

Hydrologische Grundlagenuntersuchungen im Einzugsgebiet der Salza [8]

Auftraggeber: Regierungspräsidium Halle

Bearbeiter: BAH Berlin

Das Regierungspräsidium Halle beauftragte das Staatliche Umweltamt Halle mit den vorbereitenden Arbeiten zur Aufstellung eines Bewirtschaftungsplanes Salza („Salziger See“) gemäß § 186 WG LSA. Der Plan soll insbesondere die Mansfelder Seen - soweit sie bestehen, wiederentstehen bzw. als naturgeschützter Seengrund durchflossen werden - als Bestandteil des Naturhaushalts sichern und die Nutzungen des Gewässerregimes ordnen.

Da für das Untersuchungsgebiet keine ausreichenden Grundlagen in Form einer Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung existieren, waren in diesem Teilprojekt wesentliche hydrologische Grundlagen zu erarbeiten. Insgesamt waren die folgenden Teilleistungen zu erbringen:

- I. Ermittlung oberirdischer Wasserscheiden und Einzugsgebiete
- II. Aufbau der GIS-Datenbasis als Grundlage für die modellgestützten Untersuchungen
- III. Ermittlung Gewässerkundlicher Hauptzahlen und Abflussdauerlinien
- IV. Erarbeitung einer Niedrigwasserstatistik
- V. Erarbeitung von Karten der Erosionsanfälligkeit der Böden

Zur Beschreibung der hydrologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Salza wurde ein komplexes hydrologisches Modell aufgebaut. Genutzt wurde dabei das GIS-basierte Modellierungssystem ArcEGMO (BECKER 1975, PFÜTZNER 1995), mit dem das hydrologische Regime in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung beschrieben werden kann. Physikalisch fundierte Modellansätze und eine GIS-gestützte Parametrisierung gewährleiten bei der späteren Erarbeitung von Bewirtschaftungsmaßnahmen und Sanierungskonzeptionen deren Bewertung bzgl. ihrer Auswirkungen auf die hydrologischen Verhältnisse.

Die räumliche Untergliederung des Salzgebietes wurde gemäß der LAWA-„Richtlinie für die Gebietsbezeichnung und die Verschlüsselung von Fließgewässern“ vorgenommen. Nach diesem streng hierarchischen Konzept ergeben sich die 9 in Tabelle 1 und Abbildung 0-1 dargestellten Teilgebiete, die sich weiter in über 200 Teileinzugsgebiete untergliedern. Die gewählte Raumgliederung ist passfähig zum einheitlichen Umweltinformationssystem (UIS) des Landes Sachsen-Anhalt.

Tabelle 1: Teilgebiete der Salza

	Teilgebiet	WEG-Nummer	Fläche [km ²]
1	Querne	56721	65,5
2	Weidenbach	56722	41,6
3	Weida	56723	135,8
4	Böse Sieben	56724	167,9
5	Zwischengebiet 5 (mit Höhnstedter Welle)	56725	17,5
6	Würdebach	56726	69,1
7	Zwischengebiet 7 (oberhalb Lawekemündung)	56727	3,3
8	Laweke	56728	48,9
9	Salza Unterlauf	56729	18,5
	Salza (Gesamtgebiet)	5672	568

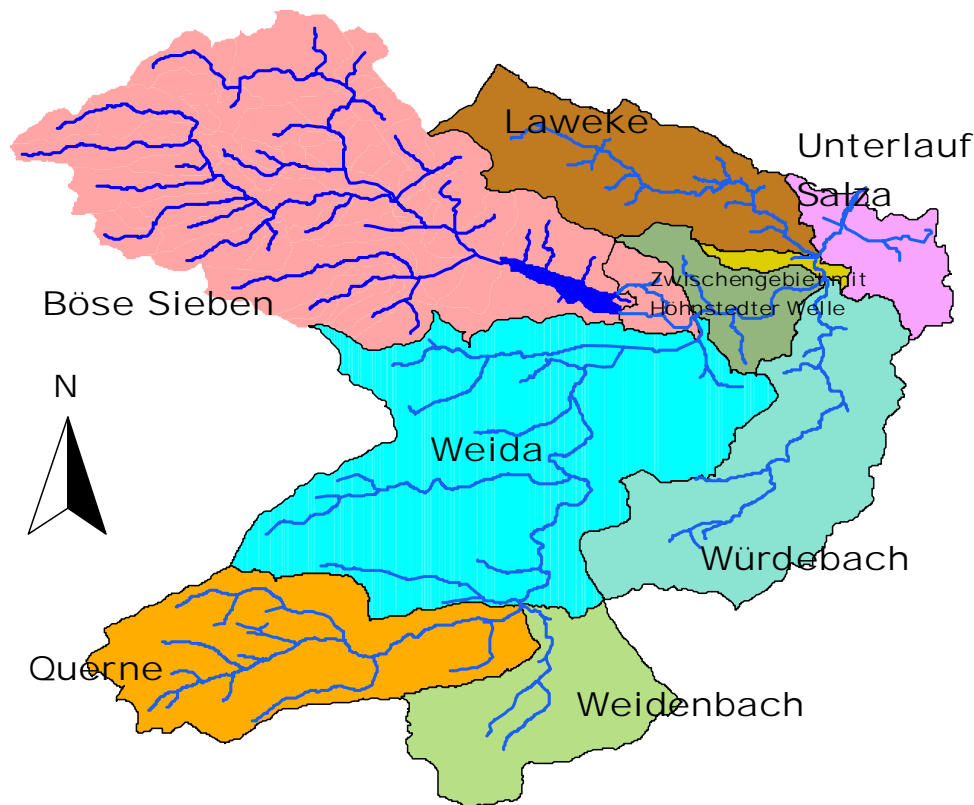


Abbildung 0-1: Teilgebiete der Salza

Für eine adäquate Erfassung des flächendifferenzierten Wasserhaushalts wurden diese Teileinzugsgebiete weiter in über 12.000 Elementarflächen unterteilt. Diese Elementarflächen sind homogen bezüglich ihrer Boden-, Nutzungs-, Grundwasser- und Gefälleverhältnisse und werden durch Verschneidung der entsprechenden Grundlagenkarten erzeugt.

Unter Nutzung des entwickelten Modells wurden je nach Zielgröße Einzelereignis- und Langzeitsimulationsrechnungen durchgeführt und die so ermittelten Abflussreihen statistisch ausgewertet. Tabelle 2 gibt einen Überblick über das Vorgehen bei den einzelnen Teilleistungen.

Tabelle 2: Methodische Unterschiede in den einzelnen Leistungsstufen

Teilleistung		Anwendung	Zielgröße	Auswertung
III	HW-Kennwerte HQ ₂ bis HQ ₁₀₀	Einzelereignissimulation (Bemessungsniederschläge)	Abfluss für Gewässer- abschnitte	direktes Modell- ergebnis
	NNQ bis HHQ	Langzeitsimulation		Normalstatistik
	Dauerlinien			
IV	Niedrigwasser- kennwerte			Niedrigwasser- statistik
V	Erosionsanfälligkeit der Böden	Einzelereignissimulation (Bemessungsniederschläge)	Flächendetaillierung des Landoberflächenabfluss	direktes Modell- ergebnis

Tabelle 3 zeigt die Gewässerkundlichen Hauptzahlen, einmal aus den Pegelwerten, zum anderen aus der simulierten Abflussreihe ermittelt.

Tabelle 3: Gewässerkundliche Hauptzahlen [m³/s] für Stedten - Reihe 1965 bis 1993

Zeitbezug	Hauptzahl	Grundlage		
		Pegelbeobachtungen	ARC/EGMO	NASIM (WALTER 1995)
Sommer	NNQ	0,053	0,019	0,079
	MNQ	0,162	0,176	0,230
	MQ	0,258	0,229	0,317
	MHQ	1,28	1,14	1,90
	HHQ	3,63	3,78	5,86
Winter	NNQ	0,074	0,037	0,088
	MNQ	0,177	0,174	0,208
	MQ	0,325	0,363	0,297
	MHQ	1,99	1,95	1,48
	HHQ	9,00	9,10	5,59
Jahr	NNQ	0,053	0,019	0,079
	MNQ	0,145	0,156	0,191
	MQ	0,291	0,296	0,307
	MHQ	2,34	2,26	2,33
	HHQ	9,00	9,10	5,86

Um die Widerspiegelung jahreszeitlicher Unterschiede in der Abflussgenese einschätzen zu können, wurden die Hauptzahlen in Sommer- und Winterwerte differenziert. Zusätzlich aufgenommen wurden die Ergebnisse des Modells NASIM (WALTER 1995), da diese mangels ausreichender Pegeldata bei der Modellverifikation berücksichtigt wurden.

Mit dem Modell ARC/EGMO werden die Hauptzahlen des Pegels auch im Hochwasserbereich sehr gut wiedergegeben, weil die im Einzugsgebiet der Salza maßgeblichen Hochwassergenesen vom Modell beschrieben werden. Dies sind:

1. HORTON-Abfluss bei intensiven Konvektivniederschlägen, vorrangig auf bindigen Böden (Löß) und
2. Sättigungsflächenabfluss bei lang anhaltenden Dauerregen mit hoher Niederschlagssumme, vorrangig auf grundwassernahen oder zur Staunässe neigenden Standorten (Gleye oder Pseudogleye).

NASIM dagegen hat aufgrund fehlender Sättigungsflächenansätze Schwierigkeiten mit der Beschreibung dieses für das Tiefland im Winterhalbjahr typischen Abflussbildungsphänomens.

Im Zuge der Hochwassersimulation erfolgte eine räumlich differenzierte Analyse der Landoberflächenabflussbildung (HORTON-Abfluss), auf dessen Grundlage Deckfolien mit den potentiell erosionsgefährdeten Flächen im Maßstab 1:25.000 erstellt wurden.

Eine wichtige Voraussetzung für die Abflusssimulation war die richtige Beschreibung des Gebietswasserhaushaltes. In Tabelle 4 sind wichtige Wasserhaushaltsgrößen, bezogen auf die Teilgebiete der Salza aufgelistet. Auffällig sind die sehr geringen Niederschlagsdargebote, die teilweise von der potentiellen Verdunstung übertroffen werden. Die damit verbundenen, negativen klimatischen Wasserbilanzen sind ungewöhnlich für mitteleuropäische Verhältnisse und charakterisieren das Einzugsgebiet der Salza als Teil des *Mitteldeutschen Trockengebietes*. Besonders auffällig sind die sehr geringen Grundwasserneubildungen.

Tabelle 4: Wichtige Wasserhaushaltsgrößen [mm/a] in den Teilgebieten der Salza

Teilgebiet	PI	EP	KB	ER	GWN	RO	davon PEF
Querne	580	552	28	515	65	11	5
Weidenbach	548	553	-6	505	38	5	1
Weida	546	555	-9	507	16	9	3
Böse Sieben unterhalb Süßer See (ca. 7,3 km ²)	528	555	-26	505	10	34	34
Zwischengebiet 5 (mit Hohnstedter Welle)	534	555	-21	500	27	10	2
Würdebach	543	555	-12	503	33	9	2
Zwischengebiet 7 (oberhalb Lawekemündung)	538	555	-16	504	30	5	1
Laweke	538	555	-17	508	18	4	0
Salza Unterlauf	540	555	-15	499	33	7	2
Salza (Gesamtgebiet)	550	555	-6	508	31	9	3

PI - Niederschlagsdargebot, EP- pot. Verdunstung, KB - klimatische Wasserbilanz (PI-EP), ER - reale Verdunstung, GWN - Grundwasserneubildung, RO - Landoberflächenabfluss, PEF - Effektivniederschlag bzw. RO-Anteil von nat. Flächen

Betrachtet man die räumliche Niederschlagsverteilung in Abbildung 0-2, so reichen die mittleren Niederschlagshöhen von 620 mm/Jahr im äußersten Westen des Quernegebietes bis zu 520 mm/Jahr in der Senke des Salzigen Sees. Die räumliche Verteilung der Grundwasserneubildung wird, wie Abbildung 0-3 zeigt, bis auf die Zehrbereiche in der Senke des Salzigen Sees wesentlich durch die Niederschlagsverteilung geprägt, die über vorhandene Differenzierungen in der Landnutzung und den Bodeneigenschaften dominiert.

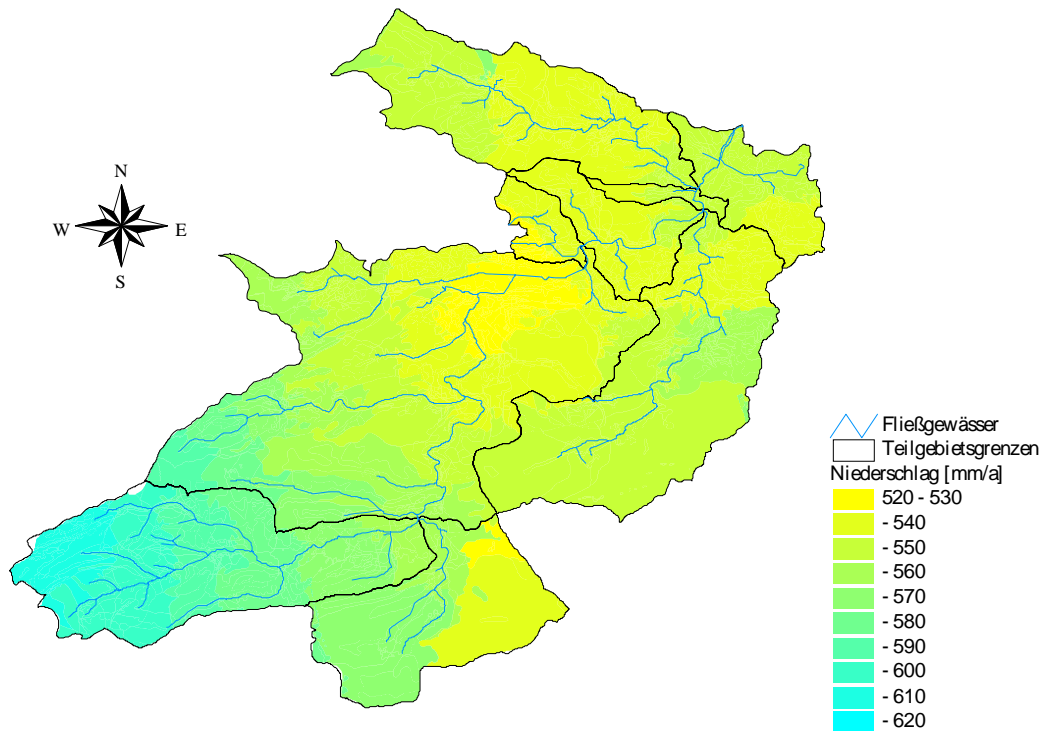


Abbildung 0-2: Niederschlagsdargebot

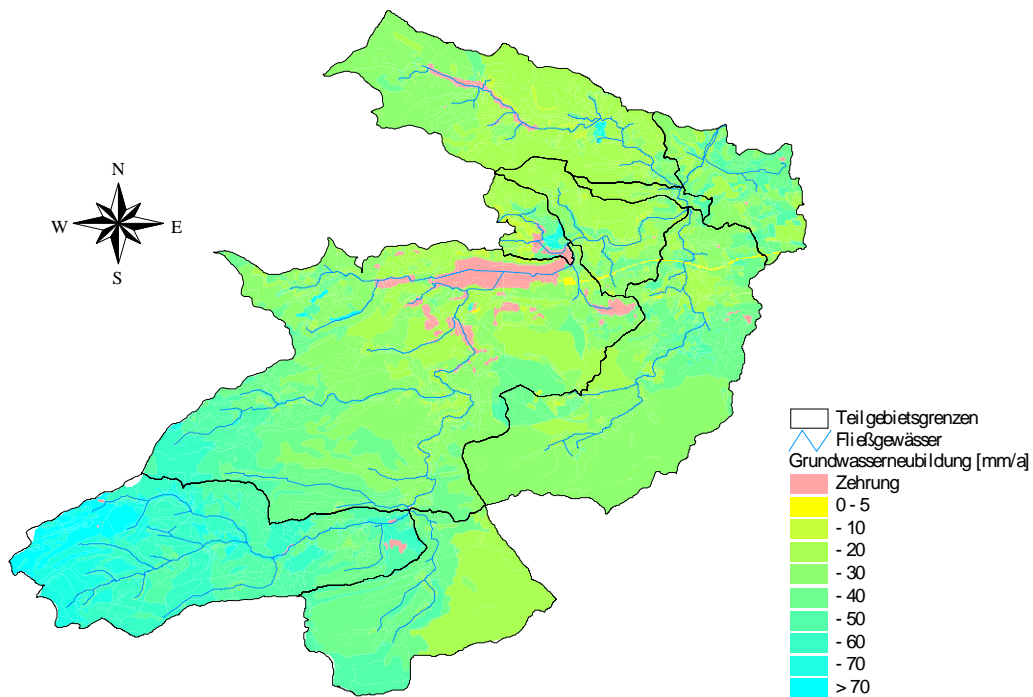


Abbildung 0-3: Grundwasserneubildung

Die sehr geringe Grundwasserneubildung - der Mittelwert des Untersuchungsgebietes liegt bei 31 mm/Jahr - wird durch die Pegelabflüsse in Stedten und Unterrißdorf gestützt. Unstimmigkeiten ergeben sich aber zum Pegel Zappendorf (Salza), für die unberücksichtigte Änderungen im Abflussprofil bzw. in der W-Q-Beziehung oder massive Fremdwassereinleitungen, z.B. durch den Bergbau, wahrscheinlich sind. Dies konnte allerdings nicht in letzter Konsequenz geklärt werden.

Aufgrund der angespannten Abflusssituation im Einzugsgebiet der Salza bildeten statistische Analysen der Niedrigwasserverhältnisse einen Schwerpunkt in diesem Projekt.

In enger Anlehnung an die DVWK-Regeln 120 und 121 wurde dazu eine Methodik erarbeitet, die statistische Angaben zu beliebigen Mindestwasserabflüssen in hoher räumlicher Auflösung gestattet. Bei der Auswahl der zu untersuchenden Kriterien erfolgte eine Beschränkung auf die aus ökologischer Sicht entscheidenden Kenngrößen *Abfluss* und *Unterschreitungsdauer*.

Innerhalb des Salzgebietes sind einige Gewässerabschnitte nur zeitweilig wasserführend. Hier versagt die gängige Niedrigwasserstatistik. Da es aber insbesondere aus ökologischer Sicht von Interesse ist, mit welcher Häufigkeit und Dauer ein Trockenfallen stattfindet, wurde dafür die *Trockenfallhäufigkeit* als zusätzlicher Niedrigwasserkennwert eingeführt. Dieser Kennwert beschreibt, mit welcher Häufigkeit ein Gewässerabschnitt für eine Dauer von x aufeinander folgenden Tagen kein Wasser führt. Die Trockenfallhäufigkeit kann genutzt werden, um Gefährdungen für die Vernetzung der Biotope eines Fließgewässers zu charakterisieren, indem Häufigkeit und Andauern solcher Perioden der Migrationsgeschwindigkeit der Organismen gegenübergestellt und analysiert werden.

Mit der hohen räumlichen Auflösung der Niedrigwasserstatistik ist die Voraussetzung für Längsschnittanalysen gegeben. So können kritische Gewässerabschnitte ermittelt werden (s.

Abbildung 0-4, Gewässerabschnitt 40), für die in Niedrigwasserperioden Güteprobleme oder Gefährdungen für Biotope zu erwarten sind, weil kritische Abflüsse zu lange unterschritten werden, Verdünnungseffekte nicht ausreichen etc.

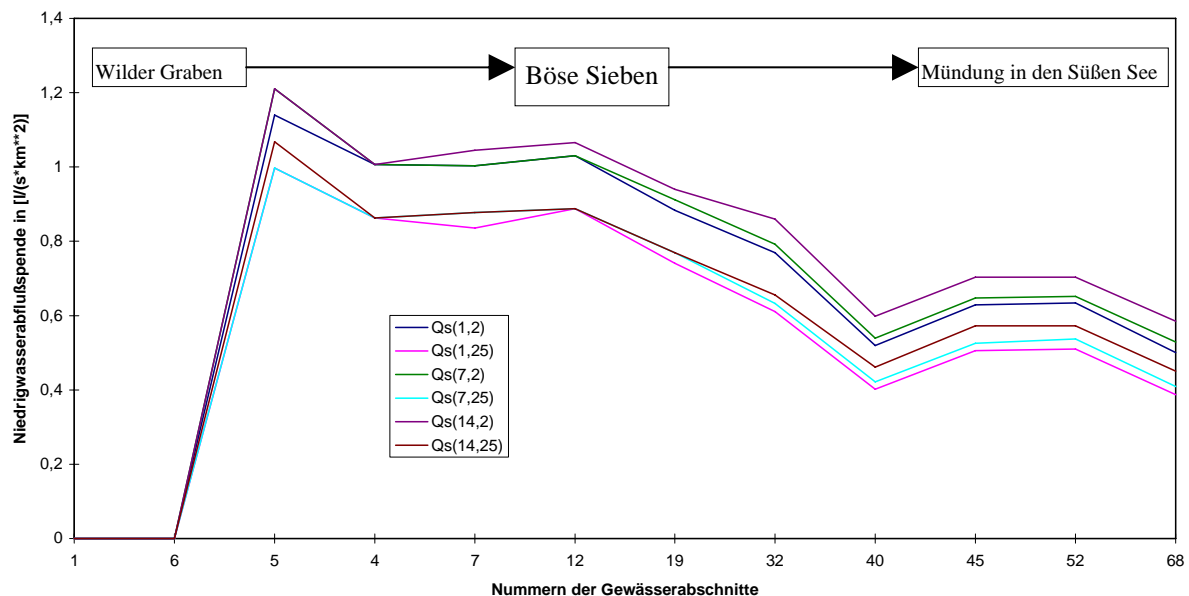


Abbildung 0-4: Abflussspenden im Längsschnitt der Bösen Sieben

Während für das Abflussregime aufgrund der guten Übereinstimmung mit der für den Pegel Stedten geltenden Abflusscharakteristik von einer relativ hohen Modellsicherheit ausgegangen werden kann, offenbaren sich Wissensdefizite bei der Gebietswasserbilanz, deren detaillierte Kenntnis im Hinblick auf die geplante Wiederentstehung des Salzigen Sees notwendig ist.

So konnte aufgrund der kurzen Beobachtungsreihe in Zappendorf nicht in letzter Konsequenz geklärt werden, ob die modelltechnisch ermittelten und über Pegelbeobachtungen in Unterrißdorf und Stedten gestützten, sehr geringen Grundwasserneubildungen repräsentativ für das Gesamtgebiet sind.

Dies ist aber von entscheidender Bedeutung, wenn es um die Abschätzung der Wassermengen geht, die für die Auffüllung des Salzigen Sees zur Verfügung stehen.

Ebenso wichtig sind verbesserte Kenntnisse über die räumliche Verteilung des Niederschlages, die entscheidend die räumliche Verteilung der Grundwasserneubildung prägt. Geringe Fehler in der Niederschlagsbilanz wirken sich bei einer ausgeglichenen, teilweise negativen klimatischen Wasserbilanz mit Sicherheit gravierender auf die Abflussverhältnisse aus als gleiche Fehler bei einer weit im positiven Bereich liegenden Wasserbilanz.

Die Unsicherheiten zur Gebietswasserbilanz resultieren in erster Linie aus der vorhandenen Datenbasis, die weder ausreichend genau die hochgradig sensitiven Klimaverhältnisse beschreibt noch eine hinreichende Modellverifikation zuließ.

Eine zeitlich begrenzte Messkampagne zur Erfassung von hydrologischen und meteorologischen Daten könnte dazu beitragen, die aktuelle Gebietswasserbilanz zu untersetzen.

Im Hinblick auf das Wiederentstehen des Salzigen Sees und die hier zu erwartenden, langfristigen Änderungen im hydrologischen Regime ist auch die Einrichtung dauerhafter Pegelmessstellen mit stabilen W-Q-Beziehungen und einer zusätzlichen Klimastation zu erwägen.

Diese Änderungen im hydrologischen Regime könnten aufgrund der schon jetzt angespannten Wasserbilanz tiefgreifend werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gebietsverdunstung beträchtlich ansteigen wird - und zwar einmal über die Vergrößerung der grundwassernahen Flächen mit steigendem Grundwasserstand in der Senke des Salzigen Sees und zum anderen durch die ohnehin hohe Verdunstung des entstehenden Sees. Messungen der Seeverdunstung im Mitteldeutschen Trockengebiet ergaben Werte von 900 bis 1000 mm/Jahr¹, was letztlich auf Oaseneffekte hindeutet. Die steigende Verdunstung reduziert die Grundwasserneubildung und damit den Abfluss bzw. die Wassermenge, die zur Seeauffüllung zur Verfügung steht. Insbesondere in der Anstiegsphase werden sich hier komplizierte Fließgleichgewichte einstellen, von denen erwartet werden kann, dass sie aufgrund der schon mehrfach angeführten, angespannten Wasserbilanz sensitiv auf Änderungen (z.B. der Landnutzung) reagieren.

Für eine differenzierte Planung und Steuerung der hydrologischen Verhältnisse in der Anstiegsphase und eine Prognose des sich nach dem Wiederentstehen des Sees einstellenden hydrologischen Regimes werden Modelluntersuchungen als das geeignete Instrumentarium angesehen. Eine wichtige Anforderung an das dabei zu erstellende Modell ist - in Erweiterung des in diesem Projekt entwickelten Niederschlag-Abfluss-Modells - eine fundierte Beschreibung der intensiven Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser. Dabei sollten unter dem Aspekt der Wassergüte im See auch die innerjährlichen Schwankungen berücksichtigt werden, da hier insbesondere in sommerlichen Trockenperioden zu Beginn der Anstiegsphase Probleme nicht auszuschließen sind.

Das Wiederentstehen des Sees ist ein mittelfristiger Prozess mit langfristigen Auswirkungen. Deshalb sollten auch die oft diskutierten Klimaänderungen in den Planungen Berücksichtigung finden, da die wahrscheinlichsten Szenarien der Klimaentwicklung zu einer weiteren Verschärfung der Wasserbilanz führen würden.

¹ Oestereicher, R. (1995): Klimagutachten für die Tagebaue Merseburg-Ost und Geiseltal; UTK Zeitz im Auftrag des LMBV