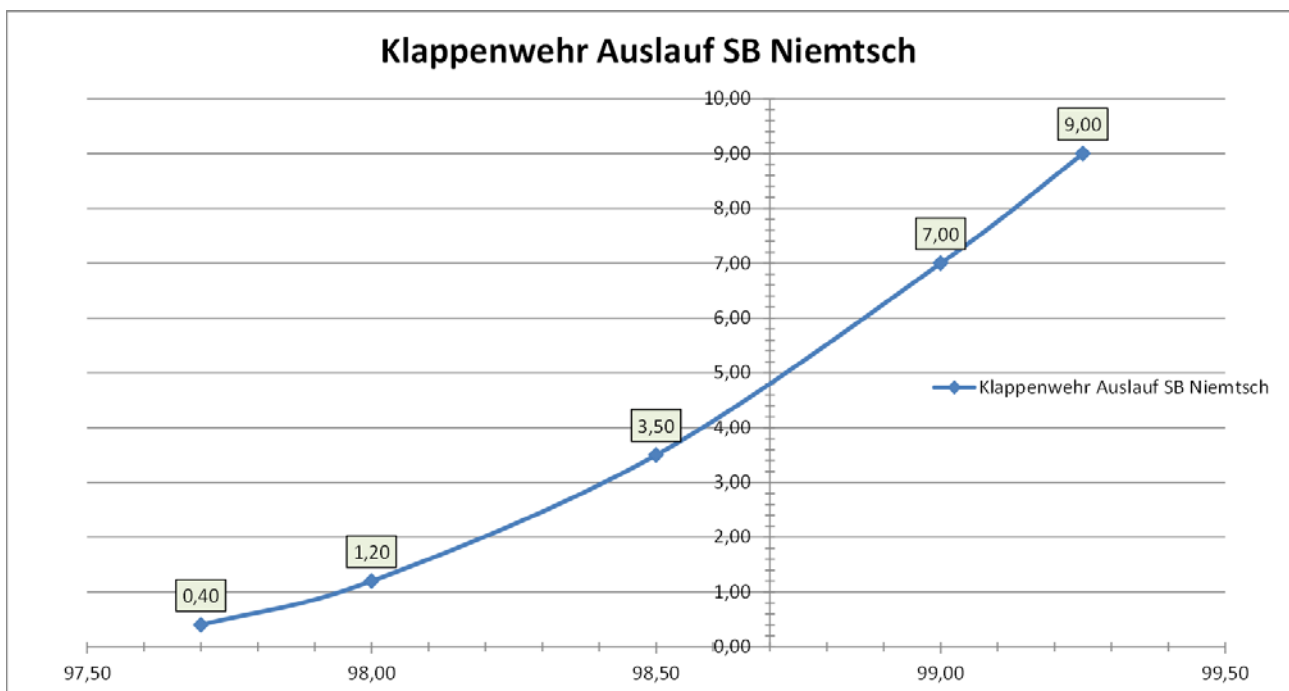


Abbildung 6-5: Abschätzung der Kapazität des Klappenwehrs am Auslauf SB Niemtsch bei 98,70 m NHN

6.2.1.7 Entleerungszeiten der RLK über Sedlitzer See

Alle Aussagen aus Kapitel 6.1.1.7 gelten unverändert. Die sich aus den maximalen Wasserständen, den zu erreichenden Zielwasserständen (obere Lamelle des Einstaus) sowie den unterschiedlichen Ausbauvarianten ergebenden Entleerungsdauern sind in Tabelle 6-11 zusammengefasst.

Tabelle 6-11: Entleerungsdauern der RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro der Untersuchungsvarianten Phase 2 für unterschiedliche Konzeptionen zum Ableiter Sedlitzer See

Variante Tabelle 6.13	max. Wasser- stand [m NHN]	Absenkung auf [m NHN]	Entleerungsdauer RLK Sedlitz- Skado-Koschen_Meuro (Tage)	
			bei Sohlbreite Ableiter 4,5 m (gem. Anh. 4.1)	bei Sohlbreite Ableiter 7,0 m
1	101,33	101,00	25,5	19,0
2	100,74	100,50	38,2	27,8
3	101,03	100,50	69,9	51,2
4	101,14	100,50	79,9	58,6
5	101,23	100,50	87,5	64,3

6.2.1.8 Entleerungszeiten RLK Bluno

Erst wenn die RLK wieder auf den Anfangswasserstand abgesenkt wurde, kann der ÜL 6 geöffnet werden. Die theoretische Entleerungsdauer für die RLK Bluno-Spreetal errechnet sich dabei aus dem Einstauvolumen über der Lamelle 103,50 m NHN und einer maximalen Ableiterkapazität von 4 m³/s für den ÜL 6 (Abbildung 3-5).

Ausschließlich in Variante 1 beginnt die Entleerung der Seenkette Bluno-Spreetal nach Absenkung des Wasserstands in der RLK auf 101,0 m NHN. Für diesen kann das Wehr an der Ausleitung in die Rainitz bei mittleren Verhältnissen in der Schwarzen Elster diesen Zustrom auch direkt wieder an die Rainitz mit max. 4,6 m³/s bzw. 6,2 m³/s abgeben (Tabelle 3-1 bzw. Abbildung 3-2), d.h. faktisch wird der Wasserstand in der RLK nicht ansteigen und sich die RLK Bluno-Spreetal mit maximaler Geschwindigkeit entleeren können. Bis zu Abflüssen von ca. 12,5 m³/s in der Schwarzen Elster ist die Kapazität bei Ausführung der Variante Sohlbreite

4,5 m höher als der potenzielle Zufluss aus der Seenkette. Bei Umsetzung der Variante (Sohlbreite Ableiter 7 m) sogar bis Abflüssen in der Schwarzen Elster von 15 m³/s. Dies entspricht dem für diese zweite Untersuchungsetappe vereinbarten/abgestimmten maximalen Zielabfluss (Kapitel 6.2.1.3), so dass erst nach dessen Unterschreitung die Entleerung über das Bauwerk am Sedlitzer See beginnen kann und somit aus dieser Sicht auch die objektiven Randbedingungen für die Einschätzung der Entleerungszeiten in jedem Falle korrekt sind.

Ab Variante 2 wird der Wasserstand zuerst auf 100,50 m NHN in der RLK abgesenkt. In diesem Fall kann das Wehr jedoch lediglich eine Leistung von 2,2 m³/s abrufen (vgl. Tabelle 3-1). Somit wird ab Variante 2 die Entleerungszeit für die Bluno-Spreetaler Seenkette mit dieser maximalen Kapazität geschätzt und in Anhang 5.1 dokumentiert. Um nicht zwischenzeitlich den Wasserstand in der RLK ansteigen zu lassen, muss also für die Entleerung nach dem Hochwasser die Schleuse geschlossen bleiben und die Abgabe aus dem Neuwieser See (RL Bluno) an den Partwitzer See (RL Skado) gedrosselt werden, bis auch in der oberen Kette die Ziellamelle von 103,5 m NHN wieder erreicht ist.

Sollte letztendlich der Ableiter Sedlitzer See durch Anpassung der Sohlbreite der Rainitza auf 7,00 eine höhere Leistungsabgabe erzielen können (bei 100,50 m NHN wären dies gem. Tabelle 3-1 dann 3,1 m³/s), wäre die Entleerungszeit deutlich kürzer.

Eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Entleerungszeiten für die Seenkette Bluno-Spreetal (ähnlich der vorab dargestellten für die RLK) nach Erreichend es Zielwasserstands in der RLK sowie der nachfolgenden Öffnung des ÜL 6 je nach Ausbauvariante des Überleiters und somit einer angepassten Abgabekapazität im ÜL 6 enthält die Tabelle 6-12.

Tabelle 6-12: Entleerungsdauern der Seenkette Bluno-Spreetal der Untersuchungsvarianten Phase 2 für unterschiedliche Konzeptionen zum Ableiter Sedlitzer See

Variante Tabelle 6.13	max. Wasser- stand [m NHN]	Absenkung auf [m NHN]	Entleerungsdauer Seenkette Bluno- Spreetal (Tage)	
			bei Sohlbreite Ableiter 4,5 m (gem. Anh. 5.1)	bei Sohlbreite Ableiter 7,0 m
1	104,52	104,00	20,0	20,0
2	104,03	103,50	36,4	25,9
3	104,00	103,50	34,8	24,7
4	104,00	103,50	34,2	24,3
5	104,00	103,50	34,9	24,7

6.2.2 Variantenbeschreibung

Im Ergebnis der Diskussion vom 18.02.2015 wurden die in Tabelle 6-13 zusammengefassten Varianten unter Berücksichtigung der vorab dokumentierten Randbedingungen abgeleitet. Entsprechend den Hinweisen in Kapitel 6.2.1.3 wurde dabei ab Variante 3 der Zielabfluss in Stufen von 2,5 m³/s verringert.

Analog der 1. Untersuchungsphase werden die Randbedingungen, die Ergebnisse der Auswertung sowie die Grundlagen für den späteren Variantenvergleich in Form von Steckbriefen zusammenfassend als Anhang 5.1 beigelegt.

Die letzte Zeile in Tabelle 6-13 fasst jeweils die Ergebnisse im Hinblick auf die Erfordernis der Weiterführung der Untersuchungen zusammen. Demnach wurde identifiziert, dass Variante 5 praktisch das Optimum unter

Berücksichtigung aller vorab definierten Randbedingungen bzw. Zielstellungen darstellt. Es werden dann 104 m NHN und 101,23 m NHN in den beiden Gewässerkörpern als maximale Wasserstände für Szenario III, zweigipflig erreicht.

Bei einer weiteren Absenkung des Zielabflusses in Senftenberg auf 7,5 m³/s können über den Partwitzer See nur noch maximal 4,11 m³/s eingeleitet werden. Die erforderliche Erhöhung der Einleitmenge in die RLK (wiederum verteilt auf die beiden Zuleiter) ergäbe einen maximalen Wasserstand in der RLK von dann 101,34 m NHN, somit eine Überschreitung der planfestgestellten Staulamelle und wegen des definierten Ausschlusskriteriums ein Ausscheiden dieser und aller weiteren Varianten im Variantenvergleich.

Tabelle 6-13: Potentielle Retentionsvarianten in der 2. Untersuchungsphase

	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	Var. 7
Anfangswasserstand RLK [m NHN]	101,0	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
Anfangswasserstand Seenkette Bluno-Spreetal [m NHN]	104,0	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
Anfangswasserstand Speicher Niemtsch [m NHN]	99,0 m	98,7 m	98,7 m	98,7 m	98,7 m	98,7 m	98,7 m
Zielabfluss uth. Wehr Kleinkoschen bis Einleiter SB Niemtsch (Biehlen) [m³/s]	15	15	15	12,5	10	7,5	5
Maximale Einleitkapazität Neuwieser See [m³/s]	5	5	Optimierung: 4,74 m³/s	Optimierung: 4,21 m³/s	Optimierung: 4,16 m³/s	Optimierung 4,11 m³/s	Optimierung
Maximale Einleitkapazität Partwitzer See [m³/s]	5	0	20	20	22,55	24,05	???
Maximale Einleitkapazität Geierswalder See [m³/s]	10	10	20,26	23,29	23,29	24,34	???
Maximale Einleitkapazität SB Niemtsch [m³/s]	15	5	5	5	5	5	5
Maximale Ausleitkapazität SB Niemtsch [m³/s]	7	5	5	5	5	5	5
Bemerkungen	PFB mit abgestimmtem Zielabfluss aus Phase 1; Anstieg Wasserstand Niemtsch ab $Q_{zu} > 7 \text{ m}^3/\text{s}$	Ist-Zustand mit abgestimmtem Zielabfluss aus Phase 1; Niemtsch Bypass mit Kapazität bei 98,7 m NHN am Auslauf	max. 104 m NHN in ERLK; Niemtsch ist Bypass; Partwitz max. 20 m³/s; Rest erf. max. Kapazität nach Geierswalder See	max. 104 m NHN in ERLK; Niemtsch ist Bypass; Partwitz max. 20 m³/s; Rest erf. max. Kapazität nach Geierswalder See	max. 104 m NHN in ERLK; Niemtsch ist Bypass; Partwitz und Geierswalder See ähnl. max. Kapazität		
Ergebnis	Ausschlusskriterium wird wirksam	Ausschlusskriterium wird wirksam	max. Wasserstände 104,0 und 101,03 m NHN	max. Wasserstände 104,0 und 101,14 m NHN	optimale Variante; max. Wasserstände 104,0 und 101,23 m NHN	104,0 und 101,34 m NHN in RLK wird dann Ausschlusskriterium wirksam	nicht mehr untersucht

6.2.3 Kostenabschätzung

Für die Schätzung der Kosten der Maßnahmen zur Umsetzung der einzelnen Varianten wurden die gleichen Ansätze wie in Kapitel 6.1.3 beschrieben berücksichtigt.

Anhang 5.2 fasst die Ergebnisse für die 5 untersuchten Varianten zusammen.

6.2.4 Ermittlung der Nährstofffrachten bei Hochwassereinleitung in die Tagebaurestseen

Es wurden die gleichen methodischen Ansätze berücksichtigt wie in Kapitel 6.1.4 dokumentiert. Die nun abweichenden Ergebnisse und das sich daraus ableitende Erfordernis der Anpassung des Konzeptes zum Variantenvergleich finden sich in Kapitel 6.2.5.10.

6.2.5 Variantenvergleich

Unter Berücksichtigung der angepassten Zielstellung der Untersuchungen (vgl. einleitende Ausführungen zu Kapitel 6.2.1) wurde durch den AG auf der Beratung am 18.02.2015 ein dreistufiges Konzept zum Variantenvergleich gefordert. Im Einzelnen ergaben sich folgende Abweichungen zum ursprünglichen Variantenvergleich der 1. Untersuchungsphase:

- Ausgangspunkt für alle ab Variante 2 ist nun ein einheitlicher Anfangswasserstand von 103,5 m NHN (RLK) bzw. 100,5 m NHN (Seenkette Bluno-Spreetal.)
- Die Lamelle von $101,25 - 100,5 = 0,75$ m und $104,0 - 103,5 = 0,50$ m NHN soll dann ausschließlich der Aufnahme von Hochwasser aus der Schwarzen Elster vorbehalten bleiben.
- Die Überschreitung der planfestgestellten oberen Lamellen der RLK (101,25 m NHN inkl. HW-Lamelle) und Seenkette Bluno-Spreetal (104,0 m NHN) sind auf alle Fälle nicht zulässig. Tritt dies ein, ist dies ein **Ausschlusskriterium (Stufe 1 des Vergleichs)**. Diese Varianten sind im weiteren Vergleich nicht mehr zu berücksichtigen.
- Weiterhin muss abgesichert sein, dass der jeweilige Zielabfluss unterhalb Verteilerwehr bis Wiedereinmündung aus dem SB Niemtsch in allen Szenarien (HQ_{I-III}, sowohl ein- als auch zweigipflig) nicht überschritten wird, andernfalls ist dies ebenfalls als Ausschlusskriterium zu betrachten.
- Aus der neuen Aufgabenstellung ergibt sich demzufolge, dass ab Variante 3 keine der untersuchten Varianten diesem Ausschlusskriterium unterliegen kann, da ja Ziel ist, die Zuleiterkapazitäten und den Zielabfluss zu optimieren, so dass die besagten Randbedingungen zur Einhaltung der Staulamellen nicht verletzt werden.
- Dennoch sollen auf Wunsch des AG zwecks Nachvollziehbarkeit/Vergleichbarkeit mit den bisher untersuchten 11 Varianten der Phase 1 die bereits abgestimmten Kriterien und Bewertungsstufen formal angewendet werden (**Stufe 2 des Vergleichs**).
- Allerdings war es erforderlich, bestimmte Normzustände neu zu definieren, da sich beispielsweise die Einstaudauern dadurch ändern, dass nun bei den geringeren Wasserständen als obere Lamelle die Seenkette Bluno-Spreetal nicht mehr so schnell entleert werden kann wie in den ursprünglichen Varianten (vgl. Kapitel 6.2.1.8).

- Weiterhin wurde vom AG gefordert, dass das Kriterium Kosten gesondert gegenübergestellt wird (**Stufe 3 des Variantenvergleichs**)
- Zusammenfassend sind hier nochmals die drei Stufen dargestellt:
 - Stufe 1: Prüfung ob Ausschlusskriterium vorliegt
 - Stufe 2: für alle Varianten die nach Stufe 1 nicht auszuschließen sind formelle Anwendung des Konzeptes inkl. Erläuterungen zu den Bewertungen in den Variantensteckbriefen
 - Stufe 3: Zusammenstellung der Kosten jeder Variante auf der Grundlage der abgestimmten Einheitskostenansätze

Die grundlegenden Ansätze haben sich nicht geändert. Auf Grundlage der einzelnen Variantensteckbriefe wurden die dort benannten Hinweise bei der Punktbewertung berücksichtigt.

Ergänzend zu den Angaben im Steckbrief erfolgt wie auch in Phase 1 zusätzlich die Berücksichtigung des potentiellen Nährstoffeintrags (Kapitel 6.2.5.10).

Alle Einzelkriterien werden weiterhin so definiert, dass jede Abweichung von der Norm (nur) zu Abwertungen führt.

Allerdings werden einige der Kriterien nun einheitlich für alle Varianten sein (müssen), da die gleichen Randbedingungen gelten (z.B. Anfangswasserstand in den beiden Seenketten 0,5 m unter dem Normzustand gemäß PFB).

Stufe 1 des Variantenvergleichs – Ausschlusskriterium

Entsprechend der abgestimmten Bewertungsvorgaben gilt als erstes Ausschlusskriterium die Überschreitung der oberen planfestgestellten Stau- bzw. HW-Lamelle in einem der drei Gewässersysteme / Gewässerkörper.

In Variante 1 ist dies der Fall in der RLK Bluno-Spreetal in allen Szenarien und in der RLK in einem Szenario (s. Anhang 5.1). Somit wird Variante 1 im weiteren Verlauf nicht mehr betrachtet werden müssen.

In Variante 2 ist dies (wenn auch minimal) beim Ereignis HQ_{III} zweigipflig der Fall (3 cm). Da jedoch der Zielabfluss in zwei Szenarien in Variante 2 nicht eingehalten werden kann (2. Ausschlusskriterium), ist auch diese Variante im weiteren Verlauf nicht zu berücksichtigen.

Es verbleiben für die Anwendung des Vergleichsschemas somit nur alle Varianten ab Variante 3, die sich dann aber in einer Vielzahl der Kriterien wegen gleicher Randbedingungen nicht mehr oder nur noch sehr geringfügig unterscheiden.

6.2.5.1 Scheitelabfluss Senftenberg

Der für Variante 1 und 2 vorgegebene Zielabfluss kann per Definition der max. Kapazitäten der Zuleiter mind. im Maximalfall nicht eingehalten werden. Je Szenario, bei dem dieser nicht garantiert wird, erfolgt somit theoretisch eine Abwertung um -1, somit eine maximale Abwertung um -3. Da beide Varianten durch das Ausschlusskriterium entfallen (s. oben) ist dies nicht mehr erforderlich.

Ab Variante 3 sind die max. Kapazitäten aller Zuleiter immer per se auf die Absicherung des Zielabflusses ausgerichtet. Durch höhere Kapazitäten bei geringerem Zielabfluss spielen die Kosten in Stufe 3 und einzelne andere Kriterien dann eine Rolle. Demzufolge wurde versucht, einen Normzustand zu definieren, der es ermöglicht, Varianten mit geringerem Zielabfluss höher zu bewerten. Deshalb wird als Normzustand der Zielabfluss für die letztendlich optimierte Variante 5 von 10 m³/s angesetzt. Jede Zielabflussstufe höher bekommt eine Abwertung um jeweils -1. Demzufolge musste zuerst die Optimalvariante gefunden werden, bevor die nachfolgende Abstufung umgesetzt werden konnte:

Normzustand = 0: 10,0 m³/s (Variante 5)

-1: 12,5 m³/s (Variante 4)

-2: 15,0 m³/s (Variante 3)

6.2.5.2 Überschreitung maximaler planfestgestellter Staulamelle bzw. HW-Lamelle

Ab Variante 3 wird die Kapazität des Zuleiters zum Neuwieser See jeweils vorab so optimiert, dass dort die obere Lamelle nicht überschritten wird (Kapitel 6.2.1.5). Parallel ist in allen Varianten die Einhaltung der max. Lamelle von 101,25 m NHN in der RLK zu gewährleisten.

Auch für Niemtsch wird durch die berücksichtigte Bypassfunktion die potentielle HW-Lamelle von 99,25 m NHN nie erreicht (max. Zulauf = max. Ablauf).

Variante 1 und 2 entfallen durch Ausschlusskriterium. Damit ist für alle Varianten der Normzustand per se gegeben bezüglich dieses Kriteriums. Alle erhalten „0“.

6.2.5.3 Auswirkung auf wasserwirtschaftliche Bauwerke

Es gelten die gleichen Hinweise wie in Phase 1 (Kapitel 6.1.5.3).

6.2.5.4 Auswirkung Standsicherheit Böschungen

Faktisch resultiert dies aus einer Überschreitung der unteren oder oberen planfestgestellten Wasserstandslamellen. Bei erheblichen Überschreitungen der oberen planfestgestellten Lamellen wäre neben Untersuchungen auch ggf. die Herstellung der Standsicherheit erforderlich. In Anhang 5.2 wurde angesetzt, dass dies ggf. auf 75 % der untersuchten Länge erforderlich wird. Dies trifft allerdings nur auf Variante 1 und 2 zu, die wegen des Ausschlusskriteriums ohnehin aus dem endgültigen Variantenvergleich herausfallen.

Ab Variante 3 wird eine Überschreitung oberer Lamellen nicht mehr toleriert. Es gibt also keinen Bedarf für die Anpassung der Standsicherheit. Somit erfolgt hier keine Abwertung und auch keine Berücksichtigung der Kosten.

Teilweise ergeben sich jedoch analog zu Phase 1 Anforderungen unter Berücksichtigung anderer Faktoren, wie im Falle von Varianten mit hohen Einleitmengen in die RLK, da in diesem Falle Standsicherheitsbetrachtungen erforderlich sind, die mit der teils schnellen Flutung zusammenhängen und damit zu einem schnellen Wasserstandsanstieg führen können, wodurch die Böschungen eventuell anderen Belastungen ausgesetzt

sind als im normalen Flutungsprozess mit kleinen Mengen. Als Normzustand wird deshalb wieder „0“ gewählt und dieser als Kapazität für die Zuleiter entsprechend PFB definiert.

Neuwieser See: 5 m³/s

Für den Neuwieser See verringern sich mit jeder Variante die Zuleitmengen, damit bei kleinerem Zielabfluss die obere Lamelle nicht überschritten wird. Somit erfolgt bei allen Varianten (3-5) keine Abwertung.

Partwitzer See: 5 m³/s

Für den Partwitzer See wird parallel zur Absenkung der Kapazität des Zuleiters Neuwieser See die Kapazität entsprechend erhöht. Der größte Sprung ist der um 20 m³/s in Variante 3. Danach erhöht sich die erforderliche Kapazität kaum noch, so dass für alle Varianten jeweils eine Abminderung um -1 vorgenommen wurde.

In den Kosten (Anhang 5.2) wird dies ebenfalls als erforderlicher Untersuchungsumfang berücksichtigt.

Dabei werden die Kosten für die Erweiterung in Variante 5 eine Stufe höher eingeschätzt als in Variante 3 und 4.

Geierswalder See: 10 m³/s

Für den Geierswalder See wird parallel zur Absenkung der Kapazität des Zuleiters Neuwieser See ebenfalls die Kapazität entsprechend erhöht. Auch hier ist der größte Sprung der zwischen Variante 2 und 3. Deshalb erfolgt auch hier diesbezüglich jeweils eine Abminderung um -1

Die Kosten für die Erweiterung in Variante 4 und 5 wurden dabei eine Stufe höher eingeschätzt als in Variante 3 (vgl. Anhang 5.2).

SB Niemtsch: 15 m³/s

Generell liegt die ab Variante 2 berücksichtigte Zulaufkapazität unter der existierenden, so dass keinerlei Auswirkungen zu berücksichtigen sind.

6.2.5.5 Auswirkung Hydrogeologie

Der Normzustand = 0 gilt, wenn keinerlei relevante Änderungen aus Sicht der Hydrogeologie eingeschätzt werden. Jede potentielle Beeinflussung der hydrogeologischen bzw. geohydraulischen Verhältnisse sollte zu einer Abwertung führen. Auch in diesem Falle gilt somit für jede negative Auswirkung theoretisch eine Abwertung um -1. Dabei werden Auswirkungen, die jeweils durch die Änderung der Verhältnisse in einem der drei „Wasserkörper“ entstehen (auch wenn dies ggf. mehrere Einzelobjekte betrifft) zusammengefasst, so dass im ungünstigsten Falle wiederum -3 als Bewertungszahl eingeht.

Ab Variante 2 ist für alle Varianten eine dauerhafte Absenkung der oberen Lamelle (gegenüber dem Normzustand aus den PFB) in den Gewässerkomplexen Bluno-Spreetal und RLK als Randbedingung vorgegeben.

Diese hat im Bereich der RLK mögliche Auswirkungen (z.B. Setzungen) bis Geierswalde, Großräschen und Sedlitz, und Lieske/Bahnsdorf; also erfolgt ab Variante 2 generell eine Abwertung um -1.

Mögliche Auswirkungen durch Überschreitung der planfestgestellten oberen Staulamellen entfällt im Gegensatz zum ursprünglichen Vergleichskonzept aus Phase 1, da dies Ausschlusskriterium ist und somit Varianten mit diesem Ergebnis nicht mehr betrachtet werden sollen (Kapitel 6.2.5).

6.2.5.6 Auswirkung Wassergüte

Es gelten grundlegend die Aussagen aus Kapitel 6.1.5.6. Bei der dauerhaften Absenkung der RLK Bluno-Spreetal und dem damit verbundenen erhöhten GW-Zustrom in den Bergener See, Neuwieser See und Sabrodter See kann es dort eventuell zur Verschlechterung der Qualität kommen. Gleiches gilt natürlich auch für eine dauerhafte Absenkung des Wasserstands in der RLK. Damit wird entsprechend den Vorgaben zur strikten weiteren Anwendung des Konzeptes aus Untersuchungsphase 1 ab Variante 2 für alle Varianten eine Abwertung um -2 vorgenommen.

6.2.5.7 Auswirkung Naturschutz

Es gelten die Aussagen aus Kapitel 6.1.5.7 analog.

6.2.5.8 Auswirkung NW-Bewirtschaftung

Wie in Untersuchungsphase 1 (Kapitel 6.1.5.8) ergibt jede Verschlechterung eine entsprechend Änderung um -1 gegenüber dem Normzustand von 0, wobei der Normzustand die obere Staulamelle von 101,0 bzw. 104,0 m NHN darstellen.

Durch die geplante dauerhafte Absenkung des Wasserstands in der RLK ab Variante 2 steht theoretisch weniger Wasservolumen für die Niedrigwasserbewirtschaftung zur Verfügung. Betrachtet man als RLK aber alle vier Gewässer, beträgt das verfügbare Volumen in der Lamelle 100,0 bis 100,5 m NHN 19,3 Mio. m³ und entspricht somit den länderübergreifenden Bewirtschaftungsgrundsätzen (15 Mio. m³). Nach Auskunft der LDS sind alle Gwässer der ERLK (also der RLK und der Seenkette Bluno-Spreetal) im WBalMo (Bilanzierungsmodell für die Schwarze Elster) als ein Gewässer zusammengefasst. Prognosen, bei welchen die Tagebauseen absinken und in welchen Umfängen die unteren Stauziele unterschritten werden, waren hierdurch bisher nicht möglich.

6.2.5.9 Auswirkung Tourismus

Teilkriterium „sonstige Einflüsse“

Der Normzustand = 0 ist, wenn keine negative Auswirkung zu erwarten ist. Für jede Abweichung erfolgt entsprechend eine Abwertung um -1. Für alle 3 zu vergleichenden Varianten wird, da zumindest zeitweise in unterschiedlichem Maße die Nutzung in 2 Teilsystemen beschränkt ist, gleichwertig eine Abwertung um -2 eingeführt.

Teilkriterium „Dauer Einschränkung“

Alle Seen sollen ein zusammenhängendes schiffbares System darstellen, so dass die uneingeschränkte Nutzung des Gesamtsystems immer erst wieder möglich ist, wenn der Teilbereich mit der längsten Flutungs-

und Entleerungsdauer (die zusätzlich auch vom Abfluss in der Schwarzen Elster abhängen kann, hier aber formell erst einmal nicht einfließt) den Ausgangszustand wieder erreicht hat. Zwar sind bereits vorher Wasserstände erreicht, die beispielsweise die Wiederaufnahme der Schifffahrt erlauben oder aber in Teilbereichen (z.B. Seenkette Bluno-Spreetal) ließen sich in einigen Varianten zumindest eingeschränkt die Verbindungen nutzen.

SB Niemtsch

Beim Becken Niemtsch wird in allen Varianten ab Variante 3 die gleiche Menge ein- wie ausgeleitet. Für Niemtsch ist deshalb ausschließlich die „(Durch)Flutungsdauer“ in den Variantensteckbriefen angegeben, d.h. dies ist der Zeitraum, in dem die Durchströmung tatsächlich erfolgt, um den Zielabfluss einzuhalten.

Auch nach Rückgang des Hochwassers ist laut Bewirtschaftungsplan eine kontinuierliche Durchströmung mit 0,5-1 m³/s abzusichern.

Es wird davon ausgegangen, dass es auch bei den größeren Mengen nicht zu relevanten Fließgeschwindigkeiten kommt (wodurch sich ggf. Einschränkungen für den Tourismus ableiten könnten), da der Wasserstand praktisch identisch bleibt. Somit bleibt das Becken Niemtsch generell unberücksichtigt

Seenkette Bluno-Spreetal und RLK

Die Seenkette Bluno-Spreetal wird erst abgesenkt, nachdem der Ausgangswasserstand in der RLK erreicht ist, da dort der einzige Auslauf aus dem Gesamtsystem berücksichtigt wird. Gleichzeitig fließt das Wasser weiterhin durch die RLK, so dass hier nicht zwingend bereits wieder eine vollumfängliche touristische Nutzung möglich ist.

Damit ist die Summe der Flutungs- und Entleerungsdauer aus diesen beiden Wasserkörpern die maximale Dauer der Einschränkung für jede der Varianten. In Tabelle 6-14 ist diese maximale Summe der Flutungs- und Entleerungsdauer für die Varianten, aufgerundet auf volle Tage, zusammengestellt, wobei das jeweils ungünstigste Szenario entsprechend der Variantensteckbriefe in Anhang 5.1 ausgewählt wurde.

Es ergeben sich Werte zwischen 123 und 142 Tagen. Als Normzustand für das Teilkriterium „Einschränkung Nutzungsdauer für Tourismus“ wurde deshalb 123 Tage Einschränkung touristischer Aktivitäten angesetzt.

Variante 4 bedeutet eine um 7,5% längere Dauer der potentiellen Einschränkung, Variante 5 um 15%. Damit erscheint eine zweistufige Abminderung um -1 und -2 gerechtfertigt.

Tabelle 6-14: Bewertung des Kriteriums Auswirkung auf Tourismus in Phase 2

Variante	max. Dauer im jeweiligen Gewässersystem		Summe	Verhältnis	Bewertung
	Flutung RLK Bluno-Spreetal	Entleerung RLK + RLK Bluno			
3	18	105	123	1,000	0
4	18	114	132	1,073	-1
5	19	123	142	1,154	-2

6.2.5.10 Auswirkung Nährstoffbilanz

Entsprechend Kapitel 6.1.4 konnte die Gesamtfracht bei jeder Variante für abgestimmte repräsentative Konzentrationen ermittelt werden, da bei jeder Variante für jede Einleitung die Gesamteinleitmenge berechnet werden kann.

Als Normzustand $= 0$ gilt in jedem Falle „kein Nährstoffeintrag“. Variante 1 und 2 sind nur informativ dargestellt, entfallen für den Variantenvergleich wegen des Ausschlusskriteriums.

SB Niemtsch

Im Falle des SB Niemtsch ist es denkbar, dass ab Variante 2 mit gleichzeitiger Aus- und Einleitung durch den kontinuierlichen Fließprozess nur ein Teil der eingeleiteten Nährstoffe akkumuliert wird. Deshalb wird ab Variante 2 die Fracht die sich aus dem Volumen, welches den Speicher durchfließt, ermittelt wurde, nur mit 25% in Ansatz berücksichtigt.

Da diese bei allen Varianten gleich ist (Scheitel bis auf die $5 \text{ m}^3/\text{s}$ wird jeweils bereits vorher gekappt) ist für alle keine Abwertung erforderlich.

Seenkette Bluno-Spreetal

Durch die variantenbezogene „Vorab-Optimierung der max. Zulaufkapazität“ (Kapitel 6.2.1.5) können sich die Frachten kaum ändern, da in allen Fällen die gesamte potentielle Lamelle 103,5 bis 104,0 m NHN identisch ist und voll ausgeschöpft werden soll, d.h. das Volumen fast identisch ist (nur anders zeitlich verteilt).

Die in Tabelle 6-15 ausgewiesenen geringen Differenzen ergeben sich aus Interpolationsungenauigkeiten (die Lamelle wurde nicht bis auf den „Millimeter“ optimiert).

Deshalb erfolgt bei keiner Variante eine ungünstigere Beurteilung (im Gegensatz zu den in 2014 untersuchten 11 Varianten mit deutlich unterschiedlicher Belastung der Seenkette Bluno-Spreetal (vgl. Kapitel 6.1.5.10)).

Partwitzer See und Geierswalder See

Es liegen theoretisch Werte für beide Seen vor, da diese mittels unterschiedlicher Einleiter beschickt werden. Letztendlich wird sich der Eintrag je nach konkreten Fließverhältnissen differenziert auf die 4 Seen in der RLK verteilen, was aber hier nicht im Detail modelliert wird. Deshalb wurde auch in dieser Phase die Summe gebildet und im weiteren Verlauf berücksichtigt.

Zwischen der minimalen Variante 3 und Variante 4 nimmt der Eintrag um ca. 19% zu, im Vergleich von Variante 5 und Variante 3 um 38%. Damit erfolgt pauschal eine Abwertung um -1 für die Variante 4 und um den doppelten Faktor für Variante 5.

Tabelle 6-15: Bewertung des Kriteriums Nährstoffeintrag in Phase 2

Variante	Nährstoffeintrag TNb und P gesamt [t] bei Szenario 65 m³/s und zweigipfliger Welle							
	Neuwieser See		Partwitzer See	Geierswalder See	Summe RLK		SB Niemtsch	
	Eintrag	Bew.	Eintrag			Bew.	Eintrag	Bew.
1	46,47	---	34,91	52,46	87,37	---	15,80	---
2	46,47	---	0,00	63,89	63,89	---	5,87	---
3	44,43	0	106,92	33,18	140,10	0	1,62	0
4	43,68	0	123,21	44,02	167,23	-1	1,62	0
5	44,45	0	149,25	44,02	193,27	-2	1,62	0

6.2.5.11 Kosten

Entsprechend des dreistufigen Bewertungskonzeptes fließen die Kosten nicht mehr in die Vergleichsmatrix ein. Die variantenbezogenen Kosten sind hier zusammenfassend dargestellt. Ausführliche Angaben zur Ermittlung sind in Kapitel 6.1.3 und in Anhang 5.2 zu finden. Die Kosten für Variante 1 und 2 sind hier nicht dargestellt, da sie in die Ableitung der Vorzugsvariante nicht einfließen.

Der Zuleiter Partwitzer See ist dabei als vorhanden entsprechend des PFB berücksichtigt.²

Tabelle 6-16: Kostenzusammenstellung der drei Varianten der Untersuchungsphase 2

Variante Tabelle 6-13	Baukosten (netto)	Planungskosten (netto)	Unvoherges. (netto)	Gesamt (netto)	Gesamt (Brutto)	
3	7.729.000 €	1.429.700 €	996.000 €	10.154.700 €	12.084.093 €	100,00%
4	7.829.000 €	1.466.700 €	1.016.000 €	10.311.700 €	12.270.923 €	101,55%
5	8.329.000 €	1.606.700 €	1.116.000 €	11.051.700 €	13.151.523 €	108,83%

6.2.5.12 Vergleichsmatrix

Für die in Untersuchungsphase 2014 übermittelte Matrix zum Variantenvergleich erfolgte letztendlich keine verbindliche Abstimmung zur Wichtung der einzelnen Kriterien (vgl. Kapitel 6.1.5.12 bzw. Anhang 4.3).

Diese Matrix ändert sich nun dahingehend, dass die Kosten nicht mehr direkt in den Vergleich eingehen. Deshalb wurden in Anhang 5.3 die Kosten entsprechend Tabelle 6-16 zwar mit angegeben (um die Vergleichbarkeit mit Anhang 4.3 herzustellen), jedoch mit dem Faktor 0% gewichtet, d.h. sie gehen nicht in den Vergleich bzw. die Gesamtbewertungszahl ein.

² Die Kosten für die generelle Errichtung des aktuell nicht vorhandenen Zuleiters zum Partwitzer See sind in Anhang 5.2 bzw. Tabelle 6-16: Kostenzusammenstellung der drei Varianten der Untersuchungsphase 2 nicht enthalten, sondern ausschließlich Kosten für die Erweiterung der Kapazität bzw. den hochwassersicheren Ausbau (n-1-Bedingung). Nach aktuellen Aussagen der LMBV wird jedoch die Errichtung für die Flutung nicht mehr angestrebt, so dass diese zusätzlichen Kosten in den weiteren Planungen entsprechend mit berücksichtigt werden müssen.

Hauptziel ist die Einhaltung eines möglichst geringen Scheitelabflusses im Bereich Senftenberg, d.h. dieses Kriterium bekommt die höchste Wichtung mit 50%.

Eine Überschreitung der oberen planfestgestellten Lamelle ist in allen nicht diesem Ausschlusskriterium unterliegenden Varianten nicht möglich, wird also ebenfalls mit 0% gewichtet.

Standortsicherheitsfragen sind ausschließlich für die schnelle Flutung von Bedeutung. Sie werden zusätzlich in den Kosten berücksichtigt und deshalb nur mit 5% gewichtet.

Negative Auswirkungen auf die Hydrogeologie sind in allen Varianten im Vergleich zur Planfeststellung kaum zu erwarten, da keine Überschreitung der ursprünglich vorgesehenen Höchstwasserstände eintreten darf. Lediglich die dauerhafte Absenkung könnte mit möglichen Auswirkungen verbunden sein, die aber noch mittels detaillierter GW-Modellierung untersucht werden müssten. Deshalb wird hier auch mit nur 5% gewichtet.

Die Gewässergüteproblematik könnte hingegen durch den erhöhten Zustrom des Grundwassers zukünftig von Bedeutung sein und sollte somit mit mind. 10% gewichtet werden.

Da auf den Naturschutz nur bedingt Auswirkungen eintreten beträgt auch hier der Faktor nur 5%.

Das Volumen von 19,3 Mio. m³ (zwischen 100,0 und 100,5 m NHN) in der RLK beträgt bei dauerhafter Absenkung der oberen Lamelle immer noch 4 Mio. m³ mehr als aus den Bewirtschaftungsvorgaben. Dabei ist aber sehr wahrscheinlich davon auszugehen, dass durch den in Trockenzeiträumen geringeren Zustrom aus den Eigeneinzugsgebieten und die erhöhten Verdunstungsverluste eventuell nicht mehr ausreichend Wasser zur Verfügung steht, um auch die untere Lamelle von 100,0 m NHN nicht zu unterschreiten. Allerdings sind hierzu noch detailliertere Untersuchungen zwingend erforderlich (GW-Modellierung/-bilanzierung). Deshalb wird dieses Kriterium mit Wichtung mind. 10%.

Die „sonstigen“ Auswirkungen auf touristische Ziele sind eher als gering einzustufen, da Anpassungen durch die dauerhafte Absenkung einmalig anfallen und keinen zyklischen Änderungen unterliegen würden. Die Dauer einer Einschränkung der Nutzung wird je nach tatsächlicher Situation vermutlich geringer sein als in Kapitel 6.2.5.9 eingeschätzt, da die maximalen Dauern für Szenario III verglichen wurden, die Dauern bei häufigeren Ereignissen jedoch wesentlich geringer sind (vgl. Anhang 5.1). In Summe werden diese beiden Kriterien also mit 5% gewichtet. Im Nachgang zur Beratung am 18.02.2015 war ein ausdrückliches Votum des AK-HWR, die touristische Nutzung vorerst nicht höher zu wichten. Eine Überprüfung der Aussagen zu den Auswirkungen der Hochwasserüberleitung auf die touristische Nutzung bedarf ohnehin detaillierterer Betrachtungen (Kapitel 7.6.11).

Der Nährstoffeintrag kann erheblich sein, wenn daraus Folgekosten entstehen, die auf der derzeitigen Studienebene nicht abschätzbar sind. Hierzu bedarf es detaillierter limnologischer und hydraulischer Untersuchungen (dreidimensional), wie sich die Schadstoffe ggfs. wo akkumulieren. Damit handelt es sich um einen relativ wichtigen Einflussfaktor, so dass auch hier eine Wichtung mit 10% erfolgt.

6.2.5.13 Vorzugsvariante

Entsprechend der Vergleichsmatrix (Anhang 5.3) stellt die Variante 5 die Vorzugsvariante dar. Dies ist u.a. der in der 2. Untersuchungsetappe definierten Zielstellung einer Minimierung des Scheitelabflusses ab unterhalb Wehr Koschen geschuldet, da gleichzeitig dem Kriterium Hochwasserschutz / Scheitel Senftenberg die Hauptpriorität zugeordnet wurde (Konzept zum Hochwasserschutz).

Die Gesamtbewertungszahl der zweitbesten Variante ist absolut um etwa 1/3 höher, die für die drittbeste sogar um 2/3. Hingegen sind die Kosten der Variante 5 im Vergleich zur Variante 4 nur um 7% höher und im Vergleich zu Variante 3 nur um ca. 9%.

Somit wird als innerhalb Teilziel A identifizierte Vorzugsvariante die Variante 5 aus der 2. Untersuchungsetappe berücksichtigt und stellt somit die Grundlage für die Beschreibung des endgültigen Bewirtschaftungskonzeptes in Teilziel C dar.

6.2.6 Hydronumerische Nachweise für die Vorzugsvariante

Gemäß Kapitel 6.1.6 entspricht der hydraulische Längsschnitt für den Planzustand für die Vorzugsvariante somit ab unterhalb der Einleitung aus dem Senftenberger See (also praktisch ab dem Pegel Biehlen) dem Szenario einer Kappung auf 15 m³/s in Untersuchungsphase 1 (Variante 4 in Tabelle 6-3). Dies leitet sich daraus ab, dass der auf 10 m³/s ab Wehr Koschen gekappte Scheitel hier durch kontinuierlich aus dem SB Niemtsch ausgeleitete 5 m³/s erhöht wird (simulierte Bypassfunktion). Tabelle 6-17 enthält die Scheitelabflüsse ab Wehr Koschen für die Vorzugsvariante, die Darstellungen in Abbildung 6-6 und Abbildung 6-7 die grafische Auswertung der Effekte (Wasserspiegellagen und absolute Absenkung der Wasserstände für die einzelnen Szenarien im Vergleich zum Ist-Zustand). Da gemäß HWGK Brandenburg hier aber bis einschließlich HQ₁₀₀ keine Ausuferungen über die Deiche auftreten, wurde auf einen gesonderten Nachweis für diesen kurzen Gewässerabschnitt in Abstimmung mit dem Auftraggeber in dieser Phase verzichtet, da sich an der allgemeinen Bewertung der Effekte keine Änderungen ergeben (vgl. hierzu Kapitel 6.1.6).

Tabelle 6-17: Hydraulische Längsschnitte Planzustand für die Vorzugsvariante

Querschnitt	HQI _{plan}	HQI _{ist}	HQII _{plan}	HQII _{ist}	HQIII _{plan}	HQIII _{ist}
oberhalb Mdg. Rainitz	10,00	34,72	10,00	57,37	10,00	69,44
unterhalb Mdg. Rainitz	10,00	34,72	10,00	57,37	10,00	69,44
oberhalb Zulauf Ableiter Senftenberger See	10,00	34,00	10,00	55,29	10,00	66,46
unterhalb Zulauf Ableiter Senftenberger See = Pegel Biehlen	15,00	35,93	15,00	57,72	15,00	69,18
oberhalb Mündung Pößnitz	15,22	36,15	16,82	59,54	17,75	71,93
unterhalb Mündung Pößnitz	18,86	39,79	21,47	64,19	22,89	77,07
oberhalb Mdg. Ruhländer Schwarzwasser	18,76	39,69	23,94	66,66	26,93	81,11
unterhalb Mdg. Ruhländer Schwarzwasser = oberhalb Mdg. Sieggro	22,31	43,24	28,73	71,45	32,21	86,39
unterhalb Mündung Sieggro	27,99	48,92	40,70	83,42	47,64	101,82
Pegel Lauchhammer	27,12	48,05	43,08	85,80	52,20	106,38
oberhalb Mdg. Hammergraben	25,23	46,16	39,02	81,73	46,75	100,94
unterhalb Mdg. Hammergraben	33,17	54,10	50,47	93,19	59,76	113,94
oberhalb Mdg. Hauptschradengraben	31,43	52,36	45,86	88,58	53,47	107,65
unterhalb Mdg. Hauptschradengraben	37,01	57,94	60,41	103,13	73,07	127,25
oberhalb Mündung Pulsnitz	36,72	57,65	59,06	101,78	71,05	125,23
unterhalb Mündung Pulsnitz	46,49	67,42	67,61	110,33	78,18	132,36
oberhalb Mdg. Große Röder	46,09	67,02	66,36	109,07	76,43	130,61
unterhalb Mdg. Große Röder 0 obh. Plessa-Heidaer Binnengraben	80,06	100,99	103,22	145,93	114,03	168,21
unterhalb Plessa-Heidaer Binnengraben	81,66	102,59	105,88	148,60	117,21	171,39
obh. Mdg. Alte Röder	81,63	102,56	106,42	149,13	118,00	172,18
uth. Mdg. Alte Röder	82,21	103,14	107,53	150,25	119,37	173,55
obh. Mdg. Kleine Röder	81,96	102,89	107,91	150,63	120,05	174,23
uth. Mdg. Kleine Röder	83,17	104,09	109,71	152,43	122,17	176,35
Pegel Bad Liebenwerda	82,66	103,59	109,07	151,79	121,45	175,63
obh. Mdg. Kleine Elster	81,43	102,36	108,92	151,64	121,80	175,98
uth. Mdg. Kleine Elster	95,83	116,76	127,36	170,08	142,11	196,29
obh. Mdg. Rödergraben	92,52	113,45	123,14	165,85	137,36	191,54
uth. Mdg. Rödergraben	94,20	115,13	125,60	168,32	140,27	194,45
obh. Mdg. Riecke	91,02	111,95	122,13	164,84	136,76	190,94
uth. Mdg. Riecke	92,19	113,12	123,83	166,55	138,60	192,79
obh. Mdg. Altherzberger Binnengraben	91,35	112,28	126,32	169,03	142,77	196,95
uth. Mdg. Altherzberger Binnengraben = Pegel Herzberg	91,61	112,54	126,55	169,26	142,99	197,17
obh. Mdg. Scheidelache	91,10	112,02	124,23	166,95	139,76	193,94
uth. Mdg. Scheidelache	93,53	114,46	127,77	170,49	143,80	197,98
obh. Mdg. Drewischgraben	93,98	114,91	129,72	172,43	146,51	200,70
uth. Mdg. Drewischgraben	94,78	115,71	130,98	173,70	147,97	202,15
obh. Mdg. Kremitz = Pegel Löben	94,28	115,21	129,45	172,17	145,95	200,13
uth. Mdg. Kremitz	96,70	117,62	132,93	175,64	149,92	204,10
obh. Mdg. Schweinitzer Fließ	97,31	118,24	134,35	177,07	151,72	205,90
uth. Mdg. Schweinitzer Fließ	101,38	122,31	140,18	182,90	158,40	212,58
Mdg. in die Elbe	101,13	122,06	139,12	181,84	156,93	211,11

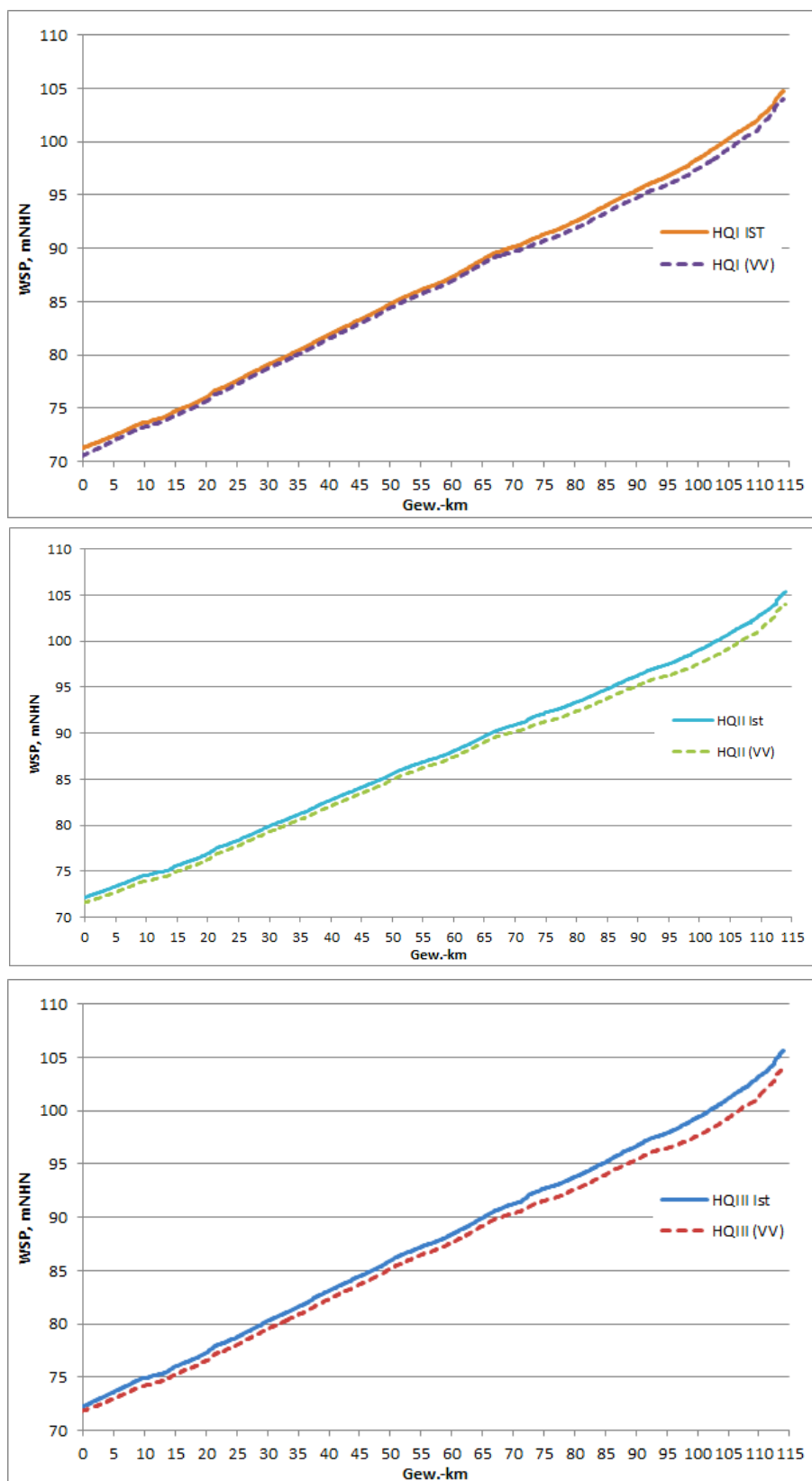


Abbildung 6-6: Wasserspiegellängsschnitte IST und Vorzugsvariante für Szenario I bis III

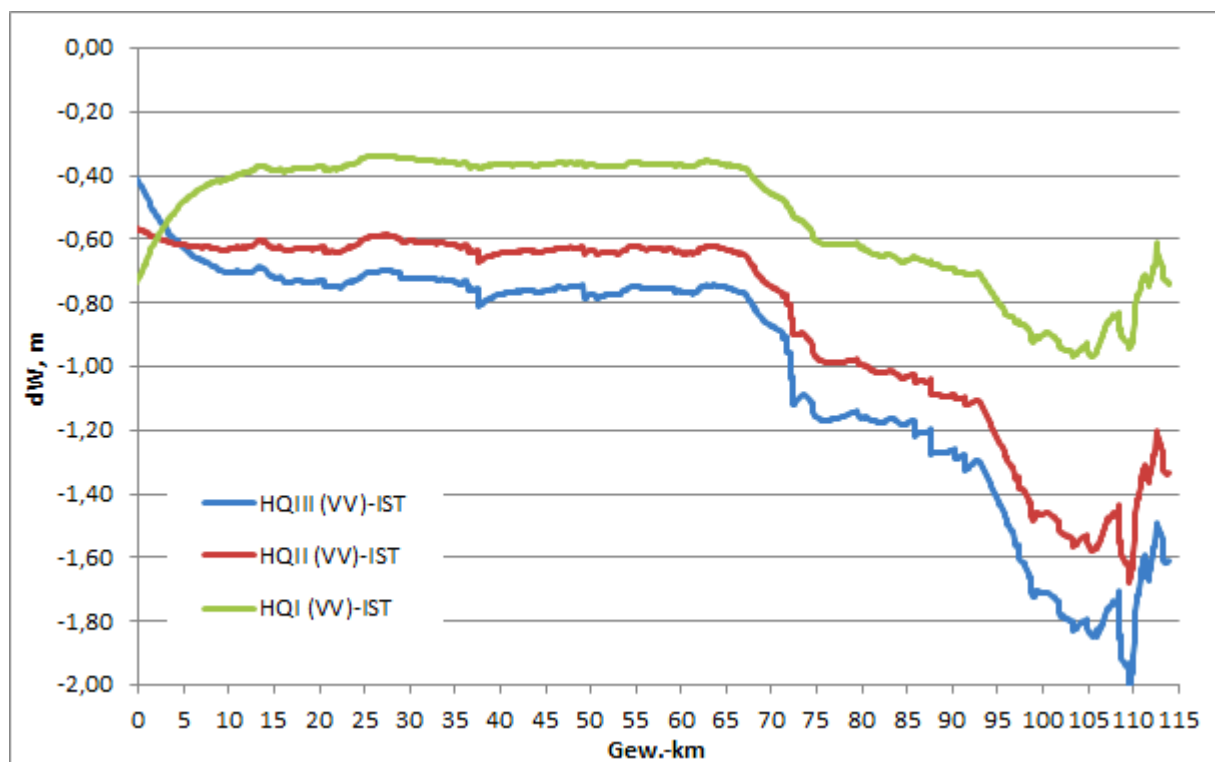


Abbildung 6-7: Wasserspiegeldifferenzen Vorzugsvariante-IST für Szenario I bis III

6.2.7 Auswirkungen der Vorzugsvariante auf die GW-Verhältnisse im Umfeld

In Kapitel 4.2.3 wurden die Auswirkungen von Seewasserspiegeln auf das Grundwasser unter Berücksichtigung bestimmter Annahmen zu maximalen und minimalen Wasserstandsschwankungen bzw. angenommenen Dauern der Flutung oder Absenkung als Grundlage eines Variantenvergleichs ausführlich beschrieben. Mit den in Anhang 5.1 dokumentierten Wasserspiegeländerungen pro See sowie den dort ebenfalls dokumentierten Flutungsdauern und Entleerungszeiten erfolgte hier nochmals für das Abflussszenario HQ_{III} (65 m³/s) als worst case Szenario unter Verwendung des in Kapitel 4.2.2 beschriebenen methodischen Konzeptes eine Simulation für die Vorzugsvariante (Variante 5).

6.2.7.1 Reichweite der Auswirkungen

In der **Restlochkette Bluno-Spreetal** soll im Falle eines HQ_{III} der Wasserspiegel vom Ausgangszustand 103,5 m NHN um 0,5 m auf 104,0 m NHN steigen. Die Flutungsdauer liegt dafür bei 18,6 Tagen, während nach dem Ereignis eine Entleerung über 34,9 Tage vorgesehen ist.

An den Seen der Restlochkette wurden, ausgehend von diesen Randbedingungen am Uferbereich, die höchsten Grundwasserspiegeländerungen von 0,4 bis 0,5 m ermittelt. Nach außen nehmen die Auswirkungen dagegen deutlich ab. Der seespiegelbedingte Anstieg im Grundwasser wurde jeweils bis zu einer maximalen Entfernung von <0,9 km (Sabrodter See), 0,6 km (Bergener See) bzw. 0,8 km (Neuwieser und Blunoer Südsee) prognostiziert. Die Grundwasserspiegelabnahmen während der Entleerung wirken sich bis zu ca. 1 km von den Seen entfernt aus.

Sabrodter See

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Sabrodter See um bis zu 0,5 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 103,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 19 Tagen beträgt der Grundwasseranstieg nahe der Uferlinie etwa 0,4 m und nimmt in einem Umkreis von weniger als 0,9 km auf Differenzen $< 0,1$ m ab. Die Auswirkungen sind vor allem in nördlicher, östlicher und südlicher Richtung zu erwarten, da im Westen die Nachbarseen als hydraulische Begrenzung wirken.

Unter Annahme einer Absenkung des Wasserspiegels im Sabrodter See von bis zu 0,5 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 35 Tage) senkt sich der Grundwasserstand nahe der Uferlinie um bis zu 0,4 m. Die Auswirkungen beschränken sich auf einen Umkreis von etwa 1 km, wobei sich der Absenktrichter vor allem in nördliche, östliche und südliche Richtung ausdehnt. Die Nachbarseen im Westen wirken als speisende Randbedingung.

Bergener See

Bei Anstieg des Seewasserspiegels im Bergener See um bis zu 0,5 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 103,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 19 Tagen wird am Seeufer ein Grundwasseranstieg von ca. 0,4 m prognostiziert, der nach außen weiter zurückgeht. Die Beeinflussung ist in südlicher Richtung bis zu einer Entfernung von etwa 0,6 km nachzuweisen. Sonst liegt der Einflussradius bei weniger als 0,5 km, da zum einen im Norden, Osten und Westen des Bergener Sees geringere k_f -Werte als im Süden auftreten und zum anderen Nachbarseen als hydraulische Grenze wirken.

Unter Annahme einer Wiederabsenkung des Wasserspiegels im Bergener See von bis zu 0,5 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 35 Tage) senkt sich der Grundwasserstand nahe der Uferlinie um bis zu 0,4 m. Auch hierbei erstreckt sich der Absenktrichter hauptsächlich in südlicher Richtung (< 1 km), während an den anderen Seiten die geringen k_f -Werte und die Nachbarseen die Beeinflussung räumlich begrenzen.

Neuwieser See

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Neuwieser See um bis zu 0,5 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 103,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 19 Tagen steigt der Grundwasserspiegel am Ufer bis zu 0,5 m an. Mit größerer Entfernung zum See nimmt die Aufhöhung ab. Die stärkste Beeinflussung wird in südöstlicher und westlicher Richtung (bis 0,8 km) prognostiziert. Im Osten sollen die Grundwasserspiegeländerungen bis etwa 0,5 km reichen, wohingegen im Südwesten die Schwarze Elster und im Norden der benachbarte Blunoer See als hydraulische Begrenzung dienen.

Ähnlich sieht es bei der Absenkung des Wasserspiegels im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 35 Tage) aus. Die hauptsächliche Ausbreitungsrichtung des Absenktrichters ist in östlicher und westlicher Richtung (~ 1 km). Sonst wirken die Schwarze Elster und die Nachbarseen als speisende Randbedingungen.

Blunoer Südsee

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Blunoer Südsee um bis zu 0,5 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 103,5 m NHN und der ermittelten Flutungsdauer von etwa 19 Tagen steigt der Grundwasserspiegel am Ufer bis zu 0,5 m. Signifikante Auswirkungen sind zudem in nördlicher Richtung bis 0,8 km und in südöstlicher Richtung bis 0,5 km zu erwarten. Im Westen und Süden begrenzen die Nachbarseen den seespiegelbedingten Anstieg im Grundwasser.

Eine Absenkung des Wasserspiegels von bis zu 0,5 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 35 Tage) führt zu einer Grundwasserstandsabnahme am Seeufer von bis zu 0,5 m. Nach außen nehmen die Auswirkungen deutlich ab und sind in einer Entfernung von mehr als 1,0 km nicht mehr nachzuweisen. Die Hauptausdehnung des Absenktrichters liegt in nördlicher Richtung. Im Osten werden schon bei <1 km keine nennenswerten Wasserspiegeländerungen prognostiziert. Im Süden und Westen wirken die Nachbarseen als speisende hydraulische Begrenzung.

Für die **Restlochke Kette Sedlitz-Skado-Koschen und Meuro** wird im Falle eines HQ_{III} ein Anstieg des Ausgangswasserspiegels von 100,5 m NHN um 0,73 m auf 101,23 m NHN prognostiziert. Die Flutungsdauer beträgt dafür 18,2 Tage, während die Entleerungszeit bei 87,5 Tagen liegt. Ausgehend von diesen Annahmen erstrecken sich die Auswirkungen eines Seespiegelanstiegs im Grundwasser bis zu Entfernungen von 0,7 km (Geierswalder See), 0,9 km (Partwitzer See) und 0,8 km (Sedlitzer See) um die Tagebaurestseen.

Am Großräschener See sind die Grundwasserspiegeländerungen bis zu 1,2 km nachweisbar. Aufgrund der längeren Entleerungszeit werden deutlich größere Wirkbereiche für eine seespiegelbedingte Grundwasserabnahme prognostiziert, die sich am Geierswalder, Partwitzer sowie Sedlitzer See bis etwa 1,5 bis 1,6 km und am Großräschener See bis 2,5 km ausdehnen. Die ermittelten maximalen Grundwasserstandsänderungen treten direkt an den Uferbereichen der Seen auf und betragen etwa 0,7 m.

Geierswalder See

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Geierswalder See um bis zu 0,75 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 100,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 18 Tagen kommt es am Seeufer zu einer Aufhöhung des Grundwasserstandes um etwa 0,7 m. Die nachweisbaren Auswirkungen erstrecken sich in einem Umkreis von etwa 0,7 km um den Geierswalder See. Nur im Südwesten wirkt die Schwarze Elster als speisende Randbedingung.

Unter Annahme einer Absenkung des Wasserspiegels im Geierswalder See von bis zu 0,75 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 87,5 Tage) ist nahe der Uferlinie eine Abnahme des Grundwassers um 0,7 m zu erwarten. Nach außen geht der Absenkungsbetrag weiter zurück. Der Absenktrichter erstreckt sich vor allem in östlich/ südöstlicher und westlicher Richtung bis ca. 1,6 km. Im Norden und Süden/ Südwesten wird er durch die Nachbarseen und die Schwarze Elster begrenzt.

Partwitzer See

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Partwitzer See um bis zu 0,75 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 100,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 18 Tagen erhöht sich der Grundwasserstand am Seeufer um etwa 0,7 m. Auswirkungen werden im Norden und Nordosten bis ca. 0,9 km prognostiziert. Im Süden wirkt die Schwarze Elster, im Osten und Westen Nachbarseen als speisende Begrenzungen.

Ähnlich verhält es sich bei einer Absenkung des Wasserspiegels im Partwitzer See von bis zu 0,75 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 87,5 Tage). Aufgrund der längeren Betrachtungsdauer wird ein größerer beeinflusster Bereich prognostiziert. Im Norden und Nordosten wird dabei die Dichtwand zum Tagebau Welzow-Süd (ca. 1,5 km) erreicht. Sonst wirken die Schwarze Elster und Nachbarseen als speisende Berandungen. Direkt am Ufer des Sees liegt die prognostizierte Absenkung bei max. 0,7 m.

Sedlitzer See

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Sedlitzer See um bis zu 0,75 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 100,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 18 Tagen nimmt der Grundwasserstand am Seeufer etwa 0,7 m zu. Nach außen erstreckt sich die Aufhöhung auf einen Bereich von etwa 0,8 km in südlicher und westlicher Richtung. Im Osten wirken der benachbarte Partwitzer See und im Norden die dortigen Gräben als hydraulische Grenze.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt die Absenkung des Seespiegels im Sedlitzer See von bis zu 0,75 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 87,5 Tage). Der Absenktrichter erstreckt sich in westlicher Richtung bis ca. 1,5 km. Im Süden und Osten stellen dagegen die Schwarze Elster bzw. Nachbarseen bei <1,5 km speisende Berandungen dar. Nach Norden dehnt sich der Absenktrichter bis zur Dichtwand des Tagebaus Welzow-Süd aus. Direkt am Seeufer des Sedlitzer Sees sinkt der Wasserspiegel um bis zu 0,7 m.

Großräschener See

Bei einer Anhebung des Seewasserspiegels im Großräschener See um bis zu 0,75 m gegenüber dem Ausgangswasserstand von 100,5 m NHN und einer dafür ermittelten Flutungsdauer von etwa 18 Tagen erhöht sich der Grundwasserstand am Seeufer um etwa 0,7 m. Nach außen erstrecken sich die Auswirkungen bis 1,2 km, vor allem in nördliche, östliche und westliche Richtung. Im Süden und Südosten begrenzt der benachbarte Sedlitzer See, nur wenige Hundert Meter entfernt, die Reichweite.

Bei einer Absenkung des Wasserspiegels im Großräschener See von bis zu 0,75 m im Falle der Hochwasser-Entleerung (Entleerungszeit bis ca. 87,5 Tage) bildet sich der Absenktrichter im Grundwasserleiter bis etwa 2,5 km in westlicher Richtung aus. An den anderen Seiten ist der beeinflusste Bereich aufgrund der erreichten speisenden Randbedingungen (Vorfluter und Nachbarseen) deutlich kleiner. Direkt am Seeufer nimmt der Grundwasserstand um etwa 0,7 m ab.

Am **Senftenberger See** ist die Einstellung des Wasserspiegels auf konstant 98,7 m NHN vorgesehen. Im Hochwasserfall sollen Zu- und Abfluss aufeinander abgestimmt werden, sodass keine Wasserspiegeländerungen am See auftreten. Das geplante Flutungsvolumen entspricht somit dem durchgeleiteten Volumen.

Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel und damit verbundene Beeinträchtigungen möglicher Nutzungen werden folglich nicht erwartet.

6.2.7.2 Zusammenfassung der Auswirkungen von seespiegelbedingten Grundwasserveränderungen auf andere Nutzungen

Mithilfe der Ergebnisse aus der einfachen analytischen Betrachtung zur Grundwasserstandsänderung bei Seespiegelschwankungen wurden potentiell betroffene Nutzungsstrukturen im Umkreis der Tagebaurestseen für die ermittelte Vorzugsvariante abgeschätzt. Eine mögliche Beeinflussung richtet sich dabei nach der Größenordnung der prognostizierten Auswirkungen an der betrachteten Stelle bei Hochwassereinstau bzw. Niedrigwassereinstau. Folgende potentielle Gefährdungen wurden ermittelt (Anmerkung: Da diese Untersuchungen erst nach dem Variantenvergleich erfolgten, ist die Einschätzung in Anhang 5.2 als Grundlage eines Variantenvergleichs ggf. in Einzelfällen abweichend, da hierfür noch die verallgemeinerten Schlussfolgerungen gemäß Anhang 3 berücksichtigt wurden):

Spreetaler See: bei Hochwassereinstau oder Entleerung Einfluss auf die naheliegende B 97 am Nordostufer möglich

Sabrodtter See: bei Hochwassereinstau oder Entleerung Einfluss auf die Ortschaft Bluno und die B 156 im Norden möglich

Bergener See: keine Beeinflussung von Nutzungsstrukturen zu erwarten; innerhalb der prognostizierten Auswirkungen liegen keine gefährdeten Objekte

Neuwieser See: bei Hochwassereinstau oder Entleerung Einfluss auf die naheliegende S 234 am Südufer möglich

Blunoer See: bei Hochwassereinstau oder Entleerung Einfluss auf die Ortschaften Klein Partwitz und Bluno (v. a. Randbereiche) möglich

Partwitzer See: bei Hochwassereinstau Einfluss auf die naheliegende S 234 am Südostufer oder den Reiterhof Partwitz möglich, bei Entleerung Einfluss auf die S 234 am Südostufer möglich

Geierswalder See: bei Hochwassereinstau oder Entleerung Einfluss auf die Ortschaft Geierswalde einschließlich Hafen möglich

Sedlitzer See: bei Hochwassereinstau Einfluss auf die naheliegende S 156 am Nord/Nordostufer und die Ortschaft Bahnsdorf möglich, bei Entleerung Einfluss auf die Ortschaften Lieske/ Bahnsdorf oder nahe Naturschutz- bzw. FFH-Gebiete möglich

Großräschener See: bei Hochwassereinstau oder Entleerung Einfluss auf die Ortschaften Großräschen und Sedlitz sowie die B 169 am Südostufer möglich

Senftenberger See: kein Hochwassereinstau vorgesehen, konstanter Seewasserspiegel und damit keine Auswirkungen

7 Vorschlag für ein Bewirtschaftungskonzept (Teilziel C der Aufgabenstellung)

7.1 Randbedingungen und Zielstellungen der Leistungsbeschreibung

Die Leistungsbeschreibung für das Teilziel C sah folgende Aufgabenstellung vor:

„Auf der Grundlage der Ergebnisse der vorliegenden Machbarkeitsstudie und unter Zugrundelegung der planfestgestellten Randbedingungen ist ein Bewirtschaftungskonzept für die Restlochkette bei Optimierung der Speicherlamelle für die Niedrigwasseraufhöhung und den Hochwasserschutz an der Schwarzen Elster zu erarbeiten.“

Als Randbedingungen sollten berücksichtigt werden:

- RB 1) Lamelle der Wasserstandsschwankungen 100,00 bis 101,00 (101,25) m NHN (Sedlitz, Skado, Koschen, Meuro) bzw. 103,00 bis 104,00 m NHN (Bluno/Spreetal),
- RB 2) Seenverbund über schiffbare Überleiter,
- RB 3) Ansatz der vorhandenen bzw. vorzuschlagenden / erforderlichen Kapazitäten der Zuleitungs-, Ableitungs- und Überleitungsbauwerke der Restseen einschließlich SB Niemtsch,
- RB 4) Berücksichtigung der Ergebnisse hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit der Restseen, der Standsicherheit der Böschungen und Bauwerke und der touristischen Nutzung der Seen,
- RB 5) möglichst Nutzung sowohl der RLK als auch des SB Niemtsch für Hochwasserrückhalt und Niedrigwasseraufhöhung,
- RB 6) ERLK Bluno/Spreetaler Seen vorrangig für den Hochwasserschutz.

Weiterhin wurden folgende Inhalte / Ziele für diesen Bearbeitungsschritt definiert:

- Ziel 1) Optimierung der bewirtschaftbaren Lamelle der Restlochkette und des SB Niemtsch hinsichtlich der Anforderungen an die Niedrigwasseraufhöhung und den Hochwasserschutz der Schwarzen Elster,
- Ziel 2) Darstellung bzw. Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich der Auswirkungen auf den Niedrigwasserabfluss,
- Ziel 3) Darstellung bzw. Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf die Reduzierung der Hochwasserscheitel im Längsschnitt der Schwarzen Elster.

Sowohl einige der Randbedingungen als auch der Fragestellungen/Ziele wurden im Zuge der zweistufigen Bearbeitung des Teilziels A (Kapitel 3 bis 6) als Ergebnis des intensiven Abstimmungsprozesses mit dem AG sowie dem AK-HWR bereits berücksichtigt und detailliert dokumentiert.

Letztendlich stellt somit die in Kapitel 6.2 hergeleitete Vorzugsvariante das vorzuschlagende Bewirtschaftungskonzept dar.

Die nachfolgenden Kapitel umfassen inhaltlich deshalb folgende Informationen:

- Zusammenfassende Beschreibung der Maßnahmen des Gesamtkonzeptes,
- Vergleich mit den planfestgestellten Randbedingungen bzw. Hinweise auf das Erfordernis der Anpassung/Überarbeitung/Ergänzung vorliegender Planfeststellungsbeschlüsse,
- weitere Anforderungen für die Umsetzung der Maßnahmen ohne Bezug zu den PFB,
- weiterer Untersuchungsbedarf unmittelbar im Nachgang zu dieser Studie oder aber im Zuge der Planungen zu den einzelnen Maßnahmen,
- Hinweise zur Berücksichtigung der Ergebnisse im Rahmen der Umsetzung der HWRM-RL.

7.2 Zusammenfassende Beschreibung des Bewirtschaftungskonzeptes

Im Ergebnis unterschiedlichster Variantenbetrachtungen werden folgende grundlegende Maßnahmen erforderlich, um ein Bewirtschaftungskonzept auch für das ungünstige Szenario mit einem Scheitelabfluss von 65 m³/s am Pegel Neuwiese und einer zweigipfeligen Hochwasserwelle deutlich dämpfen zu können. Ein Zielabfluss Q_{Ziel} von 10 m³/s ab Wehr Koschen ist dabei realistisch.

- Kapazität Zulaufanlage Neuwieser See (Bauwerk und Graben/Stollen) mind. 4,16 m³/s; diese wird ab Überschreitung Q_{Ziel} am Pegel Neuwiese als erste geöffnet und nach Erreichen des Scheitels als letzte geschlossen
- Kapazität Zulaufanlagen Partwitzer See und Geierswalder See (Wehr Koschen) in Summe mind. 45,84 m³/s; Zuschaltung jeweils so dass Q_{Ziel} unterhalb eingehalten werden kann
- Kapazität Einleitung SB Niemtsch am Verteilerwehr Koschen mind. 5 m³/s
- Kapazität Auslaufbauwerk SB Niemtsch mind. 5 m³/s
- automatisierte Steuerung der Zulaufbauwerke (Zuschaltung und Abschaltung) entsprechend der detaillierten Ausführungen in Kapitel 6.1.1.5
- Sicherstellung der Schließung des Überleiters 6 bis die RLK auf den Ausgangswasserstand von 100,5 m NHN nach Ablauf des Hochwasser abgesenkt wurde
- Kapazität Auslaufbauwerk Sedlitzer See entsprechend PFB oder aktuelleren Planungen (Sohlbreite Raitza 4,50 bzw. 7,00 m)

Einige Maßnahmen, z.B. die letztendliche Kapazität des Auslaufbauwerkes aus dem Sedlitzer See in die Raitza oder der Verrohrung im ÜL 6 haben keine direkte Auswirkung auf die Wirksamkeit des Systems im Hinblick auf die Absenkung des Scheitels, wirken sich aber indirekt auf die dadurch hervorgerufenen Beeinflussungen (u.a. Dauer der Entleerung und damit Einschränkungen für den Tourismus) aus.

Tabelle 7-1 und Tabelle 7-2 enthalten eine Kurzzusammenfassung der Maßnahmen, die im Zuge der weiteren Planungen zu untersetzen sind. Ergänzend zu betrachtende Randbedingungen für die Umsetzung dieser grundlegenden Maßnahmen werden in den nachfolgenden Abschnitten detaillierter beschrieben.

Tabelle 7-1: Maßnahmen der Vorzugsvariante an den Tagebauseen

Restloch	TBS	Lamelle [m NHN]			Technische Massnahmen	PFB- Änderung erforderlich
		unten	oben	HW		
Nordrandschlauch	Sabrodter See	103,00	103,50	104,00		nein
Südostschlauch	Bergener See	103,00	103,50	104,00		nein
Nordschlauch	Blunoer Südsee	103,00	103,50	104,00		nein
Bluno	Neuwieser See	103,00	103,50	104,00	ggf. Untersuchungen zu und Böschungssicherung an Enleitstellen bei hohen Kapazitäten	nein
Skado	Partwitzer See	100,00	100,50	101,25	ggf. Untersuchungen zu und Böschungssicherung an Enleitstellen bei hohen Kapazitäten	ja (bezüglich HW-Lamelle generell sowie Dauer des Einstaus)
Koschen	Geierswalder See	100,00	100,50	101,25		
Sedlitz	Sedlitzer See	100,00	100,50	101,25	ggf. Untersuchungen zu und Böschungssicherung an Enleitstellen bei hohen Kapazitäten	
Meuro	Großräscher See	100,00	100,50	101,25		
Niemtsch	Senftenberger See	97,70	98,70	(99,25)		ja (Betriebsplan)

Tabelle 7-2: Maßnahmen der Vorzugsvariante an den Zu-, Ab- und Überleitern

Nummer	von	nach	Technische Maßnahmen	PFB- Änderung erforderlich
Überleiter				
1	Spreetaler See	Sabrodter See		nein
2	Sabrodter See	Bergener See	Errichtung gem. PFB (LMBV)	nein
3	Sabrodter See	RL Nordschlauch	Errichtung gem. PFB (LMBV)	nein
3a	Blunoer Südsee	Neuwieser See	Errichtung gem. PFB (LMBV)	nein
4	Bergener See	Bergener See	Wiederherstellung Zustand gem. PFB wie vor Rutschung 2010 (LMBV)	nein
5	Bergener See	Neuwieser See		
6	Neuwieser See	Partwitzer See	* Sicherstellung autom. Schließung bei Beginn Flutung und Öffnung nach Absenkung RLK auf Ausgangswasserstand 100,50 m NHN * Drosselung Ableitung während Entleerung auf 2,2 m³/s bzw. 3,1 m³/s (Leistung AL 1 bei 100,50 m NHN je nach Sohlbreite der Rainitza) * Umrüstung des Verschlussorgans (steuerbarer einfeldriger Doppeltafelschütz) zur Gewährleistung der (n-1)-Bedingung	nein
7	Blunoer Südsee	Partwitzer See	* derzeit zurückgestellt * ggf. Errichtung gem. PFB (LMBV)	nein
8	Partwitzer See	Sedlitzer See		nein
9	Geierswalder See	Partwitzer See		nein
10	Geierswalder See	Sedlitzer See		nein
11	Großräschener See	Sedlitzer See		nein
12	Geierswalder See	SB Niemtsch		nein

Nummer	von	nach	Technische Maßnahmen	PFB- Änderung erforderlich
Zuleiter				
Z 1	Schwarze Elster	Neuwieser See	<ul style="list-style-type: none"> * Möglichkeit Drosselung Abfluss auf max. 4,16 m³/s * Einhaltung (n-1)-Bedingung absichern * Anpassung als Bauwerk für die HW-Einleitung (bisher nur Flutungsbauwerk) 	ja
Z 2	Schwarze Elster	Partwitzer See	<ul style="list-style-type: none"> * Errichtung mit Kapazität bis zu 25 m³/s * ggfs. mehr als ein Zuleiter * Einhaltung (n-1)-Bedingung absichern * Bauwerke an ggfs. kreuzenden Verkehrswegen (S234/K9211) 	ja
Z 3	Schwarze Elster	Geierswalder See	<ul style="list-style-type: none"> * Umbau Verteilerwehr * Erweiterung Kapazität Schütze und Stollen auf bis zu ca. 25 m³/s * Einhaltung (n-1)-Bedingung absichern * Böschungssicherung im bisherigen Bereich bei höherer Kapazität 	ja
Z 4	Schwarze Elster	SB Niemtsch	<ul style="list-style-type: none"> * Umbau Verteilerwehr * Drosselung Zufluss bei Flutung mit max. 5 m³/s sicherstellen * Einhaltung (n-1)-Bedingung absichern 	nein
Ableiter				
A 1	Sedlitzer See	Rainitza	<ul style="list-style-type: none"> * Errichtung Wehrbauwerk und Rainitza mit Sohle 4,50 m oder 7,00 m (LMBV ab 2015) * für Fall 2 wurde Änderung PFB bereits eingereicht * Einhaltung (n-1)-Bedingung absichern 	nein
A 2	SB Niemtsch	Schwarze Elster	<ul style="list-style-type: none"> * Sicherstellung Abfluss = Zufluss bei Flutung mit max. 5 m³/s * kontinuierliche Überwachung Wasserstand (98,7 m NHN im Hochwasserfall) 	ja (Betriebsplan)

7.3 Vergleich der Maßnahmen mit planfestgestellten Randbedingungen

7.3.1 Bewirtschaftungs- und Hochwasserlamellen

In den Planfeststellungsbeschlüssen sind Angaben zu oberen und unteren Wasserstandslamellen enthalten, die zukünftig in den Gewässern nicht über- bzw. unterschritten werden sollen. Für das RL Koschen/Geierswalder See wird darüber hinaus eine 0,25 m betragende Lamelle (101,00 bis 101,25 m NHN) benannt, die ausschließlich für die Inanspruchnahme im Hochwasserfall dienen soll. Im Rahmen der Abstimmungen zu den Randbedingungen innerhalb des AK-HWR wurde festgelegt, dass auf Grund der Verbindung der 4 Gewässer der RLK diese Lamelle für die Retentionsbetrachtungen im gesamten WK Restlochkeette verfügbar und für den Hochwasserrückhalt genutzt wird.

Somit müssten die Angaben der PFB für die verbleibenden Gewässer (RL Sedlitz, Skado und Meuro) angepasst werden.

7.3.1.1 RLK Bluno-Spreetal

Die planfestgestellten Lamellen [PF1] sind 103,0 m NHN (unten) sowie 104,0 m NHN (oben).

Im ungünstigsten Szenario (HQ_{III}, zweigipfelig) wird bei Umsetzung der Vorzugsvariante ein maximaler Wasserstand von 104 m NHN erreicht (vgl. Anhang 5.1 für die Variante 5).

Somit sind keine Änderungen des PFB bezüglich dieser Angaben notwendig.

7.3.1.2 RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro

Die planfestgestellten Lamellen [PF4], [PF6] sind 100,0 m NHN (unten) sowie 101,0 m NHN (oben).

Gleichzeitig wird für den Hochwasserfall ein temporärer Einstau bis 101,25 m NHN für einen Zeitraum von ca. 1 Monat in [PF6] genehmigt.

Im ungünstigsten Szenario (HQ_{III}, zweigipfelig) wird bei Umsetzung der Vorzugsvariante ein maximaler Wasserstand von 101,23 m NHN erreicht (vgl. Anhang 5.1 für die Variante 5). Dieser Wasserstand wird nach 18,2 Tagen der Flutung erreicht. Würde die Entleerung unmittelbar danach beginnen, ist die Absenkung auf den Wasserstand von <101,0 m NHN gemäß Tabelle 6-1 nach ca. 22 Tagen möglich. Damit beträgt die Gesamtdauer theoretisch weniger als 40 Tage, da die Flutungsdauer den gesamten Zeitraum des Anstiegs des Wasserspiegels von 100,5 m NHN (Ausgangswasserstand) bis 101,25 m NHN repräsentiert und somit der Zeitraum der Überschreitung von 101,0 m NHN kürzer sein wird. Da diese Aussage für die Kapazität des Ausleitbauwerkes aus dem Sedlitzer See für eine Sohlbreite von 4,5 m gilt, die aktuellen Planungen jedoch von einer Sohlbreite von 7,0 m ausgehen, würde sich die Absenkzeit von 101,25 auf 101,00 m NHN dann sogar auf 16,5 Tage verringern. Die Gesamtdauer der Inanspruchnahme der Hochwasserlamelle beträgt demnach dann nur noch maximal 35 Tage (bzw. weniger, vgl. Hinweise vorab zur Flutungsdauer).

Andererseits kann jedoch nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass unmittelbar nach Erreichen des Maximalwasserstands das Bauwerk am Sedlitzer See geöffnet werden kann, da in der Schwarzen Elster erst ein dafür erforderlicher Abfluss unterschritten sein muss.

Somit ist eine Prüfung der Angaben des PFB bezüglich der potentiellen Dauer des Einstaus der Hochwasserlamelle zu empfehlen.

7.3.1.3 SB Niemtsch

Ein Planfeststellungsbeschluss zum SB Niemtsch lag nicht vor. Entsprechend aktuellem Beckenbuch bzw. der darin enthaltenen Betriebsvorschrift [S24] sind folgende Wasserstandslamellen definiert:

- Tiefstes Absenkziel: 97,25 m NHN
- Absenkziel: 97,70 m NHN
- Dauerstauziel: 99,00 m NHN
- Hochwasserstauziel: 99,25 m NHN
- Vollstau: 99,50 m NHN

Entsprechend der Abstimmungen nach Untersuchungsphase 1 wird bei der Vorzugsvariante davon ausgegangen, dass zukünftig der Anfangswasserstand im Becken Niemtsch im Hochwasserfall 98,7 m NHN beträgt und die Einleitung aus der Schwarzen Elster zur Entlastung des Gewässers nicht größer sein darf als die mögliche parallele Ausleitung, die entsprechend Kapitel 6.2.1.6 mit ca. 5 m³/s ermittelt und für die Untersuchungen zugrunde gelegt wurde.

Da somit im Hochwasserfall ein konstanter Wasserstand von maximal 98,7 m NHN eingehalten wird, ergibt sich kein Erfordernis einer Anpassung.

Hingegen muss eine Überarbeitung des Betriebsplans dahingehend erfolgen, dass als Dauerstauziel ein Wasserstand von 98,70 m NHN definiert wird. Bezüglich der Auswirkungen auf die Niedrigwasserbewirtschaftung der Schwarzen Elster, die bisher ausschließlich durch das SB Niemtsch abgesichert werden konnte, sind die Ausführungen in Kapitel 7.5 zu beachten.

7.3.2 Zuleiter, Ableiter, Überleiter

7.3.2.1 Zuleiter Neuwieser See

Die Kapazität des bestehenden Zuleiters beträgt entsprechend PFB derzeit maximal 5 m³/s.

Im Falle der Umsetzung der Vorzugsvariante einschließlich der Steuerung der Reihenfolge der Öffnung und Schließung der Bauwerke dürfen maximal 4,16 m³/s eingeleitet werden (Drosselung erforderlich), damit es nicht zum Überschreiten der oberen Lamelle von 104,0 m NHN kommt.

Somit ergibt sich keine Erfordernis der Änderung des PFB bezüglich der maximalen Kapazität.

Da das Bauwerk für die Flutung errichtet wurde, liegen die Einlaufschwelle derzeit zu tief, um für die Entlastung im Hochwasserfall nutzbar zu sein. Es ist eine entsprechende Anpassung erforderlich.

Weiterhin wurde eine (n-1)-Bedingung bei der Dimensionierung der Anlage bisher nicht berücksichtigt. Diese stellt sicher, dass der Bemessungshochwasserabfluss auch bei Ausfall eines Wehrfeldes schadlos und ohne Überschreitung des für diesen Fall festgesetzten Wasserspiegels abgeführt werden kann. Die (n-1)-Bedingung muss sowohl die Möglichkeit des Ausfalls eines Verschlusses durch Reparatur- und Wartungsarbeiten als auch das unvorhergesehene Blockieren des Verschlusses oder Versagen der Antriebsaggregate abdecken. Dementsprechend muss auch dies bei der Umgestaltung der Anlage zwingend berücksichtigt werden.

7.3.2.2 Zuleiter Partwitzer See

Die mögliche Kapazität des bestehenden Zuleiters beträgt entsprechend PFB maximal 5 m³/s. Allerdings wurde er bisher nicht errichtet. Gegenwärtig sieht die LMBV auch von einer Errichtung ab, da sich kein Erfordernis für die Flutung der RLK ergibt.

Betrachtet man allerdings die erforderlichen maximalen Kapazitäten der Einleitung in die RLK zur Sicherstellung des Q_{ziel} von 10 m³/s in Höhe von insgesamt 45 m³/s (Kapitel 7.2) und die derzeitige Kapazität des Zuleiters in den Geierswalder See, wird deutlich, dass aus technischer Sicht die Einleitung über zwei oder ggf. mehrere Zuleiter erforderlich sein wird. Gleichzeitig würde hier eine zusätzliche Entlastung der Deiche im Abschnitt unterhalb bis zum Wehr Koschen eintreten und somit deren Versagensrisiko (z.B. bei Eisgang) deutlich verringern. Hierdurch würde sich gleichzeitig das HW-Risiko für die Ortslagen Geierswalde und Tätschwitz erheblich reduzieren.

Es wird deshalb dringend empfohlen, den geplanten und planfestgestellten Zuleiter zu errichten. Die konkrete Kapazität ergibt sich aus den lokalen Randbedingungen. Kann die erforderliche Kapazität von den in der Vorzugsvarianten berücksichtigten 22,55 m³/s (Tabelle 6-13) am bisher geplanten Standort nicht umgesetzt werden (u.a. Gefälleverhältnisse, verfügbare Flächen etc.) sind ggfs. auch mehrere Zuleiter in den Partwitzer See zu errichten (vgl. Kapitel 7.6.1). Dabei ist die Planung und bautechnische Umsetzung unmittelbar auf eine Entlastung im HW-Fall auszurichten.

Die Einhaltung der (n-1)-Bedingung ist bei der Dimensionierung der Anlage zu berücksichtigen.

Somit ergibt sich die Erfordernis der Änderung des PFB bezüglich der Kapazitäten der Zuleitung.

7.3.2.3 Zuleiter Geierswalder See (am Wehr Koschen)

Die maximale Zulaufkapazität im Verbindungsstollen vom Wehr beträgt 20 m³/s. Das Reguliersegmentschütz am eigentlichen Einlaufbauwerk hat jedoch eine maximale bisher hydraulisch nachgewiesene Kapazität von 10 m³/s, die demzufolge bei der Variantenuntersuchung Berücksichtigung fand.

Die Vorzugsvariante berücksichtigt derzeit eine erforderliche Kapazität von 23,3 m³/s (s. Anhang 5). Je nach Gestaltung des/der Zuleiter in den Partwitzer See kann hier auch eine geringere Kapazität erforderlich werden. Es ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die bisherigen 10 m³/s nicht ausreichend sein werden.

Somit ergibt sich die Erfordernis der Änderung des PFB bezüglich der Kapazitäten der Zuleitung.

7.3.2.4 Zuleiter SB Niemtsch (am Wehr Koschen)

Die maximale Zulaufkapazität im Verbindungsstollen vom Wehr beträgt 20 m³/s. Das Reguliersegmentschütz am eigentlichen Einlaufbauwerk hat jedoch eine maximale bisher hydraulisch nachgewiesene Kapazität von 15 m³/s.

Entsprechend der im AK-HWR abgestimmten Randbedingung zur Untersuchungsphase 2 sollte das SB Niemtsch bei einem konstanten maximalen Wasserstand von 98,7 m NHN als Bypass fungieren, das heißt, es sollte nicht mehr aus der Schwarzen Elster eingeleitet werden, als gleichzeitig am Auslaufbauwerk oberhalb Pegel Biehlen wieder zurückgeleitet werden kann.

Aus der Randbedingung zum Wasserstand und der Leistungskurve des Auslaufwehres ist dies eine maximale Entlastung von 5 m³/s.

Somit ergibt sich die Erfordernis einer Änderung des Betriebsplans bezüglich der Kapazitäten der Zuleitung. Es ist eine automatische Steuerung der HW-Einleitung auf die Einhaltung des Abflusses Q_{Ziel} unterhalb des Verteilerbauwerkes zu gewährleisten. Bei Erreichen von 5 m³/s ist der Zulauf jedoch zu drosseln und gleichzeitig die Abgabe in gleicher Größenordnung umzusetzen.

Auch an diesem Bauwerk ist die Einhaltung der (n-1)-Bedingung zu prüfen bzw. durch entsprechende bautechnische Maßnahmen zu gewährleisten. Bisher wurde zwar bereits eine Steuerung zur Entlastung im HW-Fall im Betriebsplan definiert. Das Bauwerk entspricht aber nicht den aktuellen Vorschriften.

7.3.2.5 Überleiter 6 (Neuwieser See – Partwitzer See)

Gemäß PFB wird die Kommunikation zwischen dem Neuwieser See und dem Partwitzer See über eine Schleuse sowie eine steuerbare Rohrleitung mit einer Kapazität von max. 4 m³/s (abhängig von der Wasserspiegeldifferenz durch entsprechende Einstellung der Schütztafeln umsetzbar) gewährleistet.

Es ist im derzeitigen Konzept sicherzustellen, dass mit Beginn der Flutung beide Verbindungen geschlossen sind und erst nach Absenken des Wasserstands in der RLK auf 100,5 m NHN die Rohrleitung zur Entleerung geöffnet wird. Dabei wiederum muss die Schützstellung so geregelt werden, dass die Kapazität der Rohrleitung der gleichzeitigen Kapazität des Ausleiters aus dem Sedlitzer See entspricht, d.h. es soll hierdurch nicht wieder zu einem Anstieg des bereits abgesenkten Wasserspiegels in der RLK kommen. Da diese von der konkreten Umsetzung des Bauwerkes abhängt, wird diese Drosselung bei ca. 2,2 m³/s oder 3,1 m³/s liegen müssen.

Da letztendlich keine zusätzlichen Kapazitäten zu schaffen sind, ist eine Änderung des PFB nicht erforderlich. Lediglich die Vorgaben zur Steuerung der Rohrleitung bei Hochwasser sind abschließend festzulegen.

Da die planfestgestellten Wasserstände nicht überschritten werden (Kapitel 7.3.1) ist eine Korrektur bezüglich der Grabenquerschnitte und der Bauwerke bei Umsetzung des vorliegenden Konzeptes nicht erforderlich.

Änderungen würden sich allerdings bei einer Kapazitätserweiterung erforderlich machen (vgl. Kapitel 7.6.1).

7.3.2.6 Restliche Überleiter

Bei allen anderen Überleitern ergeben sich keine Änderungen zu den PFB, da einerseits auch während des Hochwassers eine kontinuierliche hydraulische Verbindung dazu führt, dass es nicht zu erheblichen Fließbewegungen kommen wird (Wasserspiegel gleicht sich unmittelbar in den jeweiligen Teilsystemen aus, es entstehen keine relevanten Differenzen der Wasserstände) und andererseits die maximalen planfestgestellten Wasserstände, auf welche die Grabenböschungen und ggf. Bauwerke (wie z.B. Radweg- und Straßenbrücken) nicht überschritten werden.

7.3.2.7 Auslaufbauwerk SB Niemtsch

Für die Vorzugsvariante war die im Betriebsplan enthaltene Leistungskurve des Auslaufbauwerkes eine Randbedingung für die Identifikation der möglichen Bypass-Funktion des SB Niemtsch.

Es ist keine Anpassung des Betriebsplans erforderlich, da die Drosselung am Zulauf (Kapitel 7.3.2.4) auf die Kapazität beim angestrebten maximalen Stauziel von 98,7 m NHN ausgerichtet sein soll.

7.3.2.8 Auslaufbauwerk Sedlitzer See

Der PFB [PF6] beinhaltet die Errichtung eines Wehrbauwerkes und den Ausbau der Rainitza bzw. des Ableiters auf eine Sohlbreite von 4,50 m, um die in Tabelle 3-1 bzw. Abbildung 3-2 dargestellte Funktion zu gewährleisten. Diese Kapazitäten waren Grundlage der Abschätzung der Entleerungszeiten für das System (Anhang 4.1 bzw. 5.1) und somit maßgeblich für den Variantenvergleich.

Gemäß der 4. Ergänzung zu diesem PFB [PF11] ist hingegen „... das Profil der Rainitza so zu bemessen, dass bei einem Wasserstand von 100,50 m NHN im Sedlitzer See ein Abfluss von 3,0 m³/s schadlos in die Schwarze Elster abgeführt werden kann ...“. Auf dieser Grundlage laufen aktuell die Planungen zum hierfür erforderlichen Ausbau des Ableiters / der Rainitza auf eine Sohlbreite von 7,00 m. Eine weitere Änderung des ursprünglichen PFB ist demnach nicht erforderlich.

7.3.3 Geotechnische Randbedingungen / Standsicherheit der Böschungen

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 4.4.1 werden alle Böschungen der Tagebauseen für die planfestgestellten Wasserstände gesichert. Es ist davon auszugehen, dass die ebenfalls im Kapitel 4.4 aufgezeigten noch bestehenden diesbezüglichen Defizite bis zur Implementierung eines möglichen Bewirtschaftungskonzeptes behoben sind. Somit sind die Randbedingungen der PFB bezüglich Böschungssicherung formell eingehalten.

Allerdings sind die Zuflussmengen zum Partwitzer und ggf. auch Geierswalder See bei Umsetzung des Bewirtschaftungskonzeptes im HW-Fall deutlich höher als sich dies aus dem PFB für die Flutungsphase ableitet. Durch die ergänzenden Untersuchungen ist die Einhaltung der PFB dahingehend zu prüfen (Kapitel 7.6.6).

7.4 Auswirkungen auf die Hochwasserabflüsse

Entsprechend der ausführlichen Variantenuntersuchung kann eine maximale Reduktion des Hochwasserscheitels zwischen Wehr Koschen / Fluss-km 114,1 (letzte Ausleitung aus der Schwarzen Elster) und dem Zulauf aus dem SB Niemtsch bei Fluss-km 103,6 auf 10 m³/s erreicht werden, wobei dies auch für ein Hochwasserereignis mit einem Scheitel am Pegel Neuwiese (oberhalb der Landesgrenze) von 65 m³/s und einer mehrgipfeligen Ganglinie möglich sein sollte. Die Abminderung beträgt somit immerhin ca. 85%. Damit ist die Ausuferung der Schwarzen Elster im gesamten Bereich der Ortslage Senftenberg ausgeschlossen, da die hydraulische Leistungsfähigkeit des Gerinnes gemäß Kapitel 6.1.1.3 bei ca. 15 m³/s liegt. Im Falle kleinerer bzw. kürzerer Hochwasserereignisse könnte die Steuerung des Systems ad hoc dahingehend angepasst werden, dass sogar eine weitere Kappung auf unter 10 m³/s möglich ist, da die verfügbaren Kapazitäten dies zulassen würden. Dies setzt jedoch verlässliche Prognosen zum möglichen maximalen Hochwasserscheitel am Pegel Neuwiese (HW-Vorhersagemodell in Sachsen existiert) voraus.

Ab der Zulaufanlage aus dem SB Niemtsch verringert sich der Scheitelabfluss dann auf maximal 15 m³/s, also immer noch um ca. 75%.

Alle weiteren Hochwasserscheitel wurden für die hydraulische Nachweisführung in Kapitel 6.2.6 vereinfachend um die absolute Differenz zwischen Ist- und Planzustand am Pegel Biehlen von 54,18 m³/s, (vgl. Tabelle 6-17) verringert, da ohnehin nur eine 1D-Berechnung überschläglich die Wirkung nachweisen sollte. Durch die Zuflüsse aus den großen Nebengewässern Pulsnitz und Große Röder nimmt der relative Effekt aber zunehmend ab (unterhalb Pulsnitz 40%, unterhalb Große Röder 33% und an der Mündung in die Elbe nur noch 25%), was sich auch deutlich in der zunehmend geringeren Wasserstandsabsenkung in Abbildung 6-7 nachvollziehen lässt.

7.5 Auswirkungen auf Niedrigwasserabflüsse

Die derzeitige Sicherung der Niedrigwasserabflüsse der Schwarzen Elster erfolgt ausschließlich über die Steuerung des SB Niemtsch entsprechend dem Bewirtschaftungsplan [S25] und unter Beachtung der länderübergreifenden Bewirtschaftungsgrundsätzen [B11] (vgl. auch Kapitel 7.5.2). In der Vergangenheit hat sich wiederholt gezeigt, dass die darin festgeschriebene Erreichung des Dauerstauziels von 99,00 m NHN mit Beginn des Sommerhalbjahres (Mai) bei längeren Trockenperioden zwingend erforderlich ist. Andererseits werden seitens der Öffentlichkeit zunehmend Befürchtungen geäußert, dass in Feuchtperioden bei Einhaltung dieses Stauziels eine negative Auswirkung auf die durch den GW-Wiederanstieg bereits angespannte Situation in den umliegenden Ortschaften denkbar ist.

Die im Rahmen der 2. Untersuchungsphase angesetzte Absenkung des Dauerstauziels auf 98,7 m NHN ist erst nach vollständigen Flutung der Tagebauseen möglich, da diese dann für die Niedrigwasseraufhöhung verfügbar sind. Bis zum Erreichen des Endzustands ist weiterhin entsprechend dem derzeit gültigen Bewirtschaftungsplan zu verfahren, da andernfalls die Gefahr besteht, dass der Totraum erreicht wird, eine Abgabe also nicht mehr realisierbar wäre.

Zukünftig soll jedoch zusätzlich über die Tagebauseen eine Niedrigwasseraufhöhung erfolgen. Dies hat entsprechende Konsequenzen für die Bewirtschaftung, die nachfolgend kurz umrissen sind.

7.5.1 Niedrigwasserbewirtschaftung über die Rainitza

In Anlage 3 der „Grundsätze für die länderübergreifende Bewirtschaftung...“ [B11] wird für die RLK ein erforderliches Volumen von 15 Mio. m³ ausgewiesen, welche zur Niedrigwasseraufhöhung/-stützung der Schwarzen Elster durch das Land Brandenburg speicherwirtschaftlich genutzt werden sollen.

Nach aktueller Speicherinhaltslinie haben Sedlitzer, Partwitzer, Geierswalder und Großräschener See nach Flutung bei einer Staulamelle von 100,0 bis 101,0 m NHN ein Volumen von insgesamt 38,88 Mio. m³ und bei einer Staulamelle von 100,0 bis 100,5 m NHN von 19,31 Mio. m³.

Deshalb wurde im Rahmen der Untersuchungsphase 2 außer für die Grundvariante 1 als obere Bewirtschaftungslamelle von 100,5 m NHN ausgegangen, da dies den Anforderungen noch entsprechen würde.

Es liegen jedoch noch keine detaillierten Aussagen vor, inwieweit eine gemeinsame Nutzung von RLK und SB Niemtsch für die Niedrigwasseraufhöhung zu einer möglichen weiteren Absenkung des Dauerstauziels im SB Niemtsch führen könnte (vgl. Kapitel 7.6.7).

Des Weiteren ist dabei auch die Einhaltung der in [B11] ebenfalls vorgegebenen Kriterien der Gewässergüte bei Einleitung aus den Tagebauseen zwingend erforderlich. Da diese Einleitung aber generell erfolgen muss, um selbst außerhalb von Niedrig- oder Hochwasserperioden entsprechende Wasserstände nicht zu unter- oder überschreiten, wurde bereits ein erstes Konzept diesbezüglich erarbeitet [B30].

7.5.2 Niedrigwasserbewirtschaftung über Speicherbecken Niemtsch

Die bisherige Bewirtschaftung des Speicherbecken Niemtsch erfolgt gemäß länderübergreifenden Bewirtschaftungsgrundsätzen (Stand Juli 2014) im Rang 1 nach den Erfordernissen der Niedrigwasserbewirtschaftung [B11]. Als wesentliche Randbedingung für die Niedrigwasserbewirtschaftung wird für den Abfluss am Pegel Biehlen Folgendes festgelegt:

- $Q_{\text{ökol}} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ als Zielgröße für Niedrigwasseraufhöhung und Wiederauffüllung Speicher Niemtsch
- $Q_{\text{min}} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ als Zielgröße bei Zulauf RL Koschen

In der Betriebsvorschrift für den Speicher Niemtsch [S24] wird folgender Verteilungsansatz benannt:

Tabelle 7-3: Betriebsvorschrift für den Speicher Niemtsch [S24]

	Verteilungsansatz			
Kleinkoschen OP (55302.1)	Kleinkoschen UP (55302.3)	Zulauf Niemtsch	Abgabe Niemtsch	Zulauf. Ko- schen
m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1. $Q < 1,0$	wie OP	nein	Stütz. Q_{\min}	nein
2. $Q = 1,0 - 1,5$				
Niemtsch voll	0,7	$Q - 0,7$	$Q - 0,7$	nein
Niemtsch nicht voll	0,7	$Q - 0,7$	0,3	nein
3. $Q = 1,5 - 5,0$				
Niemtsch voll	1	0,5	0,5	$Q - 1,5$
Niemtsch nicht voll	0,7	$Q - 0,7$	0,3	nein
4. $Q > 5$				
Niemtsch voll	1	0,5	0,5	$Q - 1,5$
Niemtsch nicht voll	0,7	$(Q - 0,7)0,67$	0,3	$(Q - 0,7)0,33$

Als Bezugspegel für die Steuerung am Zulauf zum Speicher dient der Pegel Neuwiese, als Steuerpegel hinsichtlich des Niedrigwasserregimes hingegen der Pegel Biehlen. Die in Tabelle 7-3 angegebenen Abflüsse in der ersten Spalte (Kleinkoschen OP) entsprechen im Wesentlichen den Werten am Pegel Neuwiese.

Sogenannter Normalbetrieb gilt für Durchflüsse in Neuwiese / Kleinkoschen über 1,0 m³/s. Dabei ist das Ziel der Steuerung grundsätzlich die Erreichung bzw. Einhaltung des Dauerstauzieles, wofür das verfügbare Dargebot bei Einhaltung des $Q_{\text{ökol}}$ am Pegel Biehlen genutzt werden soll. Ist das Stauziel erreicht, so soll ein Durchlauf durch den Speicher Niemtsch von 0,5 bis 1,0 m³/s angestrebt werden.

Der Betrieb bei Niedrigwasser tritt dann ein, wenn der Durchfluss in Neuwiese/ Kleinkoschen unter 1,0 m³/s fällt. Dann wird durch Abgabe aus dem Speicher der Abfluss in der Schwarzen Elster auf mindestens 1,0 m³/s angehoben. Zur Niedrigwasserstützung kann der gesamte Speicherraum vom oberen Stauziel bis 97,70 m NHN (Beginn Totraum ohne Abgabemöglichkeit) genutzt werden, da es keine relevanten zusätzlichen Wasserentnahmen aus dem Speicher Niemtsch gibt.

Aus gütewirtschaftlicher Sicht sollte ein Wasserstand im Speicher von 98,20 m NHN jedoch nach Möglichkeit wiederum nicht unterschritten werden.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde festgelegt, dass die Speicherbewirtschaftung beispielhaft ohne Berücksichtigung einer Funktion des Speichers als Hochwasserrückhalteraum zum einem mit dem aktuellen Stauziel von 99,0 m NHN [S24] und zum anderen mit einem abgesenkten Bewirtschaftungswasserstand von 98,70 m NHN untersucht werden sollte, da dieses Stauziel in der Öffentlichkeit als Grenzwert eingefordert wurde. Damit wird das für die Niedrigwasserbewirtschaftung zur Verfügung stehende Volumen von 13,29 Mio. m³ auf 10,10 Mio. m³ gesenkt.

Für die Steuerung des Zuflusses zum Speicher wird in beiden Fällen der in Tabelle 7-3 dokumentierte Verteilungsansatz eingesetzt. Die Berechnung erfolgte mit der durch die LTV Sachsen zur Verfügung gestellten Ganglinie des Pegels Neuwiese [S1] vom 01.05.1985 bis 31.12.2012. Mit dieser Zuflussganglinie und der vorgegebenen Abflusssteuerung wird eine Speicherberechnung im Tagesschritt durchgeführt. Dabei wird die gleiche Steuerungsvorschrift verwendet, nur dass der Grenzwert „Niemtsch voll“ einmal 99,0 m NHN und einmal 98,7 m NHN bzw. dem entsprechenden Volumen aus der Speichereinhaltslinie entspricht.

Abbildung 7-1 zeigt den Verlauf des Wasserstands im Speicher für beide Stauzielvarianten sowie die beiden Grenzwasserstände der Bewirtschaftung.

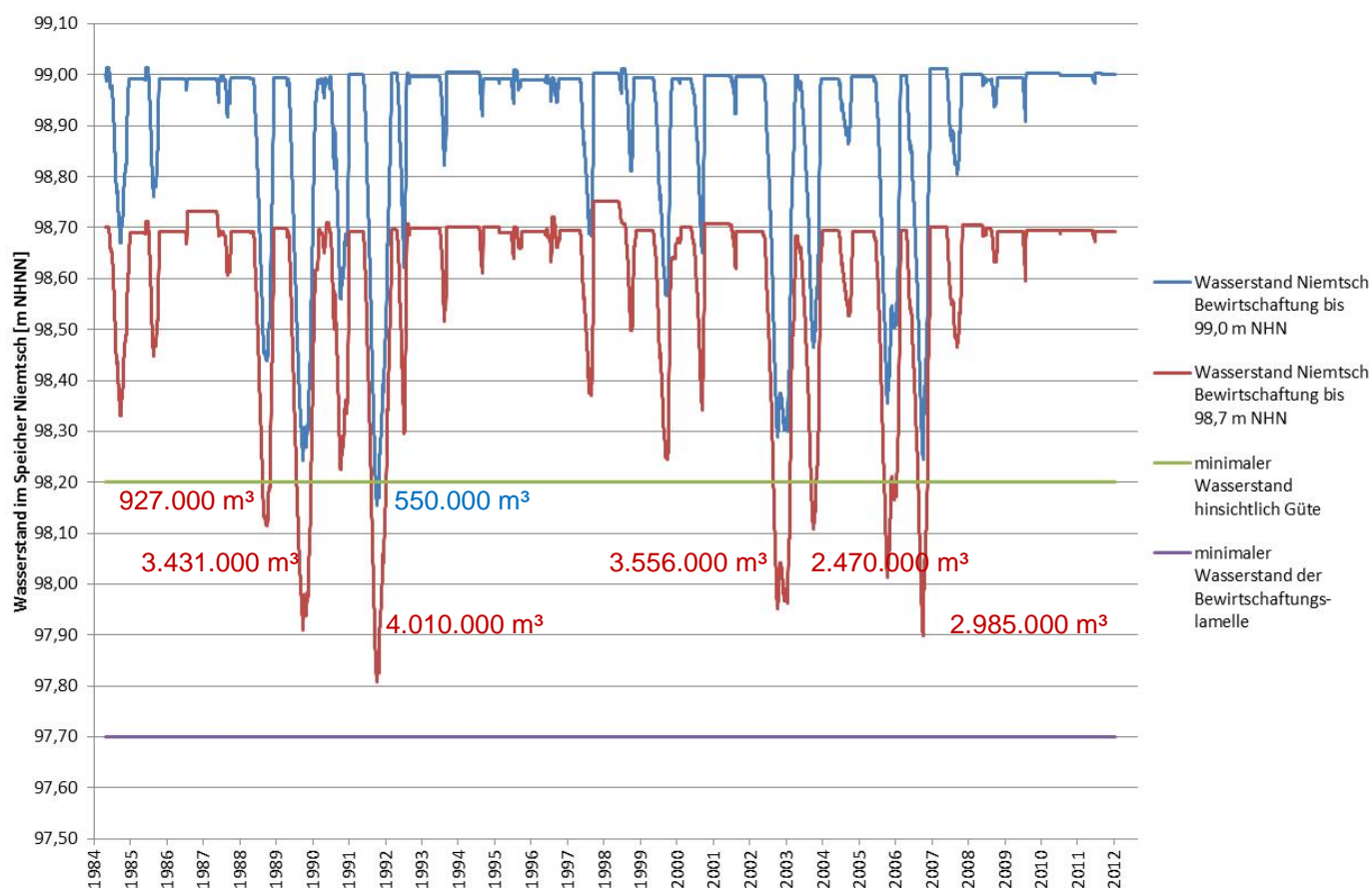


Abbildung 7-1: Wasserstände im Speicher Niemtsch zwischen 1985 und 2012 nach Speicherberechnung

Die Auswertung der Wasserstände hinsichtlich der beiden Grenzwasserstände der Bewirtschaftung zeigt folgendes:

Tabelle 7-4: Gegenüberstellung der Wirksamkeit des SB Niemtsch für die NW-Aufhöhung der Schwarzen Elster für zwei Stauzielvarianten, Jahresreihe 1985-2012

	Stauziel 99,00 m NHN	Stauziel 98,70 m NHN
Einhaltung hinsichtlich Wasserstand 98,20 m NHN (Gütekriterium)	Wasserstand im Becken unterschreitet 98,20 m NHN an 36 Tagen im Betrachtungszeitraum, d.h. an diesen Tagen könnte der Mindestabfluss in der Schwarze Elster nur unter Hinnahme gütewirtschaftlicher Einbußen im Speicher erreicht werden	Wasserstand im Becken unterschreitet 98,20 m NHN an 794 Tagen im Betrachtungszeitraum, d.h. an diesen Tagen könnte der Mindestabfluss in der Schwarze Elster nur unter Hinnahme gütewirtschaftlicher Einbußen im Speicher erreicht werden
Einhaltung hinsichtlich Wasserstand 97,70 m NHN (Betriebsraumkriterium)	Unteres Stauziel wird nicht unterschritten min. Wasserstand ist 98,15 m NHN	Unteres Stauziel wird nicht unterschritten min. Wasserstand ist 97,81 m NHN
Stauziel am 01.04. des Jahres erreicht?	Vollfüllung wird immer erreicht	Vollfüllung wird praktisch immer erreicht

Schaut man sich die für die Stützung des Abflusses nötigen Volumina bei Unterschreitung der Grenzwasserstände an so ist festzuhalten, dass bei Steuerung des aktuellen Stauziels während des Betrachtungszeitraums bisher ein maximales Volumen von 550.000 m³ unterhalb des Grenzwertes für die Güte erforderlich war. Bei Steuerung auf ein abgesenktes Stauziel von 98,70 m NHN beträgt dieses ca. 4.010.000 m³.

Als Fazit ist somit festzuhalten, dass eine zuverlässige Niedrigwasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung der Güteanforderungen im Speicher Niemtsch nicht allein durch den Speicher Niemtsch erfolgen kann, wenn das bisherige Dauerstauziel auf 98,7 m NHN abgesenkt werden sollte. Dieses Problem verstärkt sich umso mehr, wenn in Betracht gezogen wird, dass besonders für die Sommermonate für die Zukunft eine höhere Temperatur und geringere Niederschläge prognostiziert werden. Dann wird es unumgänglich sein, nicht nur den Speicher Niemtsch, sondern die gesamte Restlochkeite für die Niedrigwasserbewirtschaftung zu nutzen.

7.6 Ergänzender Untersuchungsbedarf

7.6.1 Zuleiterkapazitäten zur Restlochkeite und Überleiterkapazitäten

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 7.3.2.2 und 7.3.2.3 ist es erforderlich, im Zuge der Planungen unter Berücksichtigung der bautechnischen Randbedingungen Varianten für eine ggfs. von den PFB abweichende Anzahl von Zuleitern zur Restlochkeite zu untersuchen. In Summe ist eine Kapazität von ca. 45 m³/s zu gewährleisten. Der Zuleiter zum Geierswalder See über das Verteilerbauwehr Koschen mit mind. 10 m³/s ist dabei eine Mindestgröße. Die konkrete Anzahl und Kapazität (einschließlich der erforderlichen Kanäle oder Stollen) ergibt sich des Weiteren erst durch einen Kosten-Nutzen-Vergleich unterschiedlicher Varianten. Demzufolge ist dies im Nachgang zu prüfen. Da letztendlich das Gesamtlutungsvolumen der Restlochkeite damit unveränderlich bleibt (grundlegende Voraussetzung ist ein praktisch kontinuierlicher gleichmäßiger Anstieg des Wasserstands im Gesamtsystem unabhängig von der konkreten Einleitstelle bei offenen Überleiterverbindungen) sollte sich hierdurch keine relevante Änderung des erreichbaren Q_{Ziel} ableiten.

Das derzeitige Konzept geht davon aus, dass während des Hochwassers der Überleiter 6 geschlossen wird und die Seenkette Bluno-Spreetal bzw. die RLK unabhängig voneinander geflutet werden. Dies ist u.a. deshalb vorgeschlagen worden, um sich bei Flutung der RLK zusätzlich über den ÜL 6 dort ggfs. einstellende höhere Fließgeschwindigkeiten zu vermeiden.

Geöffnet werden soll der Überleiter dann erst wieder nach Absenkung der RLK auf den unteren Zielwasserstand. Entsprechend der Ausführungen in Kapitel 6.2.1.8 kann die Entleerung der Seenkette Bluno-Spreetal dann so eingestellt werden, dass es nicht zu einem Wiederanstieg des Wasserspiegels in der RLK kommt.

Generell ist es jedoch auch möglich, mit Beginn der Flutung der Seenkette Bluno-Spreetal parallel einen Teil der Wassermengen gleichzeitig in die RLK abzuleiten. In diesem Falle müssten die Zuleiter zur RLK auf geringere Mengen ausgelegt werden. Es ist in den weiteren Planungen somit entsprechend der Hinweise der LMBV und der LDS auch zu empfehlen, eine derartige Variante zu untersuchen. Dabei ist zu beachten, dass bei einer Erhöhung der Kapazität der am Überleiter 6 vorhandenen Anlage „WÜL DN 1 600“ diese auch umgestaltet werden müsste. Entsprechende bautechnische Vorbetrachtungen sollten vorab bereits geführt werden, um eine Machbarkeit einer solchen Variante zu gewährleisten, da das Entnahmebauwerk in den mit rückverankertem Spundwandverbau gestalteten Vorhafen der Schleuse ÜL 6 integriert und die Kanaldichtung an die Spundwand angeschlossen ist.

7.6.2 Hydraulische Verhältnisse in den Überleitern während der Flutungs- und Entleerungsphase sowie Konkretisierung der Aussagen zu Flutungs- und Entleerungszeiten

Entsprechend den allgemeinen Annahmen/Voraussetzungen wurde davon ausgegangen, dass bis auf den Überleiter 6 alle anderen Überleiter zwischen den Gewässern sowohl während der Flutungsphase als auch der Entleerungsphase geöffnet sind, d.h. es wurde ebenfalls davon ausgegangen, dass die jeweils mit einheitlichem Ausgangswasserstand gefluteten Gewässer ein Gesamtsystem darstellen, in dem das zuströmende Wasser mehr oder weniger gleichmäßig zu einem Ansteigen des Wasserstands führen wird, so dass in den Überleitern keine relevanten Fließbewegungen zu verzeichnen sind.

Es wird dennoch vorgeschlagen, im Rahmen der konkreten Planungen oder im Vorfeld für die einzelnen Systeme eine hydronumerische 2D-Simulation zu veranlassen (Input: Ganglinie HQ_{III} ein- bzw. zweigipfelig unter Berücksichtigung der jeweiligen Vorentlastung an Zuleitern oberhalb), um einerseits die sich tatsächlich einstellenden Fließbewegungen und –geschwindigkeiten sowohl in den Gewässerkörpern als auch den Überleitern zu identifizieren. Daraus können parallel Schlussfolgerungen abgeleitet werden, in welchem Umfang die zusätzlichen geotechnischen Untersuchungen gemäß Kapitel 7.6.6 umzusetzen sind. Dieses Modell stellt dann auch gleichzeitig eine mögliche Ausgangsbasis für die vorgeschlagenen ergänzenden Untersuchungen zu den Auswirkungen auf die Gewässergüte (Kapitel 7.6.7) dar.

Das heißt, das vorliegende hydronumerische Modell der Schwarzen Elster muss um die Bereiche der Tagebauseen erweitert werden. Die möglichen Einleitungen in die Seen sowie das Auslaufbauwerk sind zu integrieren. Gleiches gilt für alle Überleiter mit den in ihnen enthalten Bauwerken.

Durch eine instationäre Berechnung kann dann einerseits konkreter die tatsächliche Flutungsdauer für verschiedene Varianten der Anzahl und Lage von Zulaufbauwerken ermittelt und andererseits auch sichergestellt werden, dass die Leistungskurve des Auslaufbauwerkes in Abhängigkeit vom Wasserstand bzw. Durchfluss in der Schwarzen Elster eine konkretere Aussage zu tatsächlichen Entleerungszeiten liefert. Berechnungen mit unterschiedlichen Ereignissen (ein- bzw. zweigipfelig, längerer oder geringerer Dauer) stellen dann eine wesentliche Grundlage für die konkreten Planungen dar.

7.6.3 Einfluss von Niederschlägen und Gewässerverdunstung auf die verfügbare Hochwasserlamelle

Im Ergebnis der Ausführungen in Kapitel 4.1 zu den identifizierten Randbedingungen aus Sicht des Oberflächenwassers wurde im AK-HWR abgestimmt, vorerst im Rahmen der Studie davon abzugehen, eine Verringerung der effektiv verfügbaren Hochwasserlamelle, resultierend aus einer temporären negativen Bilanz zwischen den Niederschlägen und der Verdunstung auf die Wasseroberfläche, abzubilden bzw. zu berücksichtigen, da dies u. a. einer Festlegung bzw. Abstimmung bedarf, welches Niederschlagsereignis hier als maßgeblich zu betrachten ist. Allerdings ist es deshalb erforderlich, dies bei den weiterführenden Planungen nochmals detaillierter zu betrachten, um die berücksichtigten bzw. erforderlichen Rückhaltevolumina auch abzusichern.

7.6.4 Auswirkungen auf die Hochwasserabflüsse im weiteren Verlauf der Schwarzen Elster bis zur Mündung in die Elbe

Die ausgewiesenen Absenkungen der Wasserspiegellagen wurden durch Berechnungen für den Ist- und Plan-Zustand mittels des 1D-Modell der Untersuchungen zur HWRMP an der Schwarzen Elster [S34] umgesetzt, wobei die Berechnungen stationär erfolgten.

Das HQ_{III} der aktuellen Studie mit einem Scheitelabfluss von $69,18 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Biehlen ist dann bereits 15% höher als das den damaligen Untersuchungen zugrunde gelegte HQ_{200} , das HQ_{II} mit $57,72 \text{ m}^3/\text{s}$ entspricht etwa dem damaligen HQ_{100} von $54,82 \text{ m}^3/\text{s}$.

Im Falle der ausschließlichen 1D-Modellierung steigt der berechnete Wasserstand deutlich stärker an, sobald die Deichkronen erreicht sind, als wenn im Falle des Deichüberströmens eine Entlastung ins Vorland erfolgt. Demzufolge ist davon auszugehen, dass die für den Vergleich durchgeführten Berechnungen des Ist-Zustandes im Falle einer 2D-Berechnung deutlich geringer ausfallen würden und somit die dargestellten Differenzen geringer ausfallen können. Allerdings ist in den HWGK im Abschnitt zwischen Wehr Koschen und Pegel Biehlen keine Ausuferung nachgewiesen, so dass insbesondere in diesem Abschnitt also etwa bis km 103,6 die dargestellten Minderungseffekte tatsächlich beim HQ_{II} als realistisch einzuschätzen sind. Für das HQ_{III} lassen sich keine verlässlichen Aussagen treffen, da die entsprechenden HWGK die Darstellung einer Berechnung ohne Deiche enthalten. Ab Pegel Biehlen sind aber bereits ab HQ_{20} deutliche Ausuferungen gegeben, so dass davon auszugehen ist, dass die in Abbildung 6-7 dargestellten Differenzen geringer ausfallen werden, wenn auch die Vorlandüberströmung berücksichtigt würde.

Andererseits ist darauf hinzuweisen, dass ein rein stationärer Vergleich ebenfalls nicht zielführend erscheint. Durch die Einleitung in die Tagebaugewässer werden der Hochwasserwelle beim HQ_{III} , zweigipfelig in der Vorzugsvariante insgesamt 35,4 Mio. m³ Wasser entzogen, die sich im Ist-Zustand bei Überschreiten der Deichkronen im Vorland anteilig verteilen können. Somit wäre die tatsächliche Effektivität erst durch eine instationäre 2D-Berechnung für den Ist- und Plan-Zustand nachweisbar.

Dabei müssten jedoch abschnittsweise die Bemessungsganglinien mittels N-A-Modell bestimmt und die hydraulischen Modelle auch abschnittsweise berechnet werden, da die am oberen Ende eingeleitete Ganglinie unter Berücksichtigung der Vorlandretention nach Überlagerung mit Zuflussganglinien aus Nebeneinzugsgebieten einer kontinuierlichen Änderung insbesondere des Volumens unterliegt. Dies ließe sich mittels des vorliegenden N-A-Modells nur ermitteln, wenn dieses durch eine interaktive Betrachtung mit dem hydraulischen Modell so qualifiziert würde, dass die Retentionseffekte abschnittsweise durch die entsprechenden Modellbausteine des Flood Routing adäquat abgebildet werden könnten.

7.6.5 Grundwasser – Sicherstellung Bewirtschaftung bei dauerhafter Absenkung der oberen Lamelle

Die bisher in den PFB festgelegten Bewirtschaftungsräume 100,0 – 101,0 m NHN bzw. 103,0 bis 104,0 m NHN sollen sicherstellen, dass im langjährigen Mittel durch eine entsprechende Steuerung diese in Trockenzeiträumen nicht unterschritten, in Feuchteperioden hingegen nicht überschritten werden.

Sollte zukünftig die obere Lamelle um 0,5 m dauerhaft abgesenkt werden, steht ein deutlich geringeres Volumen in Trockenzeiten zur Verfügung. Demnach ist mittels Berechnung (Langzeitsimulation) mit dem Hydrogeologischen Großraummodell der LMBV nachzuweisen, dass es in diesem Falle nicht zur Unterschreitung kommt.

Gekoppelt werden sollten diese Untersuchungen mit dem parallel bei der LMBV betriebenen Niederschlag-Abfluss-Modell. Gleichzeitig kann mit diesem auch untersucht werden, ob die geplanten Änderungen bezüglich der Gestaltung des Ausleitbauwerkes aus dem Sedlitzer See auch die Einhaltung der zweiten Randbedingung (Nichtüberschreiten der oberen Lamelle) ermöglicht, da diese für den Hochwasserfall der Schwarzen Elster zwingend freizuhalten ist.

Theoretisch ist bei einem kleineren als dem untersuchten HQ_{III} zweigipfelig durchaus auch ein geringeres Rückhaltevolumen und somit ein höherer Ausgangswasserstand zu Beginn der Flutung ausreichend. Da jedoch vor Beginn der auslösenden Niederschläge keinerlei Prognosen über Dauer, Scheitelabfluss und Volumen der zu erwartenden Hochwasserwelle möglich sind würde dies in jedem Fall einen erheblichen Unsicherheitsfaktor darstellen.

Der Nachweis der potentiellen Auswirkungen der Absenkung der oberen Staulamelle auf die Grundwasserstände im Umfeld der Gewässer sowie der Nachweis zur Inanspruchnahme der temporären Beanspruchung der Hochwasserlamelle in der RLK wurden in Kapitel 6.2.7 bewertet. Die dort benannten Auswirkungen auf die Änderung der Verhältnisse beim Anstieg bis auf 104 m NHN in der ERLK gehen nicht über die ohnehin als Grundlage der Planfeststellung identifizierten Auswirkungen hinaus. Demzufolge sollten die tatsächlichen

Auswirkungen nochmals detailliert mit dem HGM untersucht werden, wobei als Randbedingung die für die Vorzugsvariante vereinbarten unteren und oberen Lamellen eingehen sollten.

7.6.6 Geotechnik – Standsicherheit im Bereich großer Einleitmengen

Es ist gemäß Kapitel 7.3.3 nicht auszuschließen, dass sich an den Zulaufstellen zu den Gewässern das Erfordernis einer nochmaligen Betrachtung bezüglich der Sicherheit der Böschungen gegen eine mögliche Auswaschung/Ausspülung ableitet. Dies ist auf Grundlage des in Kapitel 7.6.2 empfohlenen hydraulischen Modells möglich, da hiermit ortskonkret die Fließgeschwindigkeiten und die sich daraus ableitende mögliche Beeinflussung der Böschungen identifiziert werden kann. Derartige Betrachtungen sind ohnehin zwingender Bestandteil detaillierter Planungen zu den erforderlichen Bauwerken (Zuleiter, Einlaufbereiche mit ggf. Tosbereichen etc.).

Anmerkung: Die bisherige Kostenschätzung umfasst lediglich diese Untersuchungskosten. Sollte sich hierbei der Bedarf der Anpassung der Böschungen ableiten, werden sich die Kosten erhöhen.

Auch im Hinblick auf die eingeschätzten Leerungsdauern und den damit verbundenen Absenkgeschwindigkeiten sind ggf. nochmalige geotechnische Betrachtungen erforderlich.

7.6.7 Niedrigwasseraufhöhung in der Schwarzen Elster

In Kapitel 7.5 erfolgte eine Einschätzung der Vorzugsvariante im Hinblick auf die Niedrigwasserbewirtschaftung ausschließlich getrennt nach den Komplexen RLK bzw. SB Niemtsch.

Es wurde aufgezeigt, dass eine Absenkung des Stauziels im SB Niemtsch zwingend voraussetzt, dass in diesem Falle eine ergänzende Stützung durch die RLK erfolgt.

Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass selbst bei Nutzung ausschließlich der RLK zur Niedrigwasseraufhöhung entsprechend Randbedingung RB (6) im Kapitel 7.1 das verfügbare Volumen den Anforderungen der länderübergreifenden Bewirtschaftungsgrundsätze entspricht.

Es ist nun erforderlich, ähnliche Analysen wie in Kapitel 7.5.2 durchzuführen, allerdings unter Berücksichtigung einer möglichen Stützung des Abflusses in der Schwarzen Elster aus der RLK spätestens dann, wenn der Wasserstand im Speicher Niemtsch kritische Marken unterschreitet. Demzufolge ist dann auch der Bewirtschaftungsplan des SB Niemtsch zu ändern. Soll tatsächlich das Wasser der Seenkette Bluno-Spreetal nicht für die Ziele der Niedrigwasseraufhöhung berücksichtigt werden, müsste auch im Falle der NW-Stützung der Überleiter 6 geschlossen bzw. der Ablauf in die RLK zumindest deutlich gedrosselt werden. Eine Überleitung muss aber auf alle Fälle dann wiederum erfolgen, wenn die Staulamelle von 103,5 m NHN entsprechend der Vorzugsvariante überschritten würde.

Eine weitere mögliche Untersuchungsvariante ist, den Speicher Niemtsch nicht mehr oder in deutlich geringerem Umfang für die Niedrigwasseraufhöhung zu berücksichtigen, dafür jedoch zusätzlich auf das verfügbare Volumen der Blunoer Seenkette ebenfalls in jedem Fall zurückzugreifen.

Jedes Konzept der Bewirtschaftung der Gewässer muss jedoch zwingend sicherstellen, dass entsprechend des derzeit gültigen länderübergreifenden Bewirtschaftungskonzeptes Niedrigwasserabgaben in Höhe von

15 Mio. m³ abgesichert werden (können), ohne dass dabei die unteren Staulamellen von 100,00 m NHN in der RLK oder 103,00 m NHN in der Senkette Bluno (längerfristig) unterschritten werden.

7.6.8 Gewässergüte

Entsprechend der Abstimmungen zur Thematik „Gewässergüte“ im AK-HWR im Zuge der Projektbearbeitung wird in der aktuellen Studienphase auf detailliertere Untersuchungen verzichtet. Eine vollständige gütewirtschaftliche Betrachtung sollte demnach unbedingt Gegenstand einer weiteren nachfolgenden Untersuchung unter Berücksichtigung der Randbedingungen des letztendlich vorgeschlagenen Bewirtschaftungskonzeptes sein. Zu betrachten sind dabei u.a. folgende Aspekte:

- Prognose vor dem Hintergrund avisierter Entlastungsmaßnahmen unter Berücksichtigung sonstiger Wassereinspeisungen (vor allem auch in die Schwarze Elster),
- Auswirkungen auf die bzw. Erfordernis der Anpassung der Nachsorgekonzepte [B30],
- möglicher Einfluss des Ausbaus der baulichen Anlagen (Zu- und Ableitungen zum System)
- Ausleitung aus dem Sedlitzer See unter Beachtung von Immissionszielwerten für den Parameter Sulfat in der Schwarzen Elster.

Der letztgenannte Punkt hat auch einen vermutlich nicht unerheblichen Einfluss auf die tatsächlichen Entleerungszeiten nach dem Hochwasser. Alle im Verlauf der Untersuchungen vorgenommenen Einschätzungen zu Entleerungszeiten berücksichtigen die in Tabelle 3-1 benannten Kapazitäten. Durch die geplante bauliche Anlage wird es jedoch durchaus auch möglich sein, bei den jeweiligen Wasserständen je nach Sulfatbelastung in der Schwarzen Elster und im See geringere Mengen als theoretisch möglich abzuleiten. Demzufolge wird dies dann auch Auswirkungen auf die tatsächlichen Entleerungsdauern haben. Dies wird in jedem Hochwasserfall jedoch durch andere Randbedingungen beeinflusst (z.B. Jahreszeit), so dass generell dieses Einflusskriterium nicht berücksichtigt werden konnte.

Ein weiteres wesentliches Kriterium für die Entwicklung der Wasserqualität in den Seen der ERLK ist der Nährstoffeintrag bei Hochwasser und die sich bei der Flutung einstellenden Durchmischungsverhältnisse, die entscheiden, ob die eingetragenen Nährstoffe festgelegt oder freigesetzt werden. Die vorliegenden Daten lassen derzeit keine Rückschlüsse auf die Tiefenprofile und Schichtungsverhältnisse zu. Im Rahmen weiterer Untersuchungen sollte daher geklärt werden, inwieweit sich das Flutungswasser in den See einmischt oder ob lediglich eine oberflächige Durchströmung erfolgt. Hierfür sollten mindestens die Parameter pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur sowie die Eisen-, Sulfat-, Stickstoff (NO₃-N, NO₂-N und NH₄-N)- und Phosphorkonzentrationen zum Zeitpunkt der Flutung sowie nach Leerung in Tiefenprofilen aufgenommen werden. Dies könnte ggf. mit einem Berechnungsmodell zum Schadstofftransport erfolgen, welches auf dem empfohlenen hydraulischen 2D-Modell (Kapitel 7.6.2) aufbaut.

Eine grundlegende Abschätzung der potentiellen Nährstoffeinträge wurde bereits im Zuge der Variantenuntersuchungen durchgeführt (Kapitel 6.1.4), wobei allerdings auf Grund der genannten Unbekannten / Unsicherheiten eine Prozessanalyse (Eintrag -> Lösung/Bindung -> Austrag in die Schwarze Elster) nicht durchgeführt werden konnte.

7.6.9 Risikobetrachtungen baulicher Anlagen

Unabhängig von den gegenwärtigen Bedingungen sollten die künftig zur Hochwasserentlastung und –steuerung dienenden baulichen Anlagen im Ergebnis dieser Untersuchungen in Abhängigkeit ihrer konkreten Funktion/Aufgabe bewertet werden.

Die Anwendung der DIN 19 700 einschließlich der Nachweisführung der Hochwassersicherheit unter Beachtung der spezifischen Randbedingungen eines Tagebausees (u. a. Standsicherheit der Böschungen) wird als zwingende Voraussetzung für die angestrebte Nutzung angesehen.

In diesem Zusammenhang sind die zu verwendenden Daten zu ergänzen. Im Wesentlichen handelt es sich um die Berücksichtigung des Eigeneinzugsgebietes, des Niederschlages und der Verdunstung der Wasseroberflächen sowie des Grundwasserzustromes, um eine ganzheitlich- realitätsnahe Analyse sicherzustellen.

7.6.10 Auswirkungen von Änderungen der Seewasserspiegel auf die GW-Verhältnisse

In Kapitel 4.2.3.1 bzw. 4.5.2 wurde eine generelle Einschätzung vorgenommen, wie sich Änderungen der Wasserspiegeln in den Seen auf die GW-Verhältnisse im unmittelbaren Umfeld sowie auch in weiterer Entfernung und somit auf die in diesem Umfeld maßgeblichen Nutzungen auswirken können. Grundlage bildeten hierbei die vorliegenden Informationen aus den hydrogeologischen Modellen sowie den hydrogeologischen Besonderheiten des Untersuchungsgebietes. Unter anderem wurde eingeschätzt, dass sich durch Wasserspiegelabsenkungen im Senftenberger See um bis zu 1,3 m der Absenktrichter teilweise bis 4 km ausdehnen kann. Im ehemaligen Tagebaubereich Lohsa wurde bei entsprechenden Untersuchungen festgestellt, dass sich dort die Absenkung aufgrund der Kapillarkräfte innerhalb eines Jahres nicht weit ausdehnt. Es wird empfohlen, im Zuge der erforderlichen Nachbetrachtungen mit dem GW-Modell (vgl. Kapitel 7.6.5) auch diesbezüglich die Einschätzung zu überprüfen. Auf Grund unterschiedlicher Lagerungsverhältnisse und der Tatsache, dass der Senftenberger See bereits seit fast 40 Jahren existiert, ist nicht zwingend davon auszugehen, dass dies auf den hier betrachteten Bereich ebenfalls zutrifft.

Im Zusammenhang mit der Flutung/Absenkung im Hochwasserfall müssen die zulässigen Flutungs- und Absenkungsgeschwindigkeiten geprüft und ausgewiesen werden, da diese unterschiedliche Auswirkungen auf andere Nutzungen (Standsicherheit der Böschungen, Bauwerke und sonstige zu schützende Objekte) haben können. Insbesondere während der Flutung ist von schnelleren Anstiegen auszugehen, da beispielsweise bei der Vorzugsvariante in die RLK zeitgleich bis zu 46 m³/s eingeleitet werden. Bei der Absenkung werden hingegen maximal 8 m³/s aus der RLK an die Rainitza abgegeben, so dass die Absenkgeschwindigkeiten deutlich geringer sind und somit vermutlich auch die Auswirkungen. Auf die Besonderheiten nahe der Einleitstellen und die hierfür erforderlichen Untersuchungen wurde bereits in Kapitel 7.6.6 verwiesen.

7.6.11 Touristische Nutzbarkeit bei dauerhafter Absenkung der oberen Staulamellen

Grundlegend sind die für die touristischen Nutzungen erforderlichen Anlagen ebenfalls für die planfestgestellten Lamellen ausgelegt. Da das vorgeschlagene Bewirtschaftungskonzept generell darauf abzielt, diesen Bereich weder zu unter- noch zu überschreiten sollte eine negative Auswirkung auf die touristische Inf-

rastruktur formell auszuschließen sein. Eine Beeinflussung ist lediglich gegeben, wenn für den Zeitraum der Flutung und Entleerung Nutzungseinschränkungen verfügt werden, da in diesem Falle entsprechende Fließverhältnisse innerhalb der Seen eine Gefährdung lokaler Bereiche darstellen. Schlussfolgerungen hierzu lassen sich im Rahmen der in Kapitel 7.6.2 benannten ergänzenden hydraulischen Modellierungen ableiten.

Weiterhin sollte dennoch nochmals detaillierter betrachtet werden, ob die zwecks Umsetzung des Konzeptes erforderliche dauerhafte Absenkung der oberen Staulamelle ungünstig auf die Schiffbarkeit des Gesamtsystems wirken könnte. Einerseits muss sichergestellt werden, dass beispielsweise für die schiffbare Verbindung der beiden Seenketten mittels ÜL 6 für geplante Schleusungen ausreichend Wasser auch in Trockenzeiträumen in der Blunoer Seenkette verfügbar ist bzw. die Anzahl der Schleusungen müsste dementsprechend angepasst werden. Weiterhin kann mittels der hydraulischen Modelle auch für verschiedene Szenarien untersucht werden, ob und wie die sich dadurch ändernden Verhältnisse (u.a. Fließgeschwindigkeiten) zu Einschränkungen oder ggf. erhöhten Unterhaltungsanforderungen führen könnten. Bei geringeren Wasserständen und sich möglicherweise dadurch einstellenden geringeren Wasserspiegelgefällen verändern sich die Fließgeschwindigkeiten, es könnte zu stärkerer Sedimentation kommen.

8 Zusammenfassung

Im Auftrag des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft / MLUL (bis November 2014 Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz / MUGV) wurde durch die BTU Cottbus, Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft, im Jahr 2011 die „Potentialstudie zur dauerhaften Nutzung von Tagebauseen in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster für eine verbesserte Hochwasservorsorge und -bewältigung“ [B7] erarbeitet. Für die sogenannte „Erweiterte Restlochkette“ (ERLK) ergab sich daraus die Möglichkeit des Rückhalts bei Hochwasserereignissen mit dem Ziel der Scheitelabsenkung im weiteren Verlauf der Schwarzen Elster.

Mit der hier vorgelegten Studie sollten diese identifizierten Potenziale hinsichtlich Machbarkeit und Wirksamkeit vertiefend untersucht werden, da deren Ausschöpfung an verschiedene Rahmenbedingungen gebunden ist.

Gemäß der Aufgabenstellung sowie aus vertragsrechtlichen und terminlichen Gründen waren Detailuntersuchungen, die über den Studiencharakter hinausgehen (z.B. detaillierte Grundwassermodellierungen oder hydronumerische Nachweise der sich einstellenden Verhältnisse innerhalb der Gewässer) nicht vorgesehen.

Ziel der Studie war hingegen, ausgehend von einer Analyse des Ist-Zustands unterschiedliche Varianten der Flutung der Tagebauseen mit differenzierten Randbedingungen zu untersuchen. Mögliche Probleme bei der Umsetzung der identifizierten Vorzugsvariante eines Bewirtschaftungskonzeptes sollten aufgezeigt und der entsprechend erforderlich weitere Untersuchungsbedarf identifiziert werden (Kapitel 7.6).

Erst darauf aufbauend soll eine Entscheidung getroffen werden, ob das Projekt weiter verfolgt werden sollte und somit diese Detailuntersuchungen auch tatsächlich zu beauftragen sind.

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung umfasste den Zeitraum Januar 2014 bis Oktober 2015. Ursache für diese verhältnismäßig zeitaufwendige Bearbeitung war unter anderem die erforderliche und zielführende kontinuierliche Abstimmung zu Zwischenergebnissen mit dem speziell zu dieser Problematik eingerichteten länderübergreifenden (Freistaat Sachsen und Land Brandenburg) Arbeitskreis „Hochwasserrückhalt in Tagebauseen“ (AK-HWR).

Nach einer detaillierten Gebietsanalyse (Kapitel 2, 3 bzw. 5), der Bestandaufnahme und ausführlichen Beschreibung der Randbedingungen für die einzelnen Tagebauseen unter Berücksichtigung der verschiedensten, in der Leistungsbeschreibung ausführlich benannten Kriterien (Kapitel 4) wurden in einer ersten Untersuchungsetappe insgesamt 11 verschiedene Szenarien, vorabgestimmt mit dem AG und unter Berücksichtigung der Anforderungen der Leistungsbeschreibung, untersucht und detailliert mittels Variantensteckbriefen beschrieben (Kapitel 6.1.1 bis 6.1.4). Für verschiedene Kriterien bzw. Berechnungen wurden hier entsprechend Aufgabenstellungen keine detaillierten, sondern vereinfachende bilanzierende Analysen vorgenommen, deren Randbedingungen ebenfalls dokumentiert wurden.

Generell wurden alle Untersuchungen für sechs unterschiedliche Hochwasserereignisse am Pegel Neuweise (praktisch der für das System maßgebliche Zulaufpegel) geführt. Es wurden hierfür aus den langjährigen Beobachtungsreihen an diesem Pegel in enger Abstimmung mit der Landesdirektion Sachsen (Pegelbetrei-

ber) Bemessungsganglinien für 3 unterschiedliche Scheitelwerte der Hochwasserwellen ($33 \text{ m}^3/\text{s}$, $54 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $65 \text{ m}^3/\text{s}$) abgeleitet. Weiterhin wurde dabei differenziert nach sogenannten eingipfeligen und zweigipfeligen Ereignissen, wobei im zweiten Falle einer der Hochwasserscheitel den besagten Wert erreicht (Kapitel 5.1). Für die Variantenbewertung und den Variantenvergleich wurde letztendlich in Abstimmung mit dem AG jedoch immer das ungünstigste Szenario berücksichtigt, um so sicherzustellen, dass das herzuleitende Vorzugskonzept auch in diesem Falle seine Wirkung erzielen kann.

Für den Vergleich der Varianten mit dem Ziel der Herleitung einer Vorzugsvariante wurde ein Variantenbewertungskonzept entworfen und nach intensiver Abstimmung mit dem AG auf diese 11 Varianten angewendet (Kapitel 6.1.5). Parallel dazu erfolgte auch der Nachweis der Wirksamkeit der Varianten auf die Wasserspiegellagen mittels eines Ausschnitts aus dem Hydronumerischen Modell, welches für die Untersuchungen zu den Hochwassergefahrenkarten an der Schwarzen Elster verwendet wurde. Die Ableitung der hierfür erforderlichen hydrologischen Längsschnitte ist in Kapitel 5.2 bzw. 5.3 beschrieben, die Ergebnisse in Kapitel 6.1.6 dokumentiert.

Da sich diese Betrachtungen ausschließlich auf den eingedeichten Abflussquerschnitt bezogen, sind für eine detailliertere Bewertung weiterführende Untersuchungen empfohlen worden (Kapitel 7.6.4).

Nach Vorstellung der Ergebnisse im AK-HWR wurde, ausgehend von den Betrachtungen zu den einzelnen Varianten, eine Änderung der maßgeblichen Randbedingungen vereinbart, aus denen sich weitere potenzielle Maßnahmen ableiteten (Kapitel 6.2). Es wurden allerdings die gleichen Werkzeuge wie in Phase 1 verwendet, adaptiert an diese neuen grundlegenden Randbedingungen. Gleiches gilt für das formell ebenfalls angewendete Konzept zum Variantenvergleich.

Bis zur Herleitung einer Vorzugsvariante mussten demnach 5 weitere Varianten betrachtet werden. Die Vorzugsvariante 5 (Kapitel 6.2.5.13) ist mit ihren eingeschätzten Auswirkungen auf die Abflussverhältnisse der Schwarzen Elster in Kapitel 6.2.6 sowie die Grundwasserverhältnisse im Umfeld in Kapitel 6.2.7 beschrieben und stellt gleichzeitig die Basis für das vorgeschlagene grundlegende Bewirtschaftungskonzept entsprechend der detaillierten Ausführungen in Kapitel 7 dar, in dem nochmals eine weitere Betrachtung der Auswirkungen auf die einzelnen Kriterien der Leistungsbeschreibung erfolgt.

Die zur Umsetzung des Konzeptes erforderlichen Maßnahmen sind in Kapitel 7.2 sowie erforderlicher Untersuchungsbedarf im Vorfeld bzw. im Rahmen der eigentlichen Planungen in Kapitel 7.6 aufgezeigt.

Zusammenfassend seien hier nochmals die wesentlichen Parameter dieses Bewirtschaftungskonzeptes benannt, die in ihrer Wirkung für das ungünstigste Szenario (Scheitel am Pegel Neuwiese $65 \text{ m}^3/\text{s}$ mit zwei aufeinanderfolgenden Hochwasserwellen) gelten:

1. genutzte Hochwasserlamelle 100,50 bis 101,25 m NHN in der RLK Sedlitz-Skado-Koschen-Meuro bzw. 103,50 bis 104,00 m NHN in der Seenkette Bluno-Spreetal,
2. Scheitlabsenkung zwischen Verteilerwehr Koschen und Zulauf aus dem SB Niemtsch oberhalb Pegel Biehlen max. $10 \text{ m}^3/\text{s}$
3. ab Pegel Biehlen Scheitelabfluss $15 \text{ m}^3/\text{s}$,

4. keine Nutzung der HW-Lamelle im SB Niemtsch, d.h. es wird von einem konstanten Wasserstand von max. 98,7 m NHN innerhalb des SB Niemtsch ausgegangen (Flutungsmenge darf Abgabemenge nicht überschreiten, SB Niemtsch fungiert als Bypass
5. Kosten für Umsetzung der wesentlichen Maßnahmen unter Beachtung der beschriebenen Randbedingungen mindestens ca. 15 Mio. € (nicht enthalten u.a. Kosten für Errichtung des gemäß PFB geplanten jedoch bisher nicht gebauten Zuleiters Partwitzer See, für den ausgewiesenen Untersuchungsbedarf zur Untersetzung gemäß Kapitel 7.6)

Aus den aktuellen Speicherinhaltslinien der Tagebauseen lassen sich für die maximal ausgeschöpften Staulamellen folgende potentielle Volumina für den Hochwasserrückhalt ableiten:

Tabelle 8-1: Verfügbare Retentionsvolumina des Bewirtschaftungskonzeptes für die einzelnen Gewässer bei Umsetzung des Bewirtschaftungskonzeptes

Gewässer	Wasserstand Beginn Flutung [m NHN]	max. HW-Stand [m NHN]	Volumen [Mio. m³]
Großräschener See	100,50	101,25	6,068
Partwitzer See			8,235
Sedlitzer See			10,512
Geierswalder See			4,802
Summe RLK			29,617
Blunoer Südsee	103,50	104,00	1,926
Neuwieser See			3,144
Bergener See			0,484
Sabrodter See			1,009
Summe Seenkette Bluno-Spreetal			6,563

9 Literatur- und Quellenverzeichnis

9.1 Geobasisdaten

[G1] Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg

- DTK10 grau
- DGM 1
- DOP 20C
- Corine Land Cover 2006

[G2] Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (29.01.2014)

- DTK10-V
- DGM 2
- DOP 20C

[G3] Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbauverwaltung GmbH (LMBV)

- Grundwasserisolinien Messung 2011, 2012 und 2013
- Grundwasserisolinien Prognose Endzustand, Modellergebnisse 2011 aus dem HGM-ERLK
- Lotungsdaten verschiedener TBS (txt)
- Fließgewässer Lausitz (Shape)
- Ingenieurbauwerke (Shape)
- Wasserstände der Tagebauseen Ist und Prognose (Shape)

[G4] Fachdaten Land Sachsen – Download <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser>

- Einzugsgebiete der Fließgewässer
- Fließgewässernetz Sachsen
- Fließgewässer-Strukturkartierung 2008
- Aktuelle Grundwasserstände und Grundwassermessnetze
- Messstellen – Oberflächenwasserbeschaffenheit
- Pegel des Freistaates Sachsen
- Überschwemmungsgebiete (UEG) des Freistaates Sachsen
- Festgesetzte Wasserschutzgebiete
- Biosphärenreservate (Stand 01.01.2013)

- Ergebnisse der landweiten selektiven Biotopkartierung (2006 - 2008)
- Besondere Schutzgebiete (SAC) gem. FFH-Richtlinie (92/43/EWG) des Freistaates Sachsen (Stand 05/2012)
- Landschaftsschutzgebiete (Stand 01.01.2013)
- Nationalparke (Stand 01.01.2012)
- Naturparke (Stand 01.01.2013)
- Naturschutzgebiete (Stand 01.01.2014)
- SPA-Kulisse Freistaat Sachsen (Stand 10/06, Aktualisierung 12/2009)

[G5] Fachdaten Land Brandenburg – Download

<http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.310481.de>

- CIR-Biotop- und Landnutzungstypenkartierung (Stand 01.07.2008)
- Oberirdische Einzugsgebiete (Stand 19.04.2012)
- Gewässernetz im Land Brandenburg (Stand 02.10.2012)
- Strukturgüte von Fließgewässern (Stand 20.07.2007)
- Grundwassermessstellen des LUGV Brandenburg - Basismessnetz (Stand 11.09.2013)
- Hydroisohypsen des oberen genutzten Grundwasserleiters des Landes Brandenburg (Stand 11.09.2012)
- LUGV-Messwerte zu den Hydroisohypsen des oberen genutzten Grundwasserleiters des Landes Brandenburg (Stand 28.09.2012)
- Schutzgebiete (NSG, LSG) Stand 30.06.2013
- Wasserschutzgebiete des Landes Brandenburg (Stand 04.11.2013)
- Seen im Land Brandenburg (Stand 04.04.2012)
- Einzugsgebiete und Isochronen ausgewählter Wasserfassungen (Grundwasser), Stand 30.08.2013

[G6] Sonstige

- Lotungsdaten und Höhenlinienpläne Speicherbecken Niemtsch (bereitgestellt durch Vermessungsbüro Hemminger)

9.2 Planfeststellungsbeschlüsse / Plangenehmigungen

- [PF1] Regierungspräsidium Dresden: Planfeststellungsbeschluss „Spreetal / Neißewasserüberleitung“; 02.12.2002

- [PF2] Regierungspräsidium Dresden: Änderungsplanfeststellungsbeschluss „Überleitung vom Tagebaurestgewässer Bluno zum Tagebaurestgewässer Skado als schiffbare Verbindung“ (Überleiter 6); 04.03.2008
- [PF3] Landesdirektion Dresden: Änderungsplanfeststellungsbeschluss „Herstellung der schiffbar gestalteten Verbindung vom Tagebaurestgewässer Spreetal-Nordost zum Tagebaurestgewässer Nordrandschlauch (Überleiter 1) sowie Errichtung einer Wasserüberleitungsanlage zur Sicherung des Wasserdargebotes bei Schleusenbetrieb“; 21.02.2013
- [PF4] Regierungspräsidium Dresden: Planfeststellungsbeschluss „Restlochkette Sedlitz, Skado, Koschen“; 17.12.2002
- [PF5] Landesdirektion Dresden: Planfeststellungsbeschluss „Herstellung der Verbindungskanäle Tagebaurestgewässer Spreetal-Bluno“ (Überleiter 2, 3, 3a, 4 und 5); 07.11.2009
- [PF6] Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg: Planfeststellungsbeschluss „Restlochkette Sedlitz, Skado, Koschen“; 17.12.2004
- [PF7] Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg: Planfeststellungsbeschluss „Herstellung Überleiter Sedlitzer See - Ilsesee“; 30.10.2008
- [PF8] Landesumweltamt Brandenburg: Plangenehmigung „Herstellung einer schiffbaren Verbindung zwischen dem Geierswalder See und dem Senftenberger See - Überleiter 12“; 06.07.2007
- [PF9] Antrag auf Planfeststellung zur Gewässerherstellung Meuroer See und Ilsesee im Tagebaufeld Meuro; Stand 14.02.2014
- [PF10] Landesdirektion Dresden: Wasserrechtliches Änderungsplanfeststellungsverfahren „Überleiter vom Tagebaurestgewässer (TRG) Spreetal-Nordost zum TRG Nordrandschlauch als schiffbare Verbindung“ (Überleiter 1); 22.10.2009
- [PF11] Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg: Planfeststellungsbeschluss für den „Gewässerausbau Rainitza“ (4. Ergänzung zum Gewässerausbau Restlochkette Sedlitz, Skado, Koschen); 17.11.2014

9.3 Berichte / Studien / Gutachten / Merkblätter

- [B1] LMBV: Restlochkette Sedlitz-Skado-Koschen; Abt. Öffentlichkeitsarbeit; Stand: 2002
- [B2] LMBV: Braunkohlenbergbau und Sanierung in den Tagebaufeldern Spreetal. Landschaft im Wandel; Abt. Öffentlichkeitsarbeit; Stand: 2006
- [B3] Weber, W. u.a. (1995): Hydrogeologischer Bericht Grundwasserprognose Südteil Land Brandenburg (ehemaliger Bezirk Cottbus); ARGE Hydro-BB/ HGN; 1995
- [B4] LMBV: Tagebau Meuro 1958 – 1999; Abt. Öffentlichkeitsarbeit; Stand 1999

- [B5] Grünewald, U; et.al.: Perspektive See – Zum Stand der Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den Lausitzer Bergbaufolgeseen. Abschlussbericht Projektzeitraum 2008 – 2012; Brandenburgische Technische Universität Cottbus und Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann; 2012
- [B6] Nixdorf, B.; Hemm, M.; Schlundt, A.; Kapfer, M.; Krumbeck, H.: Braunkohlentagebauseen in Deutschland. Gegenwärtiger Kenntnisstand über wasserwirtschaftliche Belange von Braunkohlentagebaurestlöchern; Brandenburgische Technische Universität Cottbus in Kooperation mit dem UFZ Magdeburg; 31.05.2000
- [B7] Grünewald, U.; Schümborg, S.: Potentialstudie zur dauerhaften Nutzung von Tagebauseen in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster für eine verbesserte Hochwasservorsorge und –bewältigung; Brandenburgische Technische Universität; Cottbus; Mai 2011
- [B8] Uhlmann, W.; Zimmermann, K.; Engelmann, Ch.: Bewertung des Wasserdargebotes der schiffbaren Verbindungen Überleiter 1 – 12 der Lausitzer Seenkette; Institut für Wasser und Boden; Februar 2008
- [B9] Konrad, Ch.; Klein, U: Übernahme und Weiterbetrieb des hydrogeologischen Großraummodells (SAM) für die Erweiterte Restlochkette – Kurzdokumentation zu Szenarien für die Bilanzierung saisonal-instationärer Grundwasserströme (03/2011); G.U.B. Ingenieur AG; Freiberg; 31.03.2011
- [B10] Luckner, L.; Raimann, S.; Koch, Ch.: LMBV Flutungs-, Wasserbehandlungs- und Nachsorgekonzept Lausitz – Fortschreibung 10/2013
- [B11] AG „Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster“: Grundsätze für die länderübergreifende Bewirtschaftung der Flussgebiete Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße; Stand 20.09.2011
- [B12] Klein, U.: Weiterführung des Großraummodells „Erweiterte Restlochkette“ – Modellaktualisierung 2011; G.U.B. Ingenieur AG; Freiberg; 13.04.2012
- [B13] Mansel, H.; Großmann, J.: Endbericht Grundwassermodellierung Lauchhammer 2011 – Modellanpassung und aktualisierte Prognoseberechnungen als hydrologische Einschätzung (Modellstand 08/2011); GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH und Ingenieurbüro für Grundwasser Leipzig GmbH; Leipzig; 30.11.2011
- [B14] Scholz, G.; Scholz, E.: Wasserwirtschaftlicher Jahresbericht der LMBV für den Zeitraum 01. Januar – 31. Dezember 2012; Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH; Senftenberg; März 2013
- [B15] LUGV Brandenburg: Entstehung und Verlauf des Hochwassers der Schwarzen Elster und der Spree im Mai / Juni 2013. internes Arbeitsmaterial; 28.10.2013
- [B16] Scholz, H.; Schäfer, K.: Hochwasserschutzkonzeption Schwarze Elster; Planungsgesellschaft Dr. Scholz mbH; Dezember 2004
- [B17] Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg: Studie zur Integrierten Touristischen Entwicklung des Lausitzer Seenlandes (ITLS). Berlin; September 2008

- [B18] LMBV: Landschaften im Wandel – Lausitzer Seenland; Abt. Öffentlichkeitsarbeit; 7. Auflage 06/2012
- [B19] Pfützner, B.: Ermittlung von Hochwasserbemessungswerten für die Kleine Elster und weitere Bemessungsgrundlagen für die Erarbeitung des HWRMP für die Schwarze Elster unter Einbeziehung des Hochwassers 09/2010; Büro für Angewandte Hydrologie; Berlin; Februar 2011
- [B20] Werner, F.; Ludwig, L.; Benthaus, F.-C.; Richter, G.: Konzepte zur Stabilisierung der Gewässergüte der Lausitzer Seenkette. GFI Dresden und LMBV mbH; 57. Berg- und Hüttenmännischer Tag „Behandlungsfolgen für bergbaubeeinflusste Wässer“
- [B21] LUA Brandenburg: Tagebauseen - Wasserbeschaffenheit und wassergütwirtschaftliche Sanierung – Konzeptionelle Vorstellungen und erste Erfahrungen; Studien und Tagungsberichte Band 35; September 2001
- [B22] LAWA-Empfehlungen: Tagebaurestseen - Anforderungen an die Wasserqualität; März 2001
- [B23] LAWA: Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von Baggerseen nach trophischen Kriterien; Juli 2003
- [B24] LfLUG: Kurzfassung MaP 121 „Bergbaufolgelandschaft Bluno“ und MaP 122 „Bergbaufolgelandschaft Laubusch“; Natura2000-Arbeitsmaterialien
download unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/18744.htm>
- [B25] LAWA: Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – chemische Gewässergüteklassifikation; 1998
- [B26] LUA Brandenburg: Schwarze Elster. Ökologischer Zustand und Entwicklungsziele. Fachbeiträge des Landesumweltamtes – Gewässerschutz und Wasserwirtschaft. Titelreihe Nr. 24; 1997
- [B27] Rößler, B.: Abflussberechnung Messüberfall zum Vorhaben Überleitungsanlage Schwarze Elster – RL Bluno; Ingenieurbüro B. Rößler; Senftenberg; März 2002
- [B28] Goldenbogen, R.; Schwanke, M.: Überleitungsanlage vom Restsee Bluno zum Restsee Skado; Inross Lackner AG; Dresden; 18.06.2008
- [B29] Hofmann, K.; Arndt, H.: Sanierung des rechten Hochwasserschutzdeiches an der Schwarzen Elster zwischen Tätschwitz und Landesgrenze Brandenburg: Studie Sollbruchstelle Schwarze Elster Fkm 166+221 einschließlich Flutmulde zum Geierswalder See; IWT Ingenieurbüro für Wasser- und Tiefbau KG; Reinhardtsgrimma; 15.09.2006
- [B30] Koch, Ch.; Uhlig, U.: Konzept zur Realisierung der Initial- und Nachsorgeneutralisation in den Wasserkörpern der RL Skado, Koschen und Sedlitz; GFI Grundwasserforschungsinstitut GmbH und GIP Grundwasser-Ingenieurbau-Planung GmbH; Dresden; 11.02.2014

9.4 Sonstige Grundlagen

- [S1] LTV Sachsen: Pegeldaten Neuwiese, Tagesmittelwerte Q (01.11.1954-31.12.2012) und W (01.11.1965-31.12.2012); Stundenwerte der HW-Ereignisse 1981, 2002, 2010, 2011, 2013
- [S2] LUGV Brandenburg: Pegeldaten Biehlen und Lauchhammer (bis 2012), Bad Liebenwerda, Herzberg und Löben (bis 2010)
- [S3] LMBV mbH: Speicherinhaltslinien der RL Bluno, Koschen, Meuro, Nordrandschlauch, Sedlitz, Skado, Spreetal-NO, Südostschlauch und Nordschlauch (xlsx)
- [S4] LMBV mbH: Netzstruktur der oberirdischen Gewässer in der Lausitz, Stand 06/2013
- [S5] LMBV mbH: Flutungscharakteristik Stand Juni 2013 für die RL: Bluno, Meuro, Nordrandschlauch, Nordschlauch, Sedlitz, Skado, Spreetal/NO
- [S6] Landesdirektion Sachsen: Ergebnisse des Gewässergütemessprogramms 2012 und 2013 für die Messstellen Einlauf Senftenberg und Tätzschwitz (xlsx)
- [S7] LUGV: Ergebnisse des Gewässergütemessprogramms 2012 und 2013 für die Messstellen Ablauf Senftenberger See, Schwarze Elster / Biehlen, Schwarze Elster / Kleinkoschen und Schwarze Elster / Schwarzheide oh. Pößnitz (xlsx)
- [S8] Landratsamt Bautzen: (nicht offizielle) Stellungnahme des Seenlandbeauftragten des Landkreises zur möglichen Eignung der Restlochkette für den Hochwasserschutz
- [S9] STANDARD-DATENBOGEN für besondere Schutzgebiete (BSG). Gebiete, die als Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung in Frage kommen (GGB) und besondere Erhaltungsgebiete (BEG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 107/4

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/18744.htm>

- „Bergbaufolgelandschaft Bluno“
- „Insel im Senftenberger See“
- „Mittellauf der Schwarzen Elster“
- „Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda“

- [S10] Liste der Vogelarten sowie Erhaltungsziele für das Europäische Vogelschutzgebiet „Lausitzer Bergbaufolgelandschaft,

<http://www.lugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/7031.pdf>

- [S11] Verordnung des RP Dresden zur Bestimmung des Europäischen Vogelschutzgebietes „Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda“; 10.08.2006

- [S12] VO Bestimmung Europäisches Vogelschutzgebiet „Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda“ (2006): Verordnung des Regierungspräsidiums Dresden zur Bestimmung des Europäischen Vogelschutzgebietes „Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda“ vom 10. August 2006; SächsABl. Jg. 2006; Bl.-Nr. 35, S. 782; Fassung gültig vom: 15.09.2006 bis: 20.12.2012

<http://www.recht.sachsen.de>

- [S13] BfN: Steckbriefe der Natura 2000 Gebiete

http://www.bfn.de/0316_steckbriefe.html

- [S14] Genehr, W.: Aktuelle Fragen der speicherwirtschaftlichen Nutzung der Restseenkette; Präsentation im Rahmen der Veranstaltung „Niedrigwasseraufhöhung und Hochwasserschutz in der Bergbaufolgelandschaft Brandenburg“; 01.03.2011

- [S15] LMBV Liegenschaftskatalog (o.J.): Ökologisch wertvolle Flächen der LMBV. Liegenschaftskatalog,

http://www.mitteldeutscher-industriepark.de/angebote/Katalog_Naturflaechen.pdf

- [S16] LfLUG: Gebietscharakteristik für den Vorschlag Europäisches Vogelschutzgebiet gemäß Richtlinie 79/409/EWG (Vogelschutz-Richtlinie = VSchRL) DE 4450 - 451 (landesinterne Nr. 44) Bergbaufolgelandschaft bei Hoyerswerda; Stand: 22.08.2006

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/18739.htm>

- [S17] LUGV (2011): Bewirtschaftungsplanung gemäß WRRL 2009, Maßnahmentabelle des Landes Brandenburg

- [S18] LMBV Internetauftritt: Steckbriefe der TBS

- [S19] LMBV Internetauftritt: Informationsblätter der Überleiter 1-12

- [S20] LMBV: Übersichtskarte „Kanäle und Seen“, Stand Juni 2013

- [S21] LBGR: Fachinformationssystem Boden.

<http://www.geo.brandenbrug.de/boden> [22.07.2013]

- [S22] LUGV: Bergbaubedingte Wirkungen auf den Wasserhaushalt in Brandenburg

<http://www.mugv.brandenburg.de>

- [S23] LfULG: Umweltinformationssystem Sachsen; FIS Oberflächenwasser; Hochwasserinformations- und managementsystem: Informationen und Wasserstände Pegel Neuwiese / Schwarze Elster:

<http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/hwz/MP/553020/index.html>

- [S24]

<http://www.mugv.brandenburg.de> [15.7.2013]

- [S25] LUGV: Beckenbuch mit Anlagen (u.a. Betriebsvorschrift) Speicher Niemtsch (07.04.2014)

- [S26] LUGV: Bewirtschaftungsplan für das Speicherbecken Niemtsch (30.06.1996)
- [S27] Zweckverband Lausitzer Seenland Brandenburg: Zusammenstellung Projektentwicklung mit Übersichtskarte; Stand 06.08.2014
- [S28] Zweckverband Lausitzer Seenland Sachsen: Kurzinformationen zur touristischen Entwicklung (ist- und Plan-Zustand) im Verbandsgebiet; E-Mail; 15.07.2014
- [S29] RP Dresden/Umweltfachbereich, Außenstelle Bautzen: Bericht zum Eishochwasser im Landkreis Kamenz mit Schwerpunkt in Tätzschwitz, vom 08.02. bis 10.02.2006; Bautzen; 16.02.2006
- [S30] RP Dresden/Umweltfachbereich, SG62B21: Fachtechnische Stellungnahme zu: „Gutachterlichen Bewertung der Hochwassersituation im Untersuchungsraum Tätzschwitz, Geierswalde und Kortitzmühle“; „Studie Sollbruchstelle Schwarze Elster Fluss-km 116+221 einschließlich Flutmulde zum Geierswalder See; Bautzen; 05.02.2007
- [S31] LMBV: Auszug aus den Planungsunterlagen zum Überleiter 6 (hydraulische Nachweise, Bauwerkszeichnungen, Schlüsselkurven)
- [S32] Monitoringprogramm Senftenberger See
- <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.364408.de>*
- [S33] Karten (pdf) mit Angaben zur Kf-Wert-Verteilung in den Modellschichten und Darstellung der Modellbasis
- [S34] LMBV: Schutzmaßnahmen vor ansteigendem Grundwasser–Komplexe Pumpenlösung für das Laugfeld in Senftenberg; Hrsg.: Abt. Unternehmenskommunikation; 11/2013
- [S35] im Auftrag des LUGV: „Hochwasserrisikomanagementplan Schwarze Elster – Teilprojekt 1: Hydronumerische Modellierung und Erstellung von Risiko- und Gefahrenkarten“; SOBEK-Modelle des gesamten Untersuchungsabschnitts; Cottbus; 2012
- [S36] FFG Elbe: Entwurf der Aktualisierung des Maßnahmenprogramms nach § 82 WHG bzw. Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG/ für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2016 bis 2021; 02. Dezember 2014
- [S37] MLUL: Datensammlung Wasserrahmenrichtlinie 2014
- <http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.310481.de>*
- [S38] LfULG: Datensammlung Wasserrahmenrichtlinie 2014

10 Verwendete Abkürzungen

AG	Auftraggeber
AK-HWR	(länderübergreifender) Arbeitskreis Hochwasserrückhalt in Tagebauseen
AN	Auftragnehmer
BB	Brandenburg
BfN	Bundesamt für Naturschutz
DN	Nennweite von Rohren
ERLK	Erweiterte Restlochkette
EZG	Einzugsgebiet
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
GW-...	Grundwasser-...
GWL	Grundwasserleiter
GWRA	Grubenwasserreinigungsanlage
HGM	Hydrogeologisches Großraummodell
HGWL	Hauptgrundwasserleiter
HQ	Hochwasser
HW-	Hochwasser-...
HWRMP	Hochwasserrisikomanagementplan
HWRM-RL	Hochwasser-Risiko-Management-Richtlinie
HWSK	Hochwasserschutzkonzept
KA	Kläranlage
LAP	Landschaftspflegerische Ausgleichsplanung
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (Brandenburg)
LDS	Landesdirektion Sachsen
LfULG	Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LTV	Landestalsperrenverwaltung (des Freistaates Sachsen)
LUA	Landesumweltamt Brandenburg (Vorläufer des LUGV)
LUGV	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (vormals LUA)
LRT	Lebensraumtyp

LSN	Landkreis Spree-Neiße
MHQ	Mittlerer Hochwasserabfluss [m³/s]
MLUL	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss [m³]
MQ	Mittlerer Abfluss [m³/s]
MUGV	Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (seit November 2014 MLUL)
NHN	Normalhöhennull
NHN	Normalhöhennull
NSG	Naturschutzgebiet
OK	Oberkante
OSL	(Landkreis) Oberspreewald-Lausitz
PF	Planfeststellungsbeschluss
PFB	Planfeststellungsbeschluss
Q	Abflussmenge
RDV	Rütteldruckverdichtung
RL	Restloch
RLK	Restlochkette
SB	Speicherbecken
SN	Sachsen
SPA	Vogelschutzgebiet
SPV	Sprengverdichtung
TBS / TS	Tagebausee
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WK	Wasserkörper
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSP	Wasserspiegel
WSPL	Wasserspiegellage