

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	4
2	ABIOTISCHE GRUNDLAGEN – NATURRÄUMLICHE GEGEBENHEITEN	7
2.1	Geologische Verhältnisse und Relief	7
2.1.1	Geologie	7
2.1.2	Geomorphologie und Relief	10
3	BODEN- UND STANDORTVERHÄLTNISSE	10
3.1	Methodik	10
3.2	Ergebnisse zu den Bodenverhältnissen im FFH-Gebiet	12
3.2.1	Verteilung der Bodenformen	12
3.2.2	Bodenformen	15
3.2.3	Dokumentation der Böden	16
3.2.4	Einschätzung der Bodenentwicklung auf der Grundlage der KA4	18
4	HYDROLOGIE UND GEWÄSSERMORPHOLOGIE	20
4.1	Methodik der Datenerhebung	20
4.2	Fließgewässer im Projektgebiet	20
4.2.1	Allgemeine Beschreibung	20
4.2.2	Durchflußmeßreihen und Messnetze der Fließgewässer	24
4.2.3	Gewässerchemismus	24
4.2.4	Ausbauzustand	26
4.2.5	Abflussmessungen	26
4.3	Historisches Gewässernetz	27
4.4	Bewertung Fließgewässer	27
5	GRUNDWASSER	27
5.1	Beschreibung der allgemeinen Grundwassersituation	27
5.2	Meßnetz Grundwasser, Grundwassermessstellen und weitere Wasserfassungen	28
6	KLIMA	29
7	GEBIETSWASSERHAUSHALT	30
7.1	Der natürliche Wasserhaushalt	30
7.2	Hydrologische Modellierung	30
7.2.1	Mathematische Simulation von Grundwasserflurabständen	30
7.2.1.1	Zielstellung und Erläuterung des verwendeten Programmsystems	30
7.2.1.2	Modellaufbau	31
7.2.1.2.1	Hydrogeologisches Struktur- und Parametermodell	31
7.2.1.2.2	Grundwasserneubildung	35

7.2.1.2.3	Grundwasserdynamik	38
7.2.1.2.4	Modellnetz mit äußeren und inneren Randbedingungen	38
7.2.1.2.5	Modellkalibrierung	42
7.2.1.3	Berechnung von Grundwasserflurabständen	46
7.2.1.3.1	Darstellung der Methodik und des Referenzzustandes	46
7.2.1.3.2	Variante 1 (Modell schleife_2.fem)	47
7.2.1.3.3	Variante 2 (Modell schleife_3.fem)	47
7.2.1.4	Zusammenfassende Bewertung	47
7.3	Ableitung von Maßnahmen und Zielen	55
8	ZUSAMMENFASSUNG	57
9	LITERATURVERZEICHNIS	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes.....	8
Abbildung 2	Übersicht der pleistozänen Rinnensysteme und glaziären Schollen	9
Abbildung 3	Kenntnisstand zur Bodengeologie (MMK, WBK/FSK)	11
Abbildung 4	Übersichtskarte zur Einschätzung.....	13
Abbildung 5	Historische Lage des Großen und Kleinen Teiches im „Alten Schleifer Teichgelände“	14
Abbildung 6	Fotodokumentation zu den Bodensondierungen	17
Abbildung 7	Fließgewässerkarte August 2003.....	21
Abbildung 8	Fließgewässerkarte 15.09.2003	22
Abbildung 9	Fließgewässerkarte 20.09.2003	23
Abbildung 10:	3D-Darstellung der Flaschentonoberkante, Blick von SW	32
Abbildung 11:	Oberkante Flaschentone als Modellbasis	33
Abbildung 12:	Modellgebiet und Verteilung des Parameters für IN-Transfer.....	34
Abbildung 13	Grundwasserdifferenzen bei maximaler Annäherung des Tagebaus Nochten und Trockenfallen der Gräben.....	36
Abbildung 14	Flächennutzung	37
Abbildung 15:	Hydrotape für die Grundwasserneubildungsberechnung.....	40
Abbildung 16:	Grundwasserisohypsen der Stichtagsmessung vom 15.9.2003	41
Abbildung 17:	Modellnetz mit geohydraulischen Randbedingungen und Grundwasserisohypsen	42
Abbildung 18:	k _r -Wertverteilung im Ergebnis der Modellanpassung	44
Abbildung 19:	Grundwasserisohypsen nach Modellkalibrierung.....	45
Abbildung 20:	Monitorkopie der wassererfüllten Mächtigkeit	48
Abbildung 21:	Grundwasserisohypsen und Flaschentonverbreitung.....	49
Abbildung 22:	Grundwasserflurabstände des Referenzzustandes	50
Abbildung 23:	Grundwasserflurabstände der Variante 1	51

Abbildung 24 Grundwasserdifferenzenplan zwischen Referenzzustand und Szenario der Variante 1	52
Abbildung 25: Grundwasserflurabstände der Variante 2	53
Abbildung 26: Grundwasserdifferenzenplan zwischen Referenzzustand und Szenario der Variante 2	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der durchgeführten Teilleistungen	4
Tabelle 2 Erläuterung zum Bodenkartenentwurf	15
Tabelle 3 Vor-Ort-Parameter ausgewählter Oberflächengewässer	25
Tabelle 4 Ergebnisse der Abflussmessungen am 15.09.2003	26
Tabelle 5 Daten der VEM-Pegel im Untersuchungsgebiet	28
Tabelle 6 Daten zu den neuen GWMST im Untersuchungsgebiet	28
Tabelle 7 Wasserbilanz des kalibrierten Modells „schleife_1.fem“ mit Festpotentialen im südlichen Problembereich	46

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	KA4-Dokumentationsblätter der Bohrstocksondierungen
Anlage 2	Genehmigung zur Bohranzeige
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse und Dokumentation der Klarpumpversuche
Anlage 4	Jahresniederschlagsverteilung (1993-2002)
Anlage 5	Jahresmittel der Niederschläge Station Weißwasser (1960-2002)
Anlage 6	Ausbauzustand der Entwässerungsgräben
Anlage 7	Fotodokumentation Ausbauzustand
Anlage 8	Ergebnisse Hydrochemie Oberflächengewässer vom 10.07.2003 (VATTENFALL EUROPE MINING), Kopie
Anlage 9	Kenntnisstand Grabenausbau

1 Einleitung

Grundlage des vorliegenden Berichtes ist die Beauftragung durch Büchner & Scholz – Büro für ökologische Studien, Naturschutz und Landschaftsplanung (Arbeitsgemeinschaft) zur Erstellung eines Hydrologischen Gutachtens als Teilleistung zum Managementplan für das FFH-Gebiet „Altes Schleifer Teichgebiet“ (Auftrag vom 11.08.2003).

Auftragsgemäß beinhaltet der Bericht die Ergebnisdokumentation aller beauftragten Teilleistungen im Rahmen der hydrogeologischen Untersuchungen des FFH-Gebietes „Altes Schleifer Teichgebiet“ (Tabelle 1).

Tabelle 1 Übersicht der durchgeführten Teilleistungen

Fortsetzung Tabelle 1

<i>Position</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Zeitraum</i>
1	Kenntnisstandsanalyse	
1.1	Datenrecherche: Recherchen / Literaturrecherche zu den hydrologischen Verhältnissen sowie zur „Gebietsbiographie“, insbesondere bzgl. Flächennutzung, Be- und Entwässerungsmaßnahmen	August – September
1.2	Kartographische Grundlagen: Datenaufbereitung (EDV)	
1.3	Beratungstermine Behörden etc.: <ul style="list-style-type: none"> - Kooperation/ Datenaustausch mit Vattenfall Europe (Abt. Wasserwirtschaft) zur laufenden Erarbeitung des geologischen Strukturmodells des Gebietes bis Mitte Oktober 2003: Modell des Aufbaus des Grundwasserleiters (GWL), Definition der Grundwasserleiterbasis, Ableitung eines Struktur- und Kennwertmodells für die relevanten oberflächennahen GWL (bis max. 20 m unter GOK) im „hydrologischen Einzugsgebiet“ der Fläschentone (Trebendorfer Hochfläche) - Befragung Anwohner, Recherche Gemeinde Schleife, private Brunnen- und Flächenbesitzer in Schleife und Trebendorf - Unterlageneinsicht ITS Planungsbüro Weißkeißel zu Planung und Bau der Meliorationsgräben im Untersuchungsgebiet - DB Bahn AG, Projektbüro Dresden: Recherche Vermessungskordinaten im Rahmen der Streckenerneuerung - Recherche und Sichtung der relevanten klimatologischen Daten (VATTENFALL EUROPE 2003) 	

Fortsetzung Tabelle 1

2	Geländeaufnahmen	
2.1	<p>Geländeaufnahmen bzw. Erstkartierung der hydrologischen Situation zur Erfassung des Status quo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abflussmessungen sowie Wasserstandsmessungen (12., 15.09.03): Herstellung des natürlichen Fließregimes im Untersuchungsgebiet zur Definition des In- und Outputs der Oberflächenwassermengen, d.h. ohne künstlichen Aufstau durch Wehre, Gebietsvermessung - Kartierung von Ausbau und Zustand des Grabensystems (12.09.03, 20.09.03) - Einschätzung des Kolmationsgrades des Graben- bzw. Vorflutsystems 	1. Septemberhälfte
2.2/2.4	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche und Prüfung aller relevanter Grundwassermessstellen (VATTENFALL EUROPE, 2003) - Bohrung der geplanten zwei neuen GWMST im An- und Abstrom des Untersuchungsgebietes inkl. Planung, Ausschreibung, Beschaffung Genehmigungen - Stichtagsmessungen an GWMST (15.09., 20.09.2003 inkl. Prüfung der Hausbrunnen) 	
2.3	<p>Bodengeologische Überprüfung ausgewählter Habitatstandorte/ LRT (KA4-konforme Dokumentation, Bohrstocksondierungen)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erfassung und Bewertung aller verfügbaren Informationen zur bodengeologischen Entwicklung des Gebietes - Überprüfung der Bodenformen bzw. bodengeologischen Entwicklung im Bereich der kartierten Lebensraumtypen 	
3	Auswertung	
3.1	Prüfung/ Erstellung eines hydrogeologischen Strukturmodells (VATTENFALL EUROPE, 2003) unter Verwendung geologischer Schnitte/ Konstruktion GWL-Basiskarte	bis Mitte Oktober
3.2	GWL-Isohypsenkarte/ Berechnung Grundwasserneubildung/ Ermittlung der Hydrotope	2. Septemberhälfte
3.3	Modellierung: Aufbau und Kalibrierung des FEFLOW-Modells auf Basis der Stichtagsmessung Grundwasser sowie Implementierung der Struga und Grabensysteme	Mitte bis Ende Oktober
3.4	Durchführung von 2 Szenarioberechnungen „Hydrologisches Management“	
4	Berichterstellung, ausführliche Dokumentation	Mitte November

Zielstellung der Geländeaufnahmen Mitte September 2003 war die Erfassung des *natürlichen* „Status quo“ des Wasserregimes im Untersuchungsgebiet (Wasserstand, Sohlhöhe Struga, Zustand des Grabensystems, Kolmationsgrad der Gräben, Zustand und Ort von Stauanlagen, Grundwasserstände, Abflussmengen).

- Aufgrund der weitestgehend fehlenden hydrologischen Ausgangsdaten war angesichts der sehr knappen Bearbeitungsfrist Mitte August bis Ende Oktober nur eine Gesamtaufnahme (Stichtagsmessung) im Gebiet möglich (15.09.03).

- Verlässliche hydrologische Aussagen sollten jedoch aus fachlichen Gründen generell auf Langzeitreihen (mehrjährig) basieren.

Deshalb empfehlen wir bereits an dieser Stelle, den mit den vorliegenden Untersuchungen erfassten „Status quo“ des Grund- und Oberflächenregimes im Sinne eines Monitorings für ausgewählte FFH-Lebensräume längerfristig weiter zu beobachten. Dies wäre die Grundlage einer späteren „Kalibrierung“ der mit dem angefragten Gutachten vorzulegenden Aussagen zum „hydrologischen Management“ des Gebietes.

Zu Punkt 1: Kenntnisstandsanalyse/ Recherchen:

- Alle anthropogenen Maßnahmen, wie Neubau des Bahndammes an der Südgrenze des FFH-Gebietes, die Anlage des Meliorationsgrabens Mitte der 80iger Jahre bzw. die Teilabsenkung von Grundwasserspiegeln durch den ehemaligen Tagebau im Bereich der Trebendorfer Felder (bis 1969) sowie das geplante Fortschreiten des Tagebaus Nochten nach Norden bis in den Bereich von Trebendorf wurden als „Störkomponenten“ das natürlichen Wasserregimes recherchiert und aufgenommen, um Ableitungen bzgl. ihres Einflusses auf Menge und Beschaffenheit des pflanzenverfügbaren Wassers im Arbeitsgebiet zu bewerten.

Folgende wesentliche Unterlagen wurden hierzu ausgewertet:

- REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERLAUSITZ-NIEDERSCHLESIEEN (2002): Braunkohlenplan als Sanierungsrahmenplan für den stillgelegten Tagebau Trebendorfer Felder.- Entwurf vom 27.06.2002
 - REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERLAUSITZ-NIEDERSCHLESIEEN (1994): Braunkohlenplan Tagebau Nochten für das Vorhaben Weiterführung des Tagebaus Nochten 1994 bis Auslauf
 - GROßER, K.-H. (1996): Naturschutzrelevante Flächen im Beeinflussungsgebiet des Bergbaues – aktuelle Situation und regionale Pflege- und Entwicklungskonzepte. Im Auftrag des Landratsamtes Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Naturschutzstation. - unveröff.
 - PIETZSCH, W. (1995/1996): Untersuchungen zu Pflanzengesellschaften der Lausitzer Heidemoore, Teiche und Tümpel, einschließlich ihrer Boden- und Wassercharakteristik und den Veränderungen nach Einleitung von Zusatzwasser (bisherige Ergebnisse und Prognosen).- Teil 1 und Teil 2. - Im Auftrag des Landratsamtes Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Naturschutzstation. - unveröff.
 - MELIORATIONSGENOSSENSCHAFT WEISSWASSER-SPREMBERG (1984): Instandsetzung Großteichgraben Schleife.- Vorbereitungsunterlagen.- unveröff
 - VEB PROJEKTIERUNG WASSERWIRTSCHAFT (1983): Ausbau der Struga im Kreis Weißwasser.- unveröff. Projektierungsunterlagen
 - VATTENFALL EUROPE (2003): Arbeitsmaterialien zum geologischen Strukturmodell Altes Schleifer Teichgebiet.- unveröff.
-
- Aus der Recherche zu verfügbaren Daten des Oberflächenwasser- und Grundwasserregimes sowie der Boden- und Standortverhältnisse im Untersuchungsraum ergab sich bzgl. Datentransfer die Notwendigkeit, mit denjenigen Institutionen bzw. Fachkollegen zu kooperieren, die in den angrenzenden Gebieten seit Jahrzehnten zur bergbaubedingten Grundwasserabsenkung arbeiten (u.a. Aufarbeitung von ca. 170 nicht ausgebauten Erkundungsbohrungen im Untersuchungsgebiet).
- Die Auftragsbearbeitung beinhaltete deshalb einen Datenaustausch/Zusammenarbeit mit VATTENFALL EUROPE MINING (Wasserwirtschaft, Herr Dr. Rechenberger, Herr Schütz) sowie bzgl. der FEFLOW-Grundwassermodellierung (Einzugsbereich Tagebau Nochten) mit G.E.O.S. Freiberg (Herr Gräber).
- Die landeshoheitlichen Datenbestände MMK/ WBK/ TK10N/ ATKIS-DGM/ CIR-Daten/ Oberflächenwassereinzugsgebiete (LfUG, 2002) sowie relevante Qualitäts- und Mengendaten zur Struga wurden projektbezogen seitens des AG zur Verfügung gestellt.
 - Im Rahmen der Arbeit wurde ein Projekt-GIS aufgebaut, das alle Grundlagendaten sowie darauf aufbauend die Ergebnisse und Auswertungen der durchgeführten Untersuchungen und Erhebungen beinhaltet (ArcView 3x).

2 Abiotische Grundlagen – naturräumliche Gegebenheiten

2.1 Geologische Verhältnisse und Relief

2.1.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt im geologischen Übergangsbereich zwischen dem Graben von Weißwasser und den Ausläufern des Muskauer Faltenbogens (Abbildung 1 und Abbildung 2).

Im Arbeitsgebiet - am südwestlichen Randbereich der Stauchmoräne des Muskauer Faltenbogens bzw. am nördlichen Rand der Trebendorfer Hochfläche gelegen - sind hydrogeologisch aufgrund der Randlage der Stauchmoräne komplizierte Lagerungsverhältnisse ausgebildet.

- Die quartäre Bedeckung des Untersuchungsgebietes ist durch glazifluviale Sande und Kiese gekennzeichnet, die geologisch Sandern und Urstromabbildungen (Untere Talsandfolge) der Saale-Kaltzeit bzw. des jüngeren Saale-Stadiums (Warthe) entsprechen. Im Süden des Gebietes (beidseitig des Alten Teichdammes sowie fortgesetzt südlich der Bahnlinie) sind holozäne limnische Flachmoorbildungen ausgebildet, die bodengeologisch die Basis für die hier ausgebildeten Feuchtbereiche darstellen.
- Als Besonderheit des Gebietes muss die enge Kopplung des Grund- und Oberflächenwasserhaushaltes angesehen werden: Die in den Randbereichen der Trebendorfer Hochfläche „auskeilenden“ Flaschentonhorizonte speisen hier austretende Quellhorizonte, die über Senken und Grabenstrukturen den „Oberflächenwasserhaushalt“ des Untersuchungsgebietes (UG) bestimmen.
- Der geologische Aufbau des Untergrundes ist heterogen. Der südliche Bereich des UG liegt am nördlichen Rand des Grabens von Weißwasser: Nahezu horizontale, schwach nach SW einfallende Lagerungsverhältnisse sind hier kennzeichnend, wobei die als Stauhorizonte wirksamen Flaschentonhorizonte eine besonders wesentliche Rolle für die Hydrogeologie des Untersuchungsgebietes spielen: Der 3. Flaschentonhorizont ist im überwiegenden Teil des UG ausgebildet; der 1. Flaschentonhorizont lediglich beidseitig des Alten Teichdammes im südlichen Randbereich des UG (vgl. Abbildung 11).
- Der nördlich der Struga liegende Gebietsteil ist geologisch bereits dem Muskauer Faltenbogen zuzurechnen; starke Auffaltungen und Versetzungen in den geologischen Lagerungsverhältnissen sind charakteristisch.

Seitens Vattenfall Europe wurde Mitte Oktober als interne Arbeitsgrundlage das Geologische Strukturmodell des Gebietes (GWL-Basis: ca. 20 m) für die Modellierung des Wasserhaushaltes zur Verfügung gestellt (VATTENFALL EUROPE, 2003).

Mit Fortschreiten des Tagebaus Nochten von Süden her nach Norden werden die bisher nicht angeschnitten oberflächennahen quartären und tertiären Grundwasserleiter und -stauer (Flaschentone) der Trebendorfer Hochfläche betroffen sein, so dass eine Verlagerung der jetzigen Oberflächenwasserscheide nach Norden und damit eine Verkleinerung des Einzugsgebietes für das Arbeitsgebiet AST zu erwarten ist (s. Kapitel 7.2.1.2.2).

Abbildung 1 Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes

Abbildung 2 Übersicht der pleistozänen Rinnensysteme und glaziären Schollen

aus: VEB GEOLOGISCHE FORSCHUNG UND ERKUNDUNG FREIBERG (1989)

2.1.2 Geomorphologie und Relief

Geomorphologisch wird das Planungsgebiet durch grundwassernahe Talsande in Höhenlagen um 128 m charakterisiert, die im Süden durch die bis ca. 170 m NN ansteigende Trebendorfer Hochfläche morphologisch begrenzt werden.

Infolge der im Randbereich der Trebendorfer Hochfläche austretenden Quellhorizonte entwickelten sich im Süden des Untersuchungsgebietes Feuchtstandorte. Die Formulierung von Maßnahmen für den Fortbestand und die Entwicklung der hier auftretenden Lebensraumtypen war wesentliches Ziel der durchgeführten Untersuchungen.

3 Boden- und Standortverhältnisse

Die Kenntnis über den Bodenzustand im Untersuchungsgebiet bildet mit weiteren Geo- und Biofaktoren die Grundlage für die Formulierung optimaler Planungsziele bei der Absteckung naturschutzfachlicher Eingriffs- und Ausgleichsmaßnahmen im Untersuchungsgebiet. Der Boden als belebtes physikalisch-chemisches System (Ökosystem) dient im Rahmen natürlicher Stoffkreisläufe als Speicher-, Umsetzungs-, Puffer- und Filterkörper sowie als Quelle für Stoffausträge. Der Boden ist nicht nur Lebensraum von Produzenten, Konsumenten und Destruenten in der Nahrungskette von Ökosystemen, sondern gleichzeitig auch landschaftsprägendes Element. Bodenfunktionen spielen dabei eine entscheidende Rolle hinsichtlich der Lebensräume für Organismen, der Standorte der natürlichen Vegetation sowie Kulturpflanzen, als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf als Filter und Puffer für Schadstoffe sowie als landwirtschaftsgeschichtliches „Archiv“.

3.1 Methodik

Vergleichbare Ansprachen von bodenphysikalischen, bodenchemischen und bodenbiologischen Einflüs-faktoren in der Biosphäre gehören zur Grundvoraussetzung für das Verständnis der verschiedenen Fachinformationen untereinander. Die Bodenform vereinigt relevante lithogene (Substrat) und pedogene (Bodenart, Bodentyp und Humusform) Merkmale. Der Bestand an Bodenformen im betrachteten Naturraum bestimmt im erheblichen Maße den ökologischen Wert einer Kultur-Landschaft mit. Somit können Bodenform und Vegetation den gemeinsamen Nenner beim Vergleich und bei der Bewertung von abiotischen und biotischen Daten in Ökosystemen bilden.

Da keine neue Gesamtbodenkartierung beauftragt war, wurde folgendes methodische Vorgehen bzgl. der Bodenverhältnisse im Untersuchungsgebiet zugrunde gelegt:

- Zunächst erfolgte die Erfassung aller verfügbarer bodenkundlicher Standortsinformationen (Abbildung 3).

Parallel dazu wurde die historische Teichkonfiguration des Großen und Kleinen Teiches (Preußische Meilenblätter bzw. Urmeßtischblatt/ Generalkarte der Standesherrschaft Muskau) der heutigen topographischen Ausprägung des Gebietes gegenübergestellt, um ehemalige unbeeinflusste Teichrandlagen von anthropogen überprägten Flächen in Folge der fast 150-jährigen Flächennutzung nach Beendigung der Teichwirtschaft abgrenzen zu können (Abbildung 5).

- Unter Berücksichtigung der recherchierten bodensystematischen Einheiten und unter der Maßgabe, daß keine Neukartierung der Böden im Gebiet vorgesehen war, wurden Prüfungen der Standortverhältnisse (insgesamt 13) im Bereich ausgewählter Lebensraumtypen gemäß KA4 vorgenommen. Die Bodenaufnahme erfolgte mittels Grabungen und Peilstangenbohrungen (Lage der Punkte s. Abbildung 4).
- Die seitens Vattenfall Europe (DA Herr Psyk, 2003, lfd.) erhobenen Bodendaten wurden berücksichtigt.

- Ziel der Auswertung zu den Bodenformen im Arbeitsgebiet war die Entscheidung, ob und inwieweit aus Sicht der zentralen Steuerfunktion des Bodens für die definierten Lebensraumtypen ein ergänzendes Monitoring durch Bodenuntersuchungen erforderlich sein wird (s. Kap. 3.2.4).

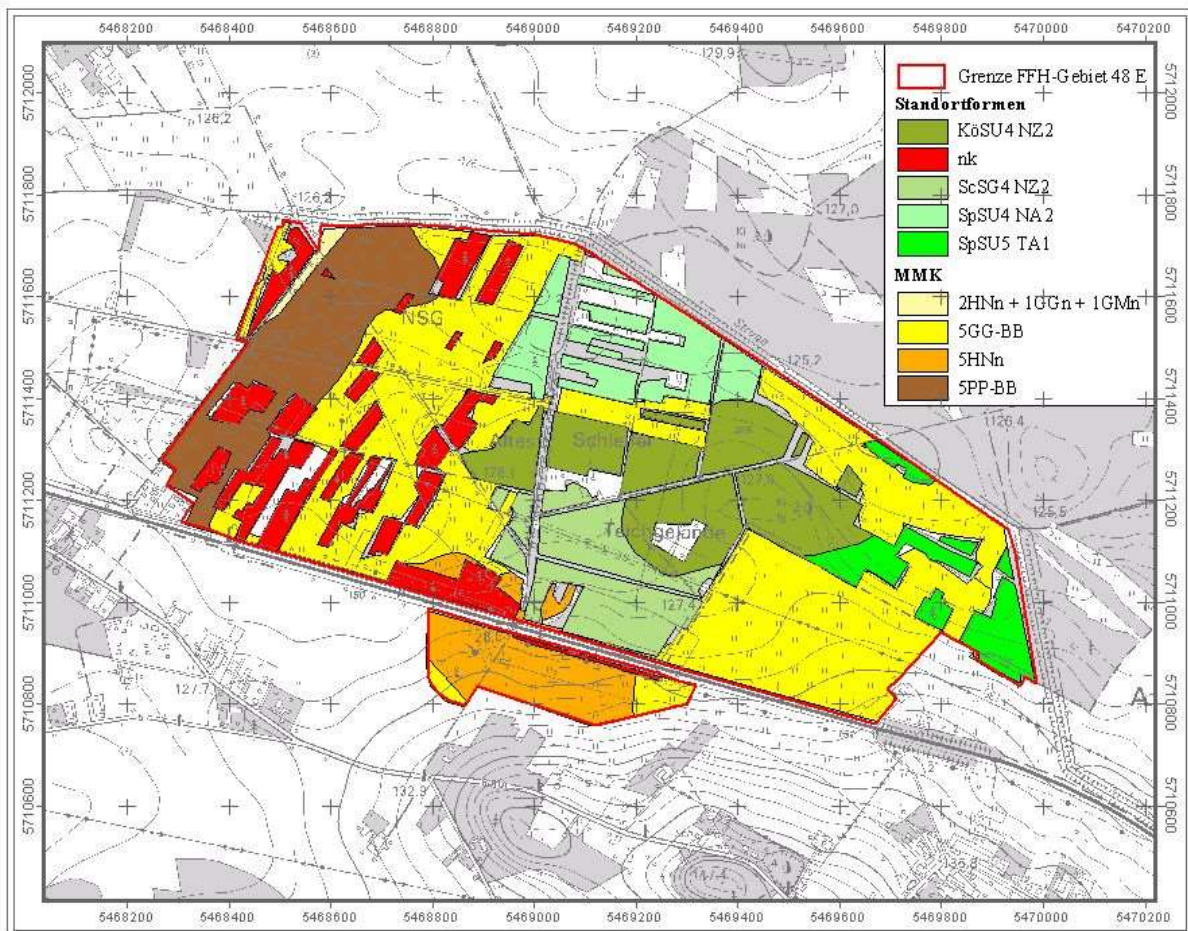


Abbildung 3 Kenntnisstand zur Bodengeologie (MMK, WBK/FSK)

Erläuterung zu den Forstlichen Standortformen:

- KöSU4 NZ2 = Köplitzer Sand-Graugley
- ScSG4 NZ2 = Stechauer Sand-Humusgley
- SpSU4 NA2 = Staupitzer Sand_Graugley (nass, ziemlich arm)
- SpSU5 TA1 = Staupitzer Sand_Graugley (trocken, arm)

Erläuterung zur Legende der MMK:

- HNn = (Norm-) Niedermoor
- GGn = (Norm-) Gley
- GMn = (Norm-) Anmoorgley
- GG-BB = Gley-Braunerde
- PP-BB = Podsol-Braunerde

3.2 Ergebnisse zu den Bodenverhältnissen im FFH-Gebiet

Schwerpunkt der Bearbeitung war die übersichtsmäßige Überprüfung der Bodenformen im Gelände, um insbesondere im Bereich der besonders sensiblen Lebensraumtypen eine Einschätzung der bodengeologischen Standortverhältnisse nach KA4 zu ermöglichen.

Auftragsbedingt wurden keine bodenphysikalischen oder bodenchemischen Untersuchungen durchgeführt.

3.2.1 Verteilung der Bodenformen

Auf Grundlage der recherchierten Daten – auch zur historischen Geländeentwicklung - sowie den Überprüfungen ausgewählter Standorte im Gelände wurde zur Einschätzung der Standortverhältnisse im Arbeitsgebiet die in Abbildung 4 zusammengefasste Verteilung der Bodenformen erarbeitet (s. Kapitel 3.2.4).

Abbildung 4 Übersichtskarte zur Einschätzung
der bodengeologischen Standortverhältnisse nach KA4

Abbildung 5 Historische Lage des Großen und Kleinen Teiches im „Alten Schleifer Teichgelände“

(Grundlage: Generalkarte der Standesherrschaft Muskau von 1831,
Preußische Meilenblätter bzw. Urmeßtischblatt 1845, TK 10N, Quelle: BROZIO, 1993)

3.2.2 Bodenformen

Im Rahmen der Übersichtsaufnahme zu den aktuellen Bodenverhältnissen wurden insgesamt 11 Bodeneinheiten unterschieden: Diese umfassen zunächst Rohböden, d.h. Regosole, Braunerde-Regosole, Gley-Regosole auf Kies sowie Braunerden, weiterhin treten erwartungsgemäß aufgrund der historisch intensiven Bodennutzung im Gebiet (Rabattenkulturen, Entwässerungsgräben etc.) anthropogene Böden, d.h. Kultosole und Gley-Kolluvisole auf. Insbesondere im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurden Niedermoorausbildungen sowie als semiterrestrische Böden Gleye vorgefunden. Grundlage der kartographischen Dokumentation zur Einschätzung der bodengeologischen Standortverhältnisse nach KA4 in Abbildung 4 ist die Legende der nachfolgenden Tabelle 2.

Tabelle 2 Erläuterung zum Bodenkartentwurf

Signatur	Bodenform Horizontfolge	Bodenbildendes Ausgangs- substrat, Vorkommen
Terrestrische Böden		
Rohböden		
RQ fg-s (q)	Regosol auf Kies, Sand jAh/ICn-v	Quartäre umgelagerte fluviatile, glazigene kiesige, sandige Substrate ehemalige Teichdämme
BB-RQ/JG fg-s/u-s (q)/og-F/s,u (h)	Braunerde-Regosol auf Kies, Sand über Gytia aus Sand, Schluff Ah/Bv-ilCv	Quartäre umgelagerte fluviatile, glazigene kiesige, sandige Substrate über holozänem organogenem Sand-/Schluff (Teichsedimente) im ehemaligen Teichgelände
GG-RQ/JG fg-s/u-s (q)/og-F/s,u (h)	Gley-Regosol auf Kies, Sand über Gytia aus Sand, Schluff Ah/Go/Gr-ilCv	Quartäre umgelagerte fluviatile, glazigene kiesige, sandige Substrate über holozänem organogenem Sand-/Schluff (Teichsedimente) im ehemaligen Teichgelände
Braunerden		
GG-BB fg-s,u (q)	Gley-Braunerde auf Sand, Schluff Ah/Bv/(Bv-Go,Go-Bv)/Go/Gr	Quartäre, umgelagerte fluviatile, glazigene kiesig, sandige Substrate im Randbereich des ehemaligen Teichgeländes
Anthropogene Böden		
GG-Y (ojy-ss/ls)(bo)/fg-s (qh)	Kultosol aus Gley auf Sand bzw. Lehmsand (Solum-material) über umgelagertem Sand und Schluff j-yAi-jAx/ICn/Bv/C	anthropogen umgelagerte bzw. retrogradierte Substrate über gewachsene Substrate, Leichtungstrassen
GG-YK/PP-GG (ojy-ls/sl)(bo)/fg-s (qh)/fg-s (q)	Gley-Kolluvisol auf Lehmsand (Solum-material) über Podsol-Gley auf Sand Ah/M/(Go-M)/M-Go,IIGo/Gr/Ae/(Bhs/)Bhs-Go/(Go/)Gr	Technogen umgelagerte Oberbodensubstrate der fluviatilen, glazigenen Ablagerungen (tiefgründige Bodenbearbeitung Rabatten, Entwässerungsgräben) über fluviatilen, glazigenen kiesig, sandigen Substraten, erhabenes Gelände im Inneren des ehemaligen Teichgeländes

Fortsetzung Tabelle 2:

<i>Semiterrestrische Böden</i>		
Gleye		
BB-GG fg-s,u (q)	Braunerde-Gley auf Sand, Schluff Ah/Bv/(Bv-)Go/Gr	Quartäre, umgelagerte fluviatile, glazigene kiesig, sandige Substrate im ehemaligen Stau-bereich des „Kleinen Teiches“
GGh/ JG fg-s,u (q)/ og-F/s,u (h)	Humusgley auf Sand, Schluff über Gytia aus Sand, Schluff Ah/Ah-Go/(Go)/Gr	Quartäre, umgelagerte organo-gene, fluviatile, glazigene Sub-strate über holozänem organo-genem Sand-/Schluff (Teichsedimente) im ehemali-gen Teichgelände
GGh fg-s,u (q)	Humusgley auf Sand, Schluff Ah/Go/Gro/Gr	Quartäre, umgelagerte organo-gene, fluviatile, glazigene Sub-strate
GM og-H/fg-s,u (q)	Anmoorgley auf Sand, Schluff Go-Ah 1-4 dm/Gr	Quartäre, organogene, fluviati-le, glazigene kiesig, sandige Substrate am südlichen Rande des Staubereiches des „Großen Teiches“
GH og-H/fg-s,u (q)	Moorgley auf Sand, Schluff H < 3 dm/Gr	Quartäre, organogene, fluviati-le, glazigene kiesig, sandige Substrate und Torf am südli-chen Rande des Staubereiches des „Großen Teiches“
Moore		
HNu og-H	Übergangsniedermoor uH(w)/uH/nHr/(F)II(f)	Basenarmes, saures Nieder-moor aus Tor, lokal am südli-chen Rande des Staubereiches des „Großen Teiches“

3.2.3 Dokumentation der Böden

Die Dokumentation der Bohrstocksondierungen erfolgte gemäß KA4 und umfasste folgende Aufnahmedaten (vgl. Anlage 1: KA4-Formblätter): Titeldaten, Aufnahmesituation, horizontbezogene Daten, bodensystematische Einheit, Humusform, Wasserstand, Vernässungsgrad, Erosionsgrad, Bodenschätzung, substratsystematische Einheit. In Abbildung 6 sind ausgewählte Fotodokumentationen zusammengefasst.

Abbildung 6 Fotodokumentation zu den Bodensondierungen

3.2.4 Einschätzung der Bodenentwicklung auf der Grundlage der KA4

Der bisherige Kenntnisstand über die Bodenverbreitung im Untersuchungsgebiet wurde in Abbildung 3 zusammengestellt. Dies sind die Ergebnisse der MMK auf Grundlage der Reichsbodenschätzung sowie der FSK auf Grundlage von Lokalbodenformen. Beide Kartierungsverfahren gehen von gewachsenen Bodenverhältnissen aus.

Demgegenüber ist das NSG des Alten Schleifer Teichgeländes jedoch anthropogen mehr oder weniger stark verändert worden. Dies verdeutlicht u.a. die Abbildung 5 mit den historischen Teichdämmen des Kleinen und Großen Teiches.

Zudem wurden nach der Aufgabe der Teichwirtschaft Mitte des 19. Jahrhunderts umfangreiche Entwässerungsmaßnahmen sowie Veränderungen in den Nutzungsarten (Acker- und Gründlandwirtschaft, Aufforstungen) vorgenommen.

Dies veranlaßte die Bearbeiter, eine Einschätzung der Bodenverhältnisse auf der Grundlage der KA4 in Abhängigkeit von der geomorphologischen Ausformung, den hydrologischen Verhältnissen sowie den ausgewiesenen Lebensraumtypen vorzunehmen.

Zu den Bodenbildungen wird folgendes bemerkt:

- Die ehemaligen Teichdämme werden durch Regosole aus umgelagerten Schmelzwassersanden und Talsanden gebildet (vgl. Kapitel 2.1.1). Sie stehen am Anfang einer Bodenentwicklung.
- Im Inneren des ehemaligen Geländes des Großen Teiches sind Braunerde-Regosole bzw. Gley-Regosole über Gytja sowie im Nordwesten ein Humusgley über Gytja (altes Zentrum des Großen Teiches) anzutreffen (Abbildung 4, Tabelle 2).
 - Gley-Regosole über Gytja bilden den Standort für den Lebensraumtyp (LRT) „**Pfeifengraswiese**“: Es herrschen wechselfeuchte Verhältnisse vor, die Bodenreaktion ist aufgrund des silikatischen Einflusses als wahrscheinlich sauer einzustufen.
- In den Randbereichen und morphologisch erhöhten Bereichen der ehemaligen Teichflächen sind auf Grund der Grundwasserferne in der Regel Gley-Braunerden ausgebildet.
 - Gley-Braunerden und Braunerde-Gleye sind die Bodeneinheiten für den LRT „**Magere Flachland-Mähwiesen**“, mit einem relativ ausgeglichenen Wasser-Lufthaushalt-Verhältnis bzw. wechselfeuchten und aufgrund des bodenbildenden Ausgangssubstrates (Schmelzwassersande etc.) einer relativ geringen Trophiestufe. Der für diesen LRT erforderliche fehlende Nährstoffreichtum der Bödentypen ist damit gegeben.
- Die elektrischen Leitungstrassen sowie Gasleitungen sind als Kultosole aus Gley eingestuft worden, weil sie umgelagerte bzw. retrogradierte Substrate über gewachsenen Substraten enthalten.
- Der LRT **Glockenheide** im Zentrum des Großen Teiches ist auf Gley-Kolluvisol über Podsolgley und auf Kultosol aus Gley (Trasse) entwickelt. Im Bereich des Glockenheide-Vorkommens auf Gley-Kolluvisol wurden tiefgründige Bodenbearbeitungen durchgeführt, um nach der Teichwirtschaft die Teichböden trocken zu legen und aufzuforsten. Die Böden zeigen wechselfeuchte Verhältnisse und sind i.d.R. gut durchlüftet. In den „Rabattentälern“ kommt es zur Akkumulation organischer Substanzen bis hin zu einsetzenden Moorbildungsprozessen.
- Im kleinen Teichgebiet sind am Rande des inneren Stauraumes Braunerdegleye ausgebildet (morphologisch tiefere Bereiche).
- Zur Anreicherung organischer Substanzen kam es vor allem im südwestlichen Bereich des Großen Teiches: Dort sind Anmoorgley und Moorgley flächig ausgebildet; lokal können Übergangsniedermoore und Moorrelikte vorhanden sein.
 - Der LRT „**Moor-Birkenwald**“ befindet sich weitestgehend auf Anmoorgley: Ein hoher Grundwasserstand, der bis in die organische Substanz reicht, ist hier für die Gewährleistung einer ständigen Durchfeuchtung erforderlich. Der Bau des Meliorationsgrabens 1988, d.h. die Umleitung eines deutlichen Anteils der dem Ostteil des Gebiets zufließenden Oberflächenwässer in

den Westteil hin zur Struga, stellte einen drastischen Eingriff in den Wasserhaushalt dieses LRT und aus heutiger Sicht den vorrangigen Gefährdungsfaktor dar.

Zusammenfassend kann abgeleitet werden, daß durch die anthropogenen Eingriffe im Untersuchungsgebiet die Bodenentwicklungen durch oxidative Umsetzungsprozesse zu Braunerden oder terrestrischen Böden entwickelt worden sind und nur in Bereichen mit nachhaltig zur Verfügung stehender Feuchtigkeit die ursprünglichen dominierenden, reduzierenden Bedingungen erhalten worden sind (z.B. Ausbreitung des Übergangsniedermoores; Abhängigkeit des Vorkommens der Glockenheide von den Bodenbedingungen; Wechselwirkungen der Gley-Ausbildung über Gytja für den LRT der Pfeifengras-Standorte).

Für die Erfassung bzw. Bestimmung der Wechselwirkungen zwischen den Lebensraumsansprüchen der konkreten Art und den bodengeologischen Gegebenheiten wird empfohlen, die sensiblen Gebiete flächendeckend bodengeologisch zu kartieren – in Verbindung mit der Aufnahme der bodenphysikalischen und bodenchemischen Verhältnisse der LRT-Standorte. Dies sollte sich direkt an den fachlichen Forderungen des Umweltmonitorings von Böden orientieren, die beispielsweise im Monitoringkonzept des Biosphärenreservates „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ bereits praktisch umgesetzt werden. Weitere wichtige Bezüge sind das Bodenmonitoring des LfUG für Offenlandflächen bzw. des LFP für Waldflächen.

Für die Erhaltung und Weiterentwicklung der moorigen Standorte ist eine nachhaltige Wasserverfügbarkeit erforderlich. Dabei ist zu beachten, daß kein Stauwasser die Anreicherung organischer Substanzen durch Fäulungsprozesse zerstört bzw. durch zu geringes Wasserdargebot die Mineralisation organischer Substanzen hervorgerufen würde.

4 Hydrologie und Gewässermorphologie

4.1 Methodik der Datenerhebung

Die Recherchen erfolgten im StUFA Bautzen inkl. LfUG, in der Naturschutzstation Weißwasser, der Gemeindeverwaltung Schleife, VATTENFALL EUROPE MINING, der DB Bahn AG sowie diversen lokalen Planungsbüros im Gebiet Weißwasser.

4.2 Fließgewässer im Projektgebiet

4.2.1 Allgemeine Beschreibung

Haupteinzugsgebiet der künstlichen Oberflächengewässer (Gräben) im Planungsgebiet ist die Struga, die zur Spree hin entwässert. Das Gebiet wird durch zwei Hauptgräben nach Norden hin entwässert, den sog. „Meliorationsgraben“ im Westen und den „Siedlungsgraben“, der etwa in der Mitte des Untersuchungsgebietes parallel des Alten Teichdammes verläuft und das Untersuchungsgebiet teilt.

Die oberirdische Wasserscheide des nach N bis NW entwässernden Teilgebietes „Altes Schleifer Teichgelände“ verläuft über die Trebendorfer Hochfläche.

1. In Abbildung 7 sind die Verhältnisse der Gräben im Gebiet bzgl. Wasserführung Ende August 2003 dargestellt: Randbedingung sind hier unverändert geschlossene bzw. teilweise desolate Wehre, also eine Aufnahmesituation, die nicht den natürlichen Abflussverhältnissen im Gebiet entspricht.

Trotz der zahlreichen Gräben im Gebiet sind nur der Meliorationsgraben und der Siedlungsgraben inkl. ihrer südlich ins Gebiet eintretenden Zuflüsse wasserführend: Der sog. Meliorationsgraben zeigt dabei keinerlei Fließregime; im Nordwesten wird ein privater Teich durch Wasser aus dem Meliorationsgraben über einen nach NW abzweigenden kleineren Graben gespeist.; ein weiterer Abfluß aus dem Teich in die Struga existiert im August 2003 nicht.

Der das Gebiet teilende Siedlungsgraben wird im Einmündungsbereich des Langen Flügels durch ein Wehr gestaut. Die erste qualitative Gebietsaufnahme zeigt hier äußerst geringe Fließgeschwindigkeiten sowie zur Struga hin ein Austrocknen des Siedlungsgrabens.

Die im August/ mit Septemberbeginn vorgefundenen hydrologischen Verhältnisse waren somit insbesondere im Westteil des Gebietes aufgrund einer starken Regulierung der Abflussmenge über insgesamt 3 Wehre anthropogen stark beeinflusst und entsprachen damit nicht dem natürlichen Abflussregime (kein Fließregime im gesamten Westteil des Gebietes, stehendes, z.T. bereits modriges Wasser ohne mögliche Sauerstoffzirkulation).

2. Um die natürlichen Zu- und Abstromverhältnisse des Gebietes quantitativ erfassen zu können, wurden am 12.09.2003 - vorübergehend und zeitlich auf die hydrologischen Untersuchungen begrenzt – die Wehre im Zu- und Auslaufbereich des Meliorationsgrabens sowie das Wehr am Langen Flügel gezogen. Die entsprechende Stichtagsmessung erfolgte am 15.09.2003. Die zu diesem Zeitpunkt im Untersuchungsgebiet herrschenden Fließverhältnisse sind in Abbildung 8 dokumentiert. Auffallendste Änderung im Fließbild ist das durch das Abfallen des Wasserspiegels im Meliorationsgraben bedingte Trockenfallen des nordwestlichen Abzweiges aus dem Meliorationsgraben zum „Privatteich“. Alle übrigen Gräben sind trocken sowie z.T. völlig zugewachsen und verlandet.
3. Vergleichsweise wurden die Fließverhältnisse und Wasserstände nach wieder erfolgtem Einbau der Wehre (Ausgangszustand) am 20.09.2003 abschließend kartiert und in Abbildung 9 dokumentiert. Der nordwestlichen Abzweiges vom Meliorationsgraben wird wieder in das Abflussregime einbezogen (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7 Fließgewässerkarte August 2003

Abbildung 8 Fließgewässerkarte 15.09.2003

Abbildung 9 Fließgewässerkarte 20.09.2003

4.2.2 Durchflußmeßreihen und Messnetze der Fließgewässer

Seitens des StUFA Bautzen wurden Wasserstände, Durchflüsse und Gütewerte der anthropogen sehr stark beeinflussten Struga für den außerhalb (westlich) des Untersuchungsgebietes liegenden Pegel Neustadt übergeben.

Aufgrund der anthropogenen Beeinflussung sowohl hinsichtlich der Abflussmengen (Überleitung Sumpfungswasser Tagebau Nochten) als auch der Wasserbeschaffenheit sind die Daten nicht repräsentativ und wurden in die weiteren Auswertungen nur bezüglich eines qualitativen Vergleichs zur Hydrochemie der Struga einbezogen.

Im Planungsgebiet selbst existieren keine Messstellen der Oberflächengewässer zu Menge und Beschaffenheit; aus früheren Untersuchungen im Gebiet liegen keine Abflussmengen und Wasserspiegelmessungen vor.

4.2.3 Gewässerchemismus

Die Einschätzung des Gewässerchemismus im Arbeitsgebiet mußte anhand von Recherchen erfolgen, da im Untersuchungsprogramm keine eigenen Probenahmen für hydrochemische Analysen vorgesehen waren. Die gewässerchemische Auswertung basiert auf folgenden Quellen:

a VATTENFALL EUROPE Probenahme im September 2003:

Die übergebenen hydrochemischen Fließgewässeranalysen (Stichtagsmessungen vom 19.07.2003) wurden im Rahmen der VATTENFALL-internen Beweissicherung zur Oberflächenwasserqualität hinsichtlich einer ggf. künftigen Beeinflussung des Arbeitsgebietes durch den Tagebau Nochten erhoben.

Die mit Analysen belegten Probenahmepunkte im Untersuchungsgebiet sind in Abbildung 7 bis Abbildung 9, die Ergebnisse selbst in Anlage 8 dokumentiert. Zum Zeitpunkt der VATTENFALL-Probenahme herrschte Starkniederschlag; dementsprechend sind die an Probenahmepunkt 4 und 8 beprobten Oberflächenwässer mit hoher Wahrscheinlichkeit auf rückgestautes Niederschlagswasser zurückzuführen (August bis Ende September nicht wasserführende Bereiche) und wurden deshalb nur nachgeordnet berücksichtigt (ungeklärte Probenrepräsentanz).

- Die Leitfähigkeiten zwischen ca. 300 bis 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegen innerhalb des im September durch eigene Messungen bestätigten Bereiches für geringe Gesamtmineralisationen der Grabenwässer im Gebiet (vgl. b).
- Die Wassertemperaturen liegen mit ca. 14 °C bis 17 °C deutlich unter der Wassertemperatur der Struga mit ca. 20°C (Juli 03) – diese Tendenz deckt sich mit den Beobachtungen von Ende September 2003 (s. b)
- Die Sauerstoffgehalte von durchschnittlich 7,7 mg/l charakterisieren den typischen Bereich für Oberflächengewässer. Die auch im September 2003 (Tabelle 3) festgestellte geringfügige, aber deutliche Sauerstoffabreicherung der Struga gegenüber den Gebietsoberflächenwässern läßt auf andere Redoxverhältnisse der Struga, d.h. hier niedrige Eh-Werte, schließen.
- Die pH-Werte der beprobten Gewässer (Gräben) liegen mit durchschnittlich 6,4 im schwach sauren Bereich.
- Auf Grundlage der Härte der beprobten Wässer mit < 1,43 mmol/l sind die Oberflächengewässer innerhalb des Arbeitsgebietes nach KLUT-OLSZEWSKI (in: HÖLTING 1996) durchweg als sehr weiche Wässer einzustufen. Das Wasser der Struga entspricht dagegen einem weichen Wasser – bestätigt durch die deutlich höheren Leitfähigkeiten. Das im Westen außerhalb des Untersuchungsgebietes in die Struga eingeleitete saure Wasser des Badesees Halbendorf (pH-Wert von 3) ist bezüglich seiner Härte mit ca. 3,7 mmol/l als mittelhartes Wasser einzuordnen.
- Alle untersuchten Wässer des Gebietes können aufgrund ihres Gehaltes von < 0,1 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ als unbelastete Oberflächenwässer eingestuft werden. Demgegenüber ist das Wasser der Struga

mit > 1,0 mg/l NH₄-N deutlich belastet. Die bereits abgereicherten Sauerstoffgehalte der Struga weisen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf beginnende Nitrifikationsprozesse hin.

- Die Eisengehalte (Fe_{gesamt}) sind mit bis max. 0,6 mg/l z. T. relativ hoch (Vattenfall-PN-Punkt 2). Die höheren Eisen- und Mangan-Konzentrationen sind geogen bedingt und Folge von Redoxreaktionen, die zur Mobilisierung (Reduktion ungelöster Eisen- und Manganverbindungen (Fe³⁺ und Mn⁴⁺)) oder Fixierung (Oxidation) führen. Diese Reaktionen sind hauptsächlich vom Redoxpotential und pH-Wert abhängig und charakterisieren die mikrobiell katalysierten Prozesse beim Abbau natürlicher organischer Substanzen in den Oberflächengewässern.

Auffallend ist der Eisengehalt im Meliorationsgraben (PN-Punkt 7, Kreuzung mit Graben am Kirchsteig), der fast vollständig als gelöstes Fe-II vorliegt; im Zusammenhang mit dem relativ niedrigen pH-Wert ein Hinweis auf mögliche bakterielle O₂-Zehrung.

b VOR-ORT-PARAMETER IM RAHMEN DER GEBIETSAUFNAHME SEPTEMBER 2003:

Parallel wurden – nachdem durch das Ziehen der Wehre das natürliche Abflussverhalten im Gebiet eingestellt wurde – am 15. und 20.09.2003 an ausgewählten Standorten die physikalischen Vor-Ort-Parameter der ins Gebiet ein- und austretenden Oberflächenwässer bestimmt (Tabelle 3). Die Lage der Probenahmepunkte ist in Abbildung 7 bis Abbildung 9 dargestellt.

Tabelle 3 Vor-Ort-Parameter ausgewählter Oberflächengewässer

Messpunkt	Datum	Leitfähigkeit in µS/cm	Sauerstoff in mg/l	PH-Wert	Temperatur in °C
MP3	15.09.2003	346	9,3	6,05	13,2
MP2	15.09.2003	184	7,9	5,9	11,6
MP9 (Struga)	15.09.2003	1022	6,7	6,6	14,9
MP8	15.09.2003	294	8,2	6,36	12,7
MP1	15.09.2003	289	5,8	6,38	12,3

Die Gewässer zeigen bzgl. ihrer Sauerstoffgehalte relativ gut belüftete Oberflächengewässer an; mit pH-Werten zwischen 5,9 bis 6,6 können sie als schwach sauer eingestuft werden.

Den durchweg niedrigen Leitfähigkeiten der Oberflächenwässer im Arbeitsgebiet sind ein Indiz für die generell geringe Gesamtmineralisation und unterscheiden sich deutlich von der bis zum 5fachen erhöhten Leitfähigkeit der Struga (>1000 µS/cm).

Die Wassertemperaturen der Proben liegen im typischen Bereich für Oberflächengewässer; die Strugatemperaturen mit fast 15°C ordnen sich signifikant über den Temperaturen der im Gebiet fließenden Oberflächengewässer (ca. 12,5 C) ein.

c WEITERE INFORMATIONEN ZUM GEWÄSSERCHEMISMUS DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER:

Weitere Informationen zur Hydrochemie der Oberflächenwässer liegen für das Planungsgebiet leider nur zeitlich punktuell und in äußerst geringem Umfang vor (BROZIO 1996, PIETZSCH 1995 etc.). Lediglich in PIETZSCH 1995 wurde monatsbezogen ein Jahr (12/1995 bis 11/1995) untersucht. Der Kenntnisstand stellt sich wie folgt dar:

1. **BROZIO (1996):** Wasser des Siedlungs- und Meliorationsgrabens wird als „unbelastet bis gering belastet“ eingestuft.
2. **PIETZSCH (1995):** Die weichen bis mittelharten Wässer des Meliorations- und Siedlungsgrabens unterscheiden sich von dem – 1995 wohl wasserführenden – Oberflächenwasser des Grabens am Kirchsteig bzw. den Gräben der Wiesenkomplexe (Renaturierungsfläche Langer Flügel): In letzteren traten 1995 mit z.T. bis ca. 58 mg/l NO₃ erhöhte Nitratgehalte auf; die Gesamtmineralisationen lagen hier niedriger als in den ständig wasserführenden Gräben; die pH-Werte der untersuchten Wässer im schwach sauren Bereich.

Aus den von PIETZSCH (1995) vorgelegten Ergebnissen zum DOC/TOC kann abgeleitet werden, daß in den Fließgewässern 1995 jahreszeitlich schwankend z.T. nur etwa die Hälfte des organischen C in gelöster Form vorgelegen hat.

3. **GROßER (1996):** Aussagen zur Hydrochemie der Wässer wurden nicht dokumentiert; jedoch eine Einschätzung zur Bauqualität des Meliorationsgrabens gegeben: hier wurde „in nicht fachgerechter Weise der Grabenaushub an der Grabenoberkante als Wall deponiertund dann liegen gelassen...“.

4.2.4 Ausbauzustand

Die Erfassung des Ausbauzustandes der Oberflächengewässer wurde nach folgenden Kriterien durchgeführt, die sich aus den Anforderungen des Dateninputs für die hydrogeologische Modellierung ergeben:

- Technischer Ausbau des Profils (Beton, U-Teil etc.), Abzweige, Stauanlagen (Höhe, Funktionsfähigkeit), Verrohrungen mit durchschnittl. Länge und Bauzustand
- Beschreibung des Profiltyps, Maße (Breite, Tiefe, Sohlbreite), Fließverhältnisse qualitativ sowie Kolmationseinschätzung.

Die Kartierung wurde am 12.09.2003 und 15.09.03 durchgeführt, die Ergebnisse in Anlage 6 zusammenfassend dokumentiert sowie die zugehörige Fotodokumentation in Anlage 7.

4.2.5 Abflussmessungen

Die Abflussmessungen erfolgten am 15.09.2003, nachdem per 12.09.2003 alle Wehre gezogen wurden, um das unbeeinflussten Abflussregime des Gebietes zu erfassen.

Tabelle 4 Ergebnisse der Abflussmessungen am 15.09.2003

Messpunkt/ Lage im Ge- biet (15.09.2003)	Abflussmessung							
	<ul style="list-style-type: none"> - 12.-15.09.2003: niederschlagsfrei - Per 12.09.2003 Wehre alle gezogen - Abflussmessung am 15.09.2003, indirekte Messung mit Schwimmer (V_f) über definierten Abflussquerschnitt (F) - kein Niederschlag zwischen 10.09 und 15.09.2003 - B = Breite in Höhe des aktuellen Wasserspiegels im Graben - H = Höhe Wasserspiegel ohne Kolmationsschicht (nur fließendes Wasser) 							
	L Länge	B Breite	H Höhe	„Kolmation“	$v_f = s/L$	$v_f = m/s$	Q	
							m³/s	l/s
MP 11 Im Süden des UG, östlich des Alten Dammes	3 m	2,10 m	0,08 m	0,47 Schlamm und Laub, nicht verfestigt	71 s	0,04	0,0063	6,3
							versickern in Nordteil des Grabens am Alten Damm abflußlos; vgl. Bodenkarte: GG-RQ/JG (Gley-Regosol auf Kies, Sand üb. Gytja aus Sand)	
MP8 Wehr vor Ab- fluss des Melio- rations-grabens in Struga, Nord- seite	3,0	1,80	0,2	12 cm Kies/Sand	61 s	0,05	0,018	18
MP1 Südlicher Eintritt des Meliora- tions-grabens in Gebiet	2,0	2,0	0,33	0,3 Modder, Laub, mittel verfestigt	60 s	0,03	0,0198	19,8
MP9 Struga	5,0	1,60	0,20	0,30 verfestigter Schlamm	19,5	0,26	0,832	83,2

4.3 Historisches Gewässernetz

Die in BROZIO (1993) und GROßER (1996) angeführten Quellen zur historischen Biographie der Flächennutzung im Alten Schleifer Teichgebiet wurden ausgewertet, um Hinweise zur Lage der ehemaligen Teichränder ableiten zu können: Die Unterscheidung von anthropogen, d.h. durch land- und forstwirtschaftliche Nutzung seit Mitte des 19. Jahrhunderts veränderten Böden von gewachsenen Teichrandböden liefern wichtige Hinweise zur Entwicklung der im Gebiet auftretenden Bodenformen (Kap. 3.2.4.).

In Abbildung 5 wurde die historische Begrenzung der Schleifer Teiche der aktuellen Topographie gegenübergestellt – deutlich ist hier die weit nach Westen in das heutige Schleifer Siedlungsgebiet reichende Westbegrenzung des „Kleinen Teiches“ erkennbar sowie die nach Norden deutlich über den heutigen Strugaverlauf reichende Begrenzung des „Großen Teiches“.

4.4 Bewertung Fließgewässer

Der aktuelle bauliche Zustand der Fließgewässer (Gräben) des Untersuchungsgebietes erfordert zunächst dringend eine Beräumung und damit Pflege der Gräben. Die für den Status quo des Gebietes relevanten Wehre 1, 2, 3 und 5 (vgl. Abbildung 7 bis Abbildung 9) sind bautechnisch in einem ordentlichen Zustand. Wehr 4 am nördlichen Ende des Siedlungsgrabens ist baulich desolat und – sofern künftig relevant – zu sanieren (vgl. Fotodokumentation Anlage 7).

5 Grundwasser

5.1 Beschreibung der allgemeinen Grundwassersituation

Das Arbeitsgebiet ist vollständig pleistozän überformt – die nachfolgende allgemeine hydrogeologische Gebietsbeschreibung zu den Grundwasserverhältnissen bezieht sich auf den obersten, d.h. quartären Grundwasserleiter, der für den Wasser-Stoffhaushalt und damit das pflanzenverfügbare Wasserdargebot entscheidend ist.

Die generellen Grundwasserfließverhältnisse sind S-N-gerichtet, im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes SE-NW. Detaillierte Ergebnisse zu den Grundwasserfließverhältnissen sind in Kapitel 7.2.1.2.2 (Grundwasserneubildung) sowie Kap. 7.2.1.2.3 (Grundwasserdynamik) ausgeführt.

Die Grundwasserflurabstände (GWFA) können im Untersuchungsgebiet mit < 5 m als gering eingestuft werden, variieren dabei jedoch in Abhängigkeit von der Geländemorphologie (s. Kap. 7.2.1.2.3). Die Grundwasserflurabstände zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung Mitte September 2003 liegen im Randbereich zum südlichen Regenerationsgebiet entsprechend geringer bei ca. 1- 2 m (vgl. Bohrung der GMST 2-AST am 12.09.2003).

Im unmittelbaren Projektgebiet existieren keine Beschaffenheitsmessstellen Grundwasser des Freistaates Sachsen.

Aufgrund des vorliegenden hydrogeologischen Kenntnisstandes kann davon ausgegangen werden, dass mittel- bis langfristige Schwankungen des Grundwasserspiegels, die also dem Klima- bzw. niederschlags- und damit neubildungsabhängigen Varianzbereich entsprechen, von ca. 0,5 m bis max. 1,0 m auftreten können (vgl. Pegel 4681). Dies schließt keine anthropogenen Schwankungen wie eine Grundwasserbeeinflussung durch Tagebauführung ein.

5.2 Meßnetz Grundwasser, Grundwassermessstellen und weitere Wasserfassungen

Für das Grundwasser im eigentlichen Untersuchungsgebiet stehen zwei Grundwassermessstellen (GWMST) von VATTENFALL EUROPE MINING zur Verfügung, eine dritte GWMST ist für 2003 geplant.

Tabelle 5 Daten der VEM-Pegel im Untersuchungsgebiet

GWMST	RW	HW	ROK in m NHN	GWL	Mittelwert Schwankung	GW-Stand m NHN		
						03/03	08/03,. 15.09.03	
4681	54 68358,1	57 11423,0	126,79	1312	Seit 1997: +/- 0,75	123,55	3,95 u.MP	122,84
4909	54 69433,8	57 11130,3	128,49	223	Seit 2001: +/- 0,5	124,85	2,875 u.MP	125,615
4908	54 68843,9	57 12127,4	128,6 m NHN	253 (=GWL 13 Wasser- stand)		124,8 m NHN	5,29 u.MP	123,31
5418	54 68925	57 11410,00	geplant für 2003					

Im Rahmen der Geländearbeiten wurden am 12.09.2003 zwei GWMST gebohrt (2", ET 5 m, Genehmigung: Anlage 2), die am 15.09.03 klar gepumpt wurden (Tabelle 6, Anlage 2 und 3). Die Schichtenverzeichnisse der Bohrungen sind in Anlage 3 dokumentiert.

Tabelle 6 Daten zu den neuen GWMST im Untersuchungsgebiet

	GWMST AST-1	GWMST AST-2
Lage ¹⁾	Lage: Gemarkung Schleife, Flur 6, Flurstück 41/1 Besitzer: Frau Honko, Mühlroser Straße 7 in Trebendorf Nutzung: Wald HW: 57 11645 RW: 54 69490	Lage: Gemarkung Trebendorf, Flur 1, Flurstück 110/1 Besitzer: PROHAV Nutzung: Brachland, ungenutzt HW: 57 10801 RW: 54 68851
ROK in m NN	127,89 m NN	131,31 m NN
Endteufe in m u GOK	5,50 m	5 m
Wasseranschnitt in m u GOK	4,75 m u. MP (=123,140 m NN)	2,43 m u. MP (=128,880 m NN)
Bemerkungen	bis 5 m MS, fs, z.T. g	bei 4,8 m 1. Flaschentonhorizont erbohrt

¹⁾ Die Pegel wurden in der Woche ab 15.09.03 exakt vermessungstechnisch eingemessen.

6 Klima

Im Arbeitsgebiet selbst existieren keine langjährigen Klimamessreihen.

Die nächstgelegenen nutzbaren Klimastationen befinden sich in Weißkeißel, Trebendorf, Lohsa, Hähnichen, Boxberg, Klein-Priebus, dem Tagebau-Nochten, Spremberg und Rietschen. In Anlage 4 sind die für die letzte Dekade (1993-2002) ermittelten Messreihen der genannten Niederschlagsstationen zusammengefasst worden; in Anlage 5 die langjährige Niederschlagsreihe der Station Weißwasser.

Das langjährige Mittel des Niederschlags für das Gebiet von ca. 550 – 600 mm/a unterscheidet sich deutlich von der Niederschlagsreihe der letzten 10 Jahre: Hier sind nach ersten Auswertungen mit ca. 700 mm/a (VATTENFALL EUROPE 2003) deutlich höhere mittlere Niederschlagssumme zu verzeichnen, die für weitere Arbeiten im Raum Schleife-Trebendorf-Nochten auf Plausibilität geprüft werden müssen.

Folgende mittlere Klimadaten wurden recherchiert:

Mittlerer Niederschlag: 550 bis 600 mm/a Jahresreihe.1951/80)

(Anlage 4: N-Verteilung 1993-2002; Anlage 5: Jahresmittel der Niederschläge der Station Weißwasser 1960-2002)

Potenzielle Verdunstung/ v_r : s.u.

Mittlere Temperatur: 8,5°C

Das Klima des Untersuchungsgebiets ist mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von etwa 8,5 °C und einer mittleren Jahresniederschlagssumme von ca. 550 - 600 mm dem östlichen Einflussgebiet des Binnenlandklimas zuzurechnen. Dies zeigt sich auch in den jährlichen Temperaturschwankungen von durchschnittlich 19 °C zwischen den recht kalten Wintern (-1°C) und den warmen Sommermonaten (18 °C) (MANNSFELD & RICHTER 1995). In tiefer gelegenen Bereichen wie dem Alten Schleifer Teichgebiet treten aufgrund des borealen Einflusses öfter Spätfröste auf.

Der Niederschlag stellt in gemäßigten Klimazonen den entscheidenden Faktor der Wasserhaushaltsgleichung dar. Er ist sowohl im Verlauf eines Jahres, als auch bei der Betrachtung über größere Zeiträume erheblichen Schwankungen unterworfen. Deshalb ist es notwendig, für die Niederschlagshöhe einen Mittelwert einer möglichst langen Beobachtungsreihe einzusetzen.

Die reelle Evapotranspiration v_r errechnet sich nach der Formel von TURC (Zit. in HÖLTING, 1996) wie folgt:

$$v_r = Et_{reell} = N/[0,9 + (N/J_t)^2]^{0,5} \text{ [mm/a]}$$

$$\text{mit } J_t = 300 + 25 \cdot t + 0,05 \cdot t^3$$

$$t = \text{Jahresmittel der Temperatur [°C]}$$

Nach Einsetzen der o. g. hydrologischen Daten ergibt sich bei einem angesetzten mittleren Jahresniederschlag von 550 mm/a für die reelle Gebietsverdunstung V_r ein Wert von ca. 400 mm/a.

Die seitens des Stufa Bautzen übergebenen LfUG-Daten zur Grundwasserneubildung im Betrachtungsraum von 700 mm/a sind fachlich weder plausibel noch konnte deren fachlicher Bezug eindeutig rekapituliert werden. Aus diesem Grunde wurde diese Information nicht berücksichtigt und die Grundwasserneubildung gebietsspezifisch neu ermittelt (Kap. 7.2.1.2.2.).

7 Gebietswasserhaushalt

7.1 Der natürliche Wasserhaushalt

Die wesentliche Inputgröße für den Wasserhaushalt eines Gebietes stellt der Niederschlag dar. Über Vegetation, Oberflächengewässer und die bzgl. Nutzung und Typ verschiedenen Böden verdunstet der größte Teil des Niederschlages. Auf der anderen Seite bilden der Direktabfluß in die Vorfluter sowie die Versickerung ins Grundwasser (Grundwasserneubildung) weitere wesentliche Wasserhaushaltskomponenten, die über den Niederschlagsinput gespeist werden.

7.2 Hydrologische Modellierung

Die Erstellung einer mittleren Wasserbilanz für das Gebiet erfordert zunächst generell, daß alle relevanten Zu- und Abflüsse des Grund- und Oberflächenwassers quantifiziert werden, um eine Bilanzierung mit den Klimadaten (Niederschlag, Verdunstung) zu ermöglichen.

Sowohl für die Ermittlung des Gebietswasserhaushaltes als auch für die darauf aufbauende Modellierung möglicher Szenarien eines „Hydrologisches Managements“ zum Erhalt bzw. für die Verbesserung der ausgewiesenen LRT wurde das Modell FEFLOW eingesetzt: Die Modellierung wurde in Zusammenarbeit mit G.E.O.S. Freiberg als langjährigen Erfahrungsträger im Bereich der Hydrogeologischen Erkundung und Modellierung insbesondere in tagebaubeeinflussten Gebieten der Niederlausitz durchgeführt.

Die Modellierung des hydrologischen Status quo sowie möglicher Szenarien des künftigen hydrologischen Managements basiert auf folgende Grundlagen:

- der Stichtagsmessung der Grund- und Oberflächengewässer und die damit verbundene vermessungstechnische Aufnahme aller Messpunkte im Arbeitsgebiet,
- den ökologischen Anforderungen an optimale Grundwasserflurabstände zwischen 0,1 und 0,4 m für die LRT der Glockenheide, der Pfeifengrasvorkommen und des Birkenmoorwaldes, die sich aus den besonders sensiblen Standortbedingungen dieser Vorkommen im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes ergeben,
- das geologische Strukturmodell für den obersten Bereich bis ca. 20 m u. GOK (VATTENFALL EUROPE MINING Oktober 2003).

7.2.1 Mathematische Simulation von Grundwasserflurabständen

7.2.1.1 Zielstellung und Erläuterung des verwendeten Programmsystems

Mit einer geeigneten prognostischen Berechnung sollte überprüft werden, ob die Anhebung von Wasserständen in den Entwässerungsgräben zu einer wünschenswerten Verringerung von Grundwasserflurabständen in ausgewählten Habitaten führen kann. Es war gleichfalls von Interesse, die Auswirkungen der Grundwasserstandsänderungen außerhalb dieser Habitate vor allem auf landwirtschaftlich genutzte Flächen zu überprüfen.

Die Berechnung der Grundwasserflurabstände vollzieht sich generell in zwei Schritten: Zunächst wird das stationäre (= zeitunabhängige) Grundwasserströmungsfeld für vorgegebene Grabenwasserstände berechnet. Dazu wird ein numerisches Grundwasserströmungsmodell auf der Basis des Programms FEFLOW genutzt.

Das Resultat der Grundwassersimulation sind Grundwasserstände und Wasserbilanzen. Die Grundwasserstände können als ein digitales Höhenmodell der Grundwasseroberfläche behandelt werden. Unter Verwendung des digitalen Höhenmodells der Geländeoberfläche aus den ATKIS-Daten des Landesvermessungsamtes wird in einem zweiten Bearbeitungsschritt programmintern die Flurabstände wie folgt berechnet:

$$\Delta h = h(\text{Gelände}) - h(\text{Grundwasser}).$$

Negative Δh -Werte weisen sofort auf einen Grundwasserstand oberhalb der Geländeoberfläche und somit auf eine Vernässung hin.

Für die Grundwassersimulation wurde das Programm FEFLOW (DIERSCH 2003) in der Version 5.0 eingesetzt. Es handelt sich hierbei um ein 3-D Modell, daß nach dem Finite-Elemente-Verfahren arbeitet. Es können sowohl horizontalebene, als auch vertikale oder axialsymmetrische Probleme untersucht werden, wobei auch die Fluidichten (z. B. Salzwasser-/Süßwasservermischung) und der Transport von Kontaminanten berücksichtigt werden können.

Die geohydraulischen Randbedingungen sowie alle Feldparameter können bei instationären Berechnungen als zeitabhängige Größen formuliert werden.

Die Ortsdiskretisierung kann wahlfrei in einem Rechteck- oder Dreiecksnetz vorgenommen werden. Dabei bietet das Dreiecksnetz bessere Möglichkeiten der Anpassung des Modells an die realen Verhältnisse und wird deshalb auch hier eingesetzt. In beiden Fällen unterstützt ein automatischer Netzgenerator die Ortsdiskretisierung.

Bevor ein numerisches Grundwasserströmungsmodell für Prognosen und andere Berechnungen verwendbar ist, muss es an bekannten Systemzuständen kalibriert werden. In der Regel sind die gemessenen Grundwasserspiegel die Kalibrierungsgrößen. Bei dem zeitaufwändigen Arbeitsschritt der Modellkalibrierung werden iterativ Modellparameter in hydrogeologisch sinnvollen Größenordnungen solange variiert, bis die gemessenen Wasserstände in möglichst hoher Genauigkeit durch das Modell reproduziert werden können. Ein wichtiger Effekt der Modellkalibrierung ist das Gewinnen eines Systemverständnisses für das Bearbeitungsgebiet und die Überprüfung des Modellansatzes auf formale und hydrogeologisch-fachliche Konsistenz (Lagerungsverhältnisse, Wasserhaushaltsgrößen usw.). Für diesen Arbeitsschritt steht im FEFLOW-Programm ein Parameterschätzmodul zur Verfügung.

Das Prä- und Postprocessing ist durch Datenschnittstellen zum GIS ArcView und zu anderen Systemen wie AutoCAD gekennzeichnet, wodurch sowohl Datenvorbereitung als auch die Visualisierung der Berechnungsergebnisse mit beliebigen kartographischen Hintergrunddarstellungen möglich sind.

7.2.1.2 Modellaufbau

7.2.1.2.1 Hydrogeologisches Struktur- und Parametermodell

Das Grundwassermodell wird in seiner vertikalen Erstreckung nach oben durch die Geländeoberfläche unter Vernachlässigung gegebenenfalls vorhandener lokaler Auenlehmablagerungen begrenzt.

Die Oberkanten der Flaschentonhorizonte 1 bis 3 bilden die Modellbasis. Wird nun eine gemeinsame Oberkante unter Verwendung der Aufschlüsse aller drei Flaschentonhorizonte konstruiert, so zeigt sich eine fast „treppenförmige“ Kontur der Grundwasserleiterbasis (s. Abbildung 10 und Abbildung 11).

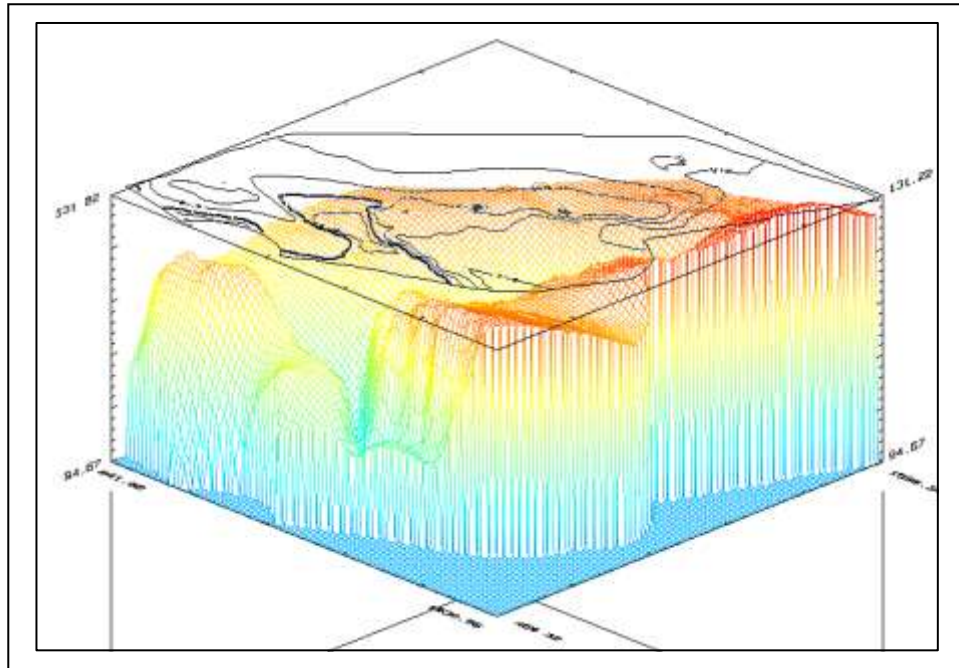


Abbildung 10: 3D-Darstellung der Flaschentonoberkante, Blick von SW

Wie in Kap. 7.2.1.2.3 noch zu zeigen ist, besitzt diese Struktur eine große Bedeutung für die oberflächennahe Grundwasserdynamik.

Umfangreiche k_f -Wertbestände liegen für den Modellgrundwasserleiter nicht vor (nur indirekt über Pumpversuche an GWMST AST 1 und 2), so dass für das Startmodell zunächst einheitlich

$$k_f = \text{const.} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

angesetzt wird. Während der Kalibrierung sind die Konstanten dann bereichsweise durch angepasste k_f -Werte zu ersetzen.

Speicherkoeffizienten werden für das Modell nicht benötigt, da aufgrund der nicht verfügbaren zeitabhängigen Inputparameter (z.B. Langzeitreihen der Wasserstandsmessungen) eine stationäre Simulation ausgeführt wurde.

Abbildung 11: Oberkante Flaschentone als Modellbasis

Die Fließgewässer sind über einen hydraulischen Widerstand an den Grundwasserleiter angekoppelt, dessen Größe durch den Kolmationskoeffizienten beschrieben wird.

Dieser wird in FEFLOW als Transferparameter bezeichnet und für Exfiltration (OUT-Transfer) und Infiltration (IN-Transfer) getrennt vorgegeben.

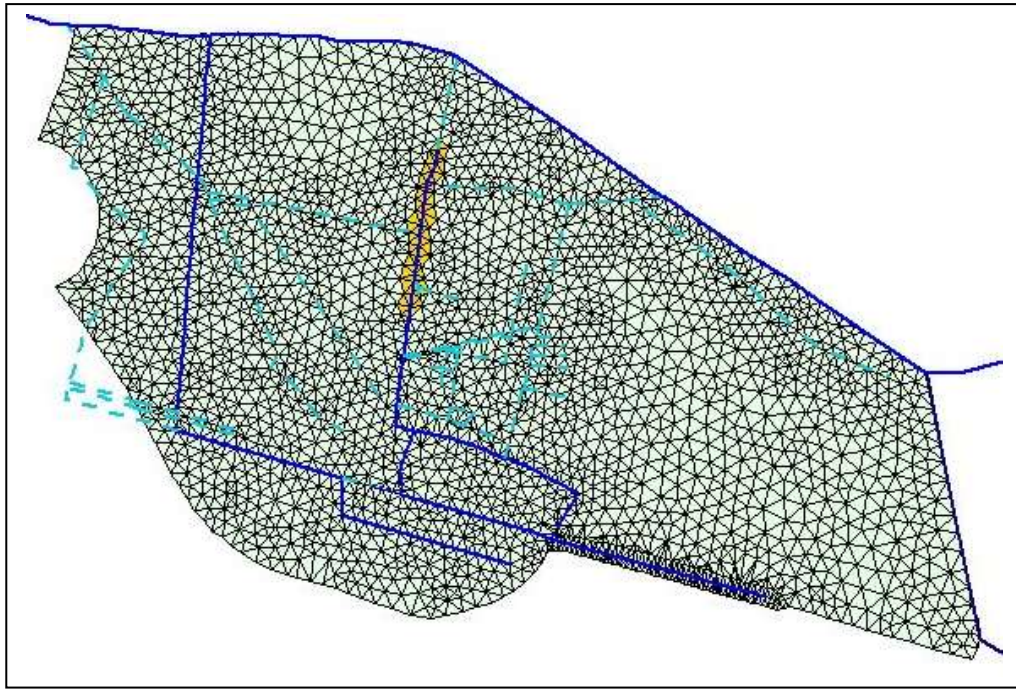


Abbildung 12: Modellgebiet und Verteilung des Parameters für IN-Transfer

Folgende Werte wurden verwendet:

OUT-Transfer: $\Phi = \text{const} = \frac{k_v}{d} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}}{1 \text{ m}} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} = 4,32 \text{ d}^{-1}$

IN-Transfer (global): $\Phi = \frac{k_v}{d} = \frac{6,7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}}{1 \text{ m}} = 6,7 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} = 0,0578 \text{ d}^{-1}$

IN-Transfer (lokal): $\Phi = \frac{k_v}{d} = \frac{2,14 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}}{1 \text{ m}} = 2,14 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1} = 0,18482 \text{ d}^{-1}$

Die lokale Änderung des IN-Transfers war ein Ergebnis der Modellkalibrierung. Das entsprechende Gebiet ist in Abbildung 12 farbig hervorgehoben worden.

7.2.1.2.2 Grundwasserneubildung

Die Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate aus der allgemeinen *Wasserhaushaltsgleichung* lautet:

$$A_u = GW_N = N - V_r - A_o$$

mit

A_u = unterirdischer Abfluß [mm/a]

GW_N = Grundwasserneubildungsrate [mm/a]

N = mittlerer Jahresniederschlag [mm/a]

V_r = reelle Gebietsverdunstung [mm/a]

A_o = oberirdischer Abfluß [mm/a]

Speicheränderungen im Aquifer bleiben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt, da diese sich langfristig ausgleichen.

Der Niederschlag stellt in gemäßigten Klimazonen den entscheidenden Faktor der Wasserhaushaltsgleichung dar. Er ist sowohl im Verlauf eines Jahres, als auch bei der Betrachtung über größere Zeiträume erheblichen Schwankungen unterworfen.

Diese flächenbezogene Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate erfolgte in Anlehnung an das Verfahren von BAGROV/GLUGLA (BAMBERG, BUSSE, 1980) und basiert demzufolge auf der Standorts- bzw. Bodenkarte, auf der dominierenden aktuellen Flächen-/ Landnutzung im Arbeitsgebiet sowie den für das Gesamtgebiet typischen mittleren Werten für die potenzielle Verdunstung und Niederschlag.

Diese Grundwasserneubildungsberechnung wird für sog. Hydrotöpfe durchgeführt, die sich voneinander durch Bewuchs, Hauptbodenart, Nutzungsart und Flurabstand unterscheiden lassen. Das Ergebnis zeigt Abbildung 15. Die Grundwasserneubildungsraten gehören zum Parametermodell und werden den finiten Elementeflächen (nicht den Knotenpunkten) zugeordnet.

Die im südlichen oberirdischen Einzugsgebiet außerhalb der Modellfläche neugebildeten Grundwässer werden als Randzufluss in das Modell hinein berücksichtigt. Sie stellen eine sog. Flussrandbedingung (Randbedingung 2. Art) dar und werden in Kap.7.2.1.2.4 erläutert.

Das gilt jedoch nur für den südwestlichen Randbereich des Modells. Im Südosten (s. Abbildung 15) ist ein Zufluss über den Modellrand nicht möglich, da hier die Flaschentonoberkante bis an die Geländeoberfläche reicht und somit kein vergleichbarer „Grundwasserleiter“ vorhanden ist.

Dieser südliche Zufluss in das Bearbeitungsgebiet, der im mathematischen Modell formal als Randbedingung 2. Art behandelt wird, speist in der Realität die Gräben des Arbeitsgebietes, aus denen wiederum eine Versickerung in den Grundwasserleiter erfolgt.

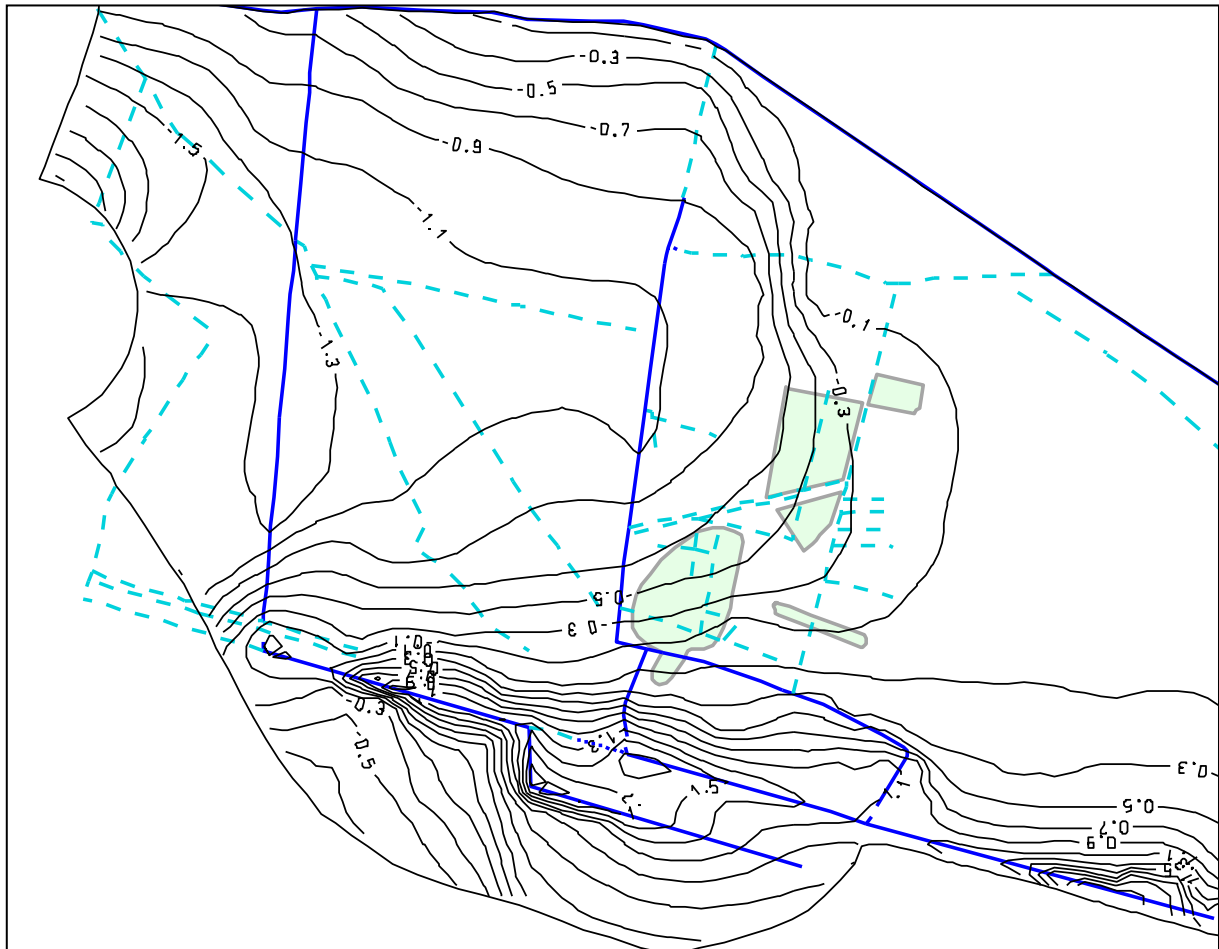


Abbildung 13 Grundwasserdifferenzen bei maximaler Annäherung des Tagebaus Nochten und Trockenfallen der Gräben

Zukünftig grenzt der Tagebau Nochten in seiner maximalen Annäherung an die Straße Trebendorf – Rohne. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass der Grundwasserneubildungsanteil, der jetzt als Randzufluss wirksam ist, den Randriegelbrunnen zufließt.

Darüber hinaus erlaubt es die Kontur der Oberkante des 1. Flaschentons (VATTENFALL EUROPE 2003) zumindest im Bereich der Messstelle AST 2/03 und nördlich davon (Abbildung 11), dass Grundwässer aus Teilen des Bearbeitungsgebietes ebenfalls den Brunnen der Tagebauwasserhaltung zufließen könnten.

Der Extremfall wird folglich durch ein weitgehendes Trockenfallen der Gräben und fehlenden südlichen Grundwasserneubildungszufluss beschrieben. Das Berechnungsergebnis eines solchen Szenarios zeigt Abbildung 13. Im Bereich der Habitate würde der Grundwasserspiegel im Mittel um rd. 0,5 m sinken.

Dagegen sind die Auswirkungen der direkten Grundwasserabsenkungen auf das Bearbeitungsgebiet als (verbal) relativ gering einzuschätzen, da der 1. Flaschentonhorizont ein wirksamer Stauhorizont zum Hangenden ist und die tagesbaubedingte Absenkung im Liegenden der Flaschentonhorizonte erfolgt.

Abbildung 14 Flächennutzung

7.2.1.2.3 Grundwasserdynamik

Am 15. September 2003 wurde im Bearbeitungsgebiet eine Stichtagsmessung durchgeführt (Wehre offen). Sie erfolgte an vier Grundwassermessstellen sowie an temporären Messpunkten der Gräben.

Da aufgrund der oben beschriebenen hydrologischen Gebietscharakteristik (Kommunikation Grund- und Oberflächenwasser im südlichen Gebiet am Rand der Trebendorfer Hochfläche durch austretende Quellschichten) unterstellt werden kann, dass die Gräben vollständig in die Grundwasserdynamik eingebunden sind, können deren Messwerte zur Konstruktion eines Grundwasserisohypsenplanes verwendet werden. Im folgenden Kapitel 7.2.1.2.4 werden auf der Basis dieses Isohypsenplanes die Modellgrenzen festgelegt.

Die Hydrodynamik im Untersuchungsgebiet (s. Abbildung 16) wird maßgeblich durch die Kontur der Grundwasserleiterbasis geprägt.

Wie ein Vergleich mit Abbildung 11 verdeutlicht, fließt das Grundwasser kaskadenförmig von dem ersten über den zweiten in den dritten Flaschentonhorizont ab und entlastet schließlich in die Struga. Ein zweites wichtiges hydrodynamisches Element ist die durch den Isohypsenverlauf im Osten markierte Depression. Hier entlasten alle Grundwässer, die nicht der Struga zufließen, zum dritten Flaschentonhorizont. Auch dieses Gebiet ist durch die terrassenartige Anordnung des zweiten und dritten Flaschentons geprägt (s. Abbildung 11).

7.2.1.2.4 Modellnetz mit äußeren und inneren Randbedingungen

Der Grundwasserisohypsenverlauf und die Struga determinieren die geohydraulischen Grenzen des mathematischen Modells (s. Abbildung 16). Folgende äußere Randbedingungen werden auf ihnen festgelegt:

Norden:	Struga als Randbedingung 3. Art
Nordwesten:	Randstromlinie; Randbedingung 2. Art mit $Q = 0$
Westen:	Festpotential $h = 123,5$ m HN als Randbedingung 1. Art
Südwesten:	Randbedingung 2. Art mit $Q = 264,5$ m ³ /d (Grundwasserneubildung fließt in das Modellgebiet ein)
Südosten:	Randbedingung 2. Art mit $Q = 0$ (Wegen Tonhochlage kann keine Grundwasserneubildung in das Modellgebiet fließen)
Osten:	Randbedingung 3. Art.

Zwischen diesen Grenzen wird das unregelmäßige finite Elementenetz konstruiert. Es besteht aus 5044 Elementen, 2637 Netzknoten und umspannt eine Modellfläche von 1,2 km² (Abbildung 17).

Innere Randbedingungen 3. Art sind alle wassererfüllten Gräben. Zwischen den an den Punkten „MP“ gemessenen Grabenwasserständen (s. Abbildung 16) werden die Wasserstände mit Feflow-internen Routinen auf die Netzknoten des Finite-Elementenetzes interpoliert.

Für Interpolationspunkte an den Modellgrenzen, für die keine Messwerte vorhanden sind, werden die Daten durch Extra- bzw. Interpolation der MP-Werte gewonnen, nachdem zunächst ein für alle Interpolationen zu verwendendes Gefälle berechnet wurde:

- **Gefälle zwischen MP 6 und MP 9**

Abstand zwischen den Messpunkten: $s_{MP6_MP9} = 452 \text{ m}$

$$i = \frac{h_{MP9} - h_{MP6}}{s_{MP6_MP9}} = \frac{124,86 \text{ m NN} - 124,63 \text{ m NN}}{452 \text{ m}} = 5,09 \cdot 10^{-4}$$

Wasserstand am Westrand

$$\text{Struga_West_2} = h_{MP6} - i \cdot L_{MP6 - \text{Westrand}} = 124,63 \text{ m NN} - 5,09 \cdot 10^{-4} \cdot 242 \text{ m} = 124,51 \text{ m NN}$$

Wasserstand am Ostrand

$$\text{Struga_Ost} = 125,65 \text{ m NN}$$

Festgelegt nach extrapolierten Niveau der Gewässersohle (125,45 m NN) und 20 cm Füllstand.

Struga_SO_1 = 128,7 m NN

Festgelegt nach extrapolierte Sohlhöhe (128 m NN)

Wasserstand am Südrand

Süd = 128,5 m NN, extrapoliert vom Punkt MP 3.

Abbildung 15: Hydrotupe für die Grundwasserneubildungsberechnung

Abbildung 16: Grundwasserisohypsen der Stichtagsmessung vom 15.9.2003

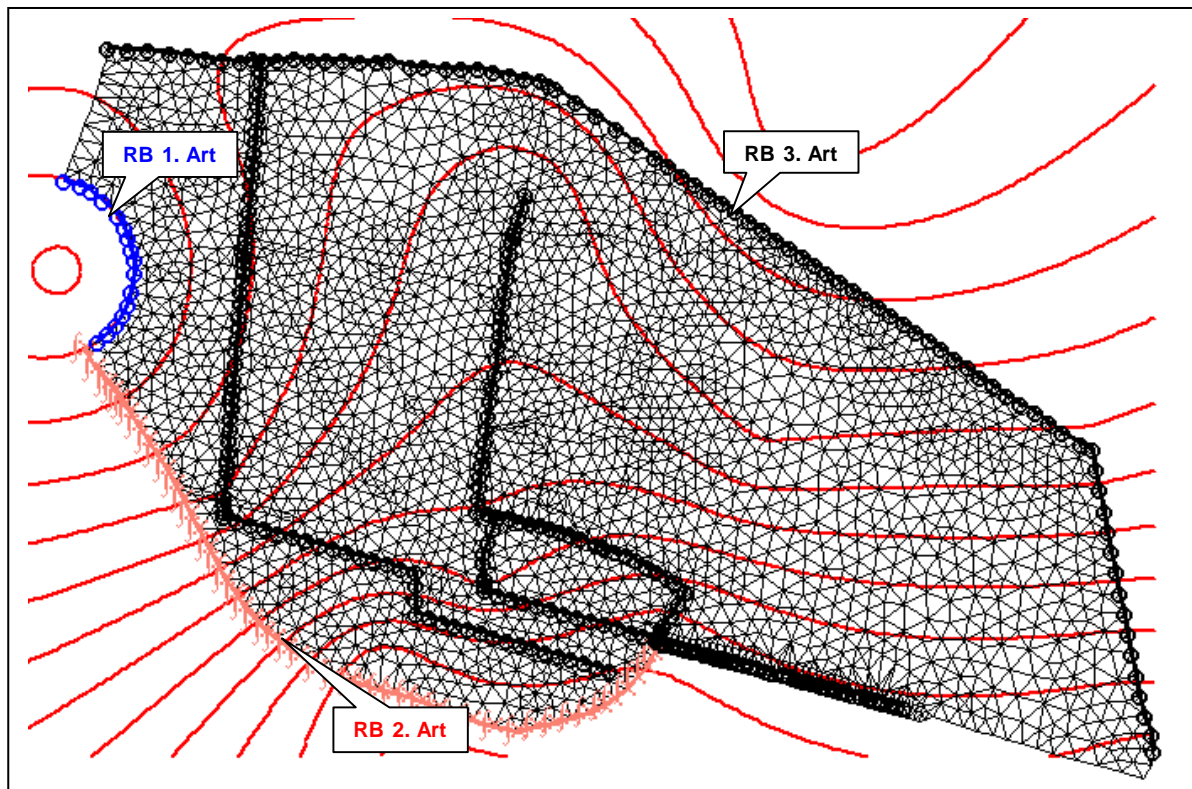


Abbildung 17: Modellnetz mit geohydraulischen Randbedingungen und Grundwasserisohypsen

7.2.1.2.5 Modellkalibrierung

Mit der Modellkalibrierung wird das Ziel verfolgt, durch eine hydrogeologisch sinnvolle Variation einiger Modellparameter das mathematische Modell so anzupassen, dass die aufgemessenen Grundwasserstände bzw. die daraus abgeleitete Hydroisohypsenkonstruktion mit dem Modell in hinreichender Genauigkeit reproduziert werden kann. Des weiteren ist das stationäre Modell so einzustellen, dass der Wasserbilanzfehler $\Delta Q \approx 0$ ist.

Die Modellkalibrierung wird im vorliegenden Modell hauptsächlich durch eine Anpassung der k_f -Werte unter Verwendung des interaktiv nutzbaren Programms PEST in mehreren Rechnerläufen durchgeführt. Die Änderung der k_f -Werte erfolgt dabei nur in einem Wertebereich von

$$1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} \leq k_f \leq 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}.$$

Zusätzlich erwies sich die Korrektur der Transferparameter auf die ab Seite 34 genannten Werte als notwendig.

Die beste Modellanpassung wurde mit der in Abbildung 18 dargestellten Kennwertverteilung erreicht. In Abbildung 19 sind die Grundwasserisohypsen des kalibrierten mathematischen Modells und der Konstruktion nach Messwerten einander gegenübergestellt. Die berechneten Grundwasserisohypsen reflektieren die hydrodynamische Situation mit zwei Ausnahmen zufriedenstellend, die in Abbildung 19 als nicht kalibrierbare Bereiche mit einer Signatur gekennzeichnet sind. Folgende Erklärung ist dafür möglich:

Nordbereich

Es werden 0,5 m bis max. 1 m zu hohe Grundwasserstände berechnet. Über eine k_f -Wertvariation in sinnvollen Größenordnungen ist keine Modellanpassung herbeizuführen. Ursachen für die hohen Wertedifferenzen sind nichtkonsistente Höhenangaben der Grundwasserleiterbasis in diesem Gebiet und/oder fehlende Grundwassermessstellen mit exakten Wasserstandswerten. Eine Absenkung der Sohlhöhen würde automatisch zu einer Vergrößerung der Transmissivitäten und damit zu fallenden Was-

serständen führen. Wegen fehlender Aufschlüsse kann eine solche Korrektur jedoch nicht angebracht werden.

Südbereich

Hier liegt die Oberkante des 1. Flaschentonhorizontes unmittelbar unter der Geländeoberfläche. Dadurch steht keine Grundwasserleiter für eine Fließbewegung zur Verfügung. Im Strömungsmodell fallen in diesem Areal die Wasserstände unter die Modellsohle oder werden programmintern auf der zu hoch liegenden Sohle als Festpotential fixiert. Durch letztere Manipulation werden Grundwassergradienten erzeugt, die zu bedeutenden Volumenströmen führen, welche in der Realität nicht vorkommen und die sich folglich als Bilanzfehler im Modell niederschlagen. Eine Korrektur ist ohne eine Revision des Kenntnisstandes zum 1. Flaschentonhorizont nicht möglich.

Für Modellprognosen in den interessierenden Biotopen sind beide Problemgebiete nicht von vorrangiger Bedeutung, so dass das Strömungsmodell als verwendbar angesehen wird.

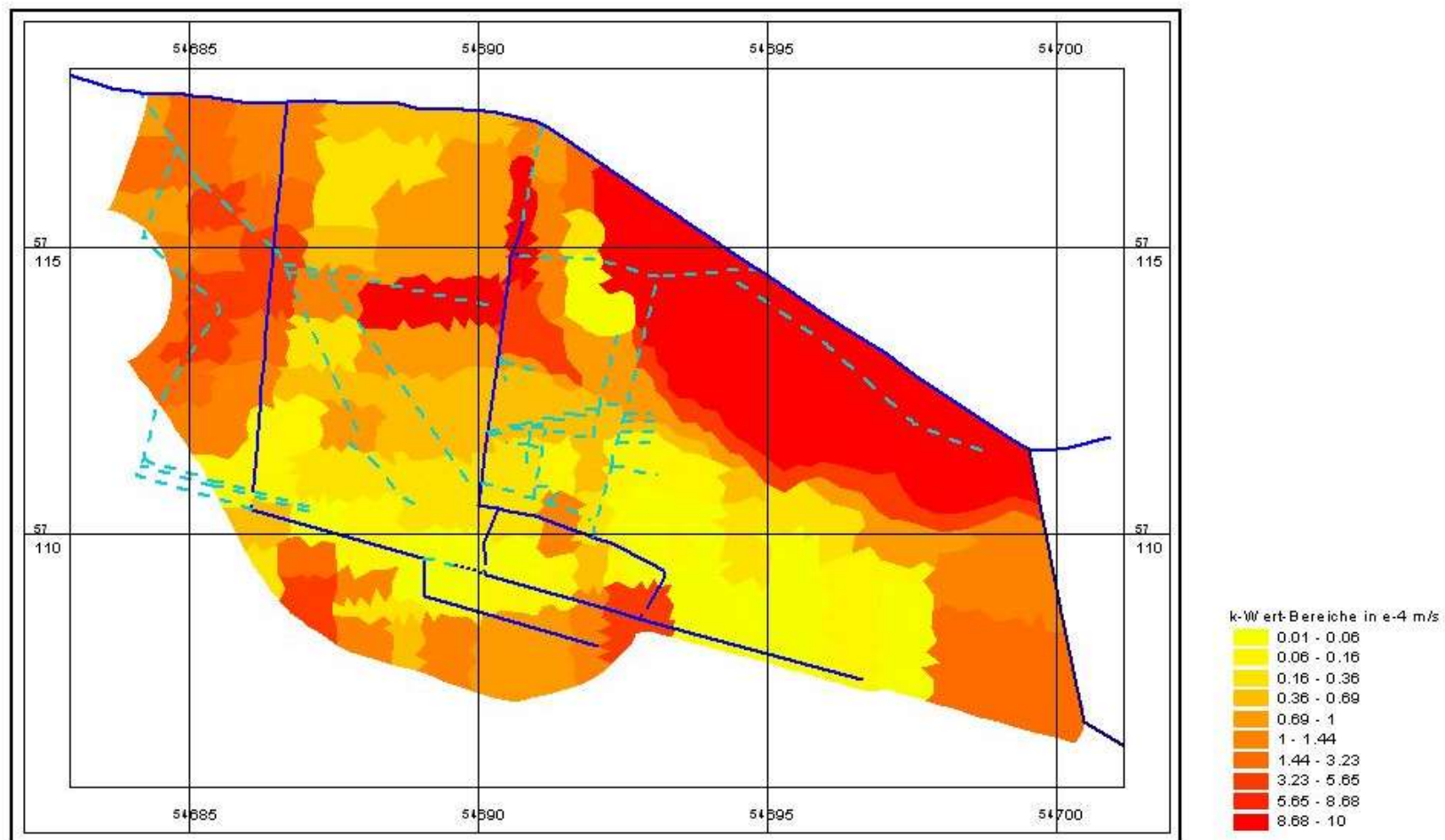


Abbildung 18: k_T -Wertverteilung im Ergebnis der Modellanpassung

Abbildung 19: Grundwasserisohypsen nach Modellkalibrierung

Tabelle 7 Wasserbilanz des kalibrierten Modells „schleife_1.fem“ mit Festpotentialen im südlichen Problembereich

Zufluss aus Grundwasserneubildung im Modellgebiet	711,5454 m³/d
Zufluss aus Grundwasserneubildung über Südrand (RB 2. Art)	253,1423 m³/d
Zuflüsse aus den Gräben in das Modell (RB 3. Art)	422,5902 m³/d
Abflüsse aus dem Modell in die Gräben (RB 3. Art)	-693,7136 m³/d
Abflüsse aus dem Modell im Westen (RB 1. Art)	-693,3763 m³/d
Absoluter Modellfehler	0,18 m³/d

Wird der absolute Modellfehler z. B. allen Zuflüssen gegenübergestellt, so erhält man den relativen Modellfehler:

$$\Delta Q_{\text{rel}} = \frac{0,18}{711,5454 + 253,1423 + 422,5902} \cdot 100 = 0,013\% \approx 0,01\%$$

Im Ergebnis der Kalibrierung wurde ein Bilanzfehler von nahezu Null erreicht und die Grundwasserisohypsen können hinreichend genau reproduziert werden.

Hinzuweisen ist lediglich auf die Zuflüsse aus der Grundwasserneubildung über den Südrand. Der Modellansatz betrug 264,5 m³/d, in der Bilanz erscheinen jedoch nur 253,1423 m³/d. Die Differenz sind modellinterne Abflüsse, welche offensichtlich aus Problemen im südlichen Modellbereich resultieren (Gebiet der Flaschentonhochlagen?). Für praktische Belange ist der Fehler zu vernachlässigen.

Mit dem erreichten Kalibrierungsergebnis ist das Strömungsmodell für Prognoserechnungen in den Biotopen geeignet. In den außerhalb dieser Interessengebiete liegenden nördlichen und südlichen nichtkalibrierbaren Bereichen sind die Modellergebnisse nicht verwendbar.

7.2.1.3 Berechnung von Grundwasserflurabständen

7.2.1.3.1 Darstellung der Methodik und des Referenzzustandes

Die Berechnung von Grundwasserflurabständen reduziert sich auf die Subtraktion zweier digitaler Höhenmodelle, demjenigen der Geländeoberfläche (aus ATKIS-Daten) und der Grundwasseroberfläche. Beide Höhenwerte werden den Knoten des finiten Elementenetzes (s. Abbildung 17) zugeordnet.

Dies geschieht für die ATKIS-Daten durch Interpolation der Höhenwerte auf die Netzknoten. Die Wasserstände an den Netzknoten dagegen sind direktes Simulationsergebnis. Dargestellt werden die Grundwasserflurabstände für jede Szenariosimulation in Isolinenform. Zusätzlich sind in den folgenden Kartendarstellungen Prognosepunkte (fiktive Grundwassermessstellen) in den Biotopen angeordnet worden. Für diese Punkte werden die Flurabstände als Zahlenwert in m angegeben.

Der Referenzzustand (= unbeeinflusster Bezugszustand) wurde mit dem Modell „schleife_1.fem“ im Ergebnis der Modellkalibrierung errechnet. Er ist durch gezogene Wehre und die Grabenwasserstände vom 15.09.2003 gekennzeichnet (s. Abbildung 22).

7.2.1.3.2 Variante 1 (Modell schleife_2.fem)

Ziel der Simulation war ein Grundwasserflurabstand von ca. 0,4 m in den Biotopen der LRT „Glockenheide“ und „Birkenmoorwald“. Dieser sollte durch einen maximalen Aufstau des Hauptgrabens bis zum fiktiven Wehr 11 oberhalb MP 11 (s. Abbildung 23) erreicht werden.

Es zeigte sich jedoch, dass die Aufstaumöglichkeiten durch die Geländehöhe am Punkt MP 11 (127,1 m HN) limitiert wurden, so dass an dem im Abstrom gelegenen fiktiven Wehr keine größeren Grabenwasserstände möglich waren.

Dadurch konnten im Bereich der Prognosepunkte 1, 2, 3, und 7 (Birkenmoorwald) die gewünschten Flurabstände nachgewiesen werden, im Norden an den Punkten 4 und 5 (Glockenheide und Pfeifengraswiese) waren sie jedoch größer als 1 m.

Das gesetzte Ziel ist folglich nicht in vollem Umfang realisierbar. Hinzu kommt als unerwünschte Folge der erhöhten Grabenwasserstände eine Vernässung der Wiesengebiete östlich des Punktes MP 11. Bereits im Referenzzustand herrschten hier geringe Flurabstände von < 0,1 m (s. Anlage 1, Bohrstocksondierung AST 13).

Unter dem Aspekt der Wasserbilanz ist eine Spiegelerhöhung im Graben möglich, das Wasser für eine Überleitung aus dem südlichen Graben steht zur Verfügung, wie die in Abbildung 23 angegebene Wasserbilanz zeigt (gilt ebenso für Variante 2).

7.2.1.3.3 Variante 2 (Modell schleife_3.fem)

Durch eine Regulierung des Grabens am Punkt MP 11 sollte eine nordöstliche Fließrichtung in dem gegenwärtig trockenen Graben bewirkt werden, um auf diese Weise eine Verringerung der Flurabstände im Norden an Punkt 4 und 5 (Glockenheide und Pfeifengraswiese) zu erreichen (s. Abbildung 25).

Der Grabenwasserstand darf dabei am fiktiven Wehr 2, östlich des Punktes MP 4, maximal 126,7 m HN betragen. Höhere Wasserstände führen zu einer Überflutung des Umfeldes. Um ein Gefälle im Graben aufrecht zu erhalten, sind deshalb am Punkt MP 11 max. Wasserstände von 126,8 m HN möglich. Gegenüber der Variante 1 liegt der Grabenwasserstand nun 0,3 m tiefer. Dadurch vergrößern sich die Flurabstände. Sie betragen im Bereich des Birkenmoorwaldes jedoch immer noch 0,2 – 0,7 m und liegen damit innerhalb des für diesen LRT erforderlichen Bereiches.

Auf die Grundwasserflurabstände im Gebiet der Glockenheide und der Pfeifengraswiese hat die Grabenverlegung keine nennenswerte Auswirkung, sie liegen nach wie vor unterhalb 1 m. Die Vernässungen im Wiesengelände östlich MP 11 treten nicht mehr auf, hier werden die gleichen Flurabstände wie im Referenzzustand (0,1 m) berechnet.

7.2.1.4 Zusammenfassende Bewertung

Die Prognoserechnungen mit dem mathematischen Grundwasserströmungsmodell ergaben, dass eine Reduzierung des Grundwasserflurabstandes auf Werte von 0,2 bis 0,7 m im Bereich des Birkenmoorwaldes durch eine gezielte Regulierung des Grabenwasserstandes erreicht werden kann.

Mit einem gut kontrollierten Wasserstandsmanagement erscheint es darüber hinaus möglich, ein Vernässen der Wiese westlich des MP 11 zu verhindern. Bereits gegenwärtig existieren hier flurnahe Grundwasserstände ($\leq 0,1$ m).

Für die Pfeifengraswiese und Glockenheide werden im Ergebnis der Berechnungen keine Möglichkeiten gesehen, durch eine verstärkte Grabeninfiltration die gegenwärtigen Grundwasserstände wesentlich zu erhöhen. Eine Vergrößerung der Infiltrationsrate aus den Gräben in den Grundwasserleiter ist aufgrund der Geländehöhen ohne Überschwemmungen nicht durchführbar. Darüber hinaus bewirken offensichtlich die hydrogeologischen Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiet, dass grundsätzlich keine Grundwasserflurabstände im dm-Bereich erreichbar sind.

Wie Abbildung 21 veranschaulicht, befinden sich diese Flächen im Verbreitungsgebiet des 3. Flaschentonhorizontes, der hier auf einem Niveau von 111 bis 115 m HN liegt. Demgegenüber liegt der Birkenmoorwald oberhalb des flurnahen 1. Flaschentonhorizontes (Oberkante 119 bis 122 m HN) und des 2. Flaschentonhorizontes (Oberkante ≈ 115 m HN).

Im Gegensatz zu dem Areal des Birkenmoorwaldes werden die infiltrierenden Wässer in den größeren Grundwasserleitermächtigkeiten ohne nennenswerte Aufhöhung abgeleitet. Das wird auch an den verringerten Grundwassergradienten in Abbildung 21 deutlich.

Deren Ursache illustriert Abbildung 20. Hier ist die Differenz Grundwasseroberfläche – Aquiferbasis dargestellt, also die wassererfüllte Mächtigkeit. Im Gebiet der Pfeifengraswiese und Glockenheide befinden sich die größten Mächtigkeiten (erkennbar an der gelben Einfärbung). Dies könnte auch als Transmissivitätsmaximum interpretiert werden. Hohe Grundwasserstände sind in einem solchen Grundwasserleiterbereich nicht zu erwarten.

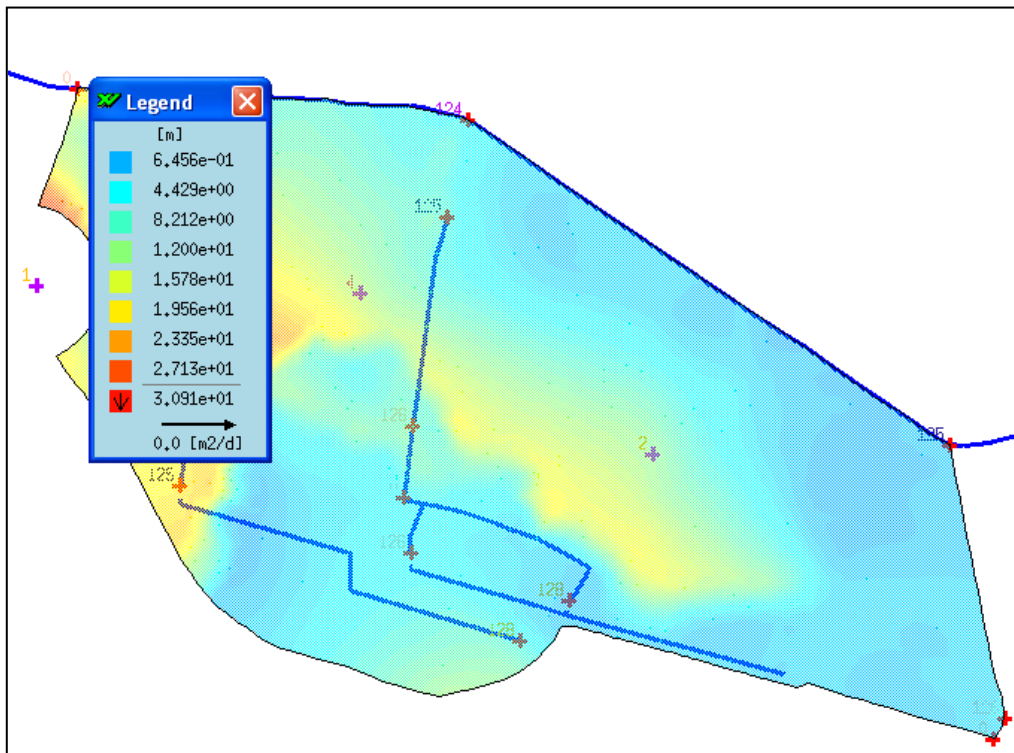


Abbildung 20: Monitorkopie der wassererfüllten Mächtigkeit

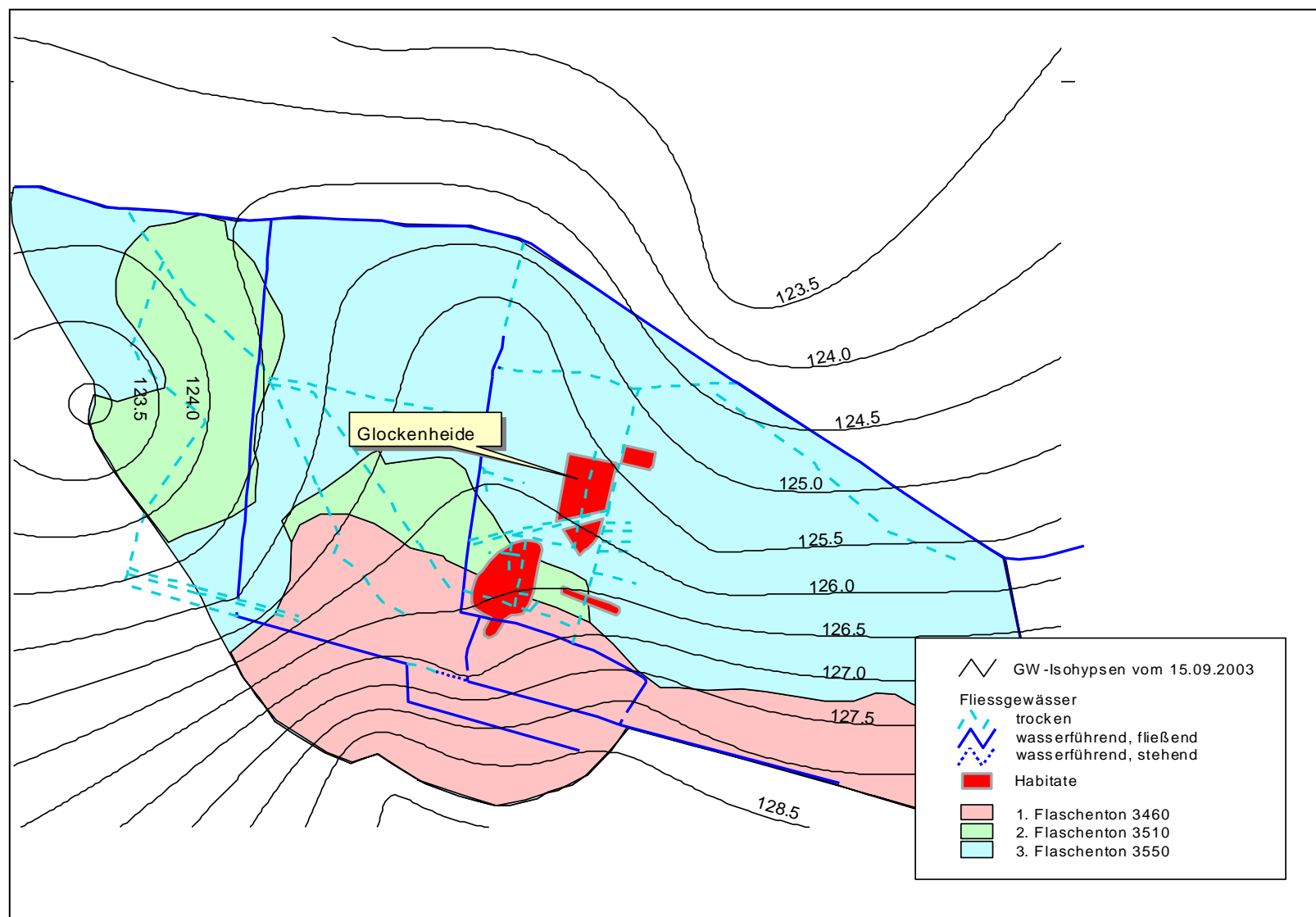


Abbildung 21: Grundwasserisohypsen und Flaschentonverbreitung

Abbildung 22: Grundwasserflurabstände des Referenzzustandes

Abbildung 23: Grundwasserflurabstände der Variante 1

Abbildung 24 Grundwasserdifferenzenplan zwischen Referenzzustand und Szenario der Variante 1

Abbildung 25: Grundwasserflurabstände der Variante 2

Abbildung 26: Grundwasserdifferenzenplan zwischen Referenzzustand und Szenario der Variante 2

7.3 Ableitung von Maßnahmen und Zielen

Die Ableitung hydrologisch relevanter Maßnahmen basiert auf der Erfassung des aktuellen Status quo der Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse im Gebiet (Stichtagsmessung 15.09.2003). Der Referenzzustand (= unbeeinflusster Bezugszustand) wurde mit dem FEFLOW-Modell „schleife_1.fem“ im Ergebnis der Modellkalibrierung errechnet. Er ist durch gezogene Wehre und die Grabenwasserstände vom 15.09.2003 gekennzeichnet (s. Abbildung 22 Abbildung 16). Der zugrunde gelegte stationäre Referenzzustand entspricht dem „worst-case“ des extrem trockenen Sommers 2003, der als Status quo mit den Gebietsaufnahmen erfasst wurde.

1. Aus diesem Referenzzustand wird folgende Grundcharakteristik der Grundwasserflurabstände im Bereich der LRT abgeleitet:
 - Die Grundwasserflurabstände (GWFA) im LRT des Birkenmoorwaldes liegen im südlichen Teil zwischen 0,7 bis 1,0 m und nehmen in Richtung des Langen Flügels nach Norden bis auf 0,5 m ab. Im Bereich der Glockenheide und des Pfeifengrasvorkommens liegen die GWFA dagegen zwischen 1,4 bis 1,6 m - also deutlich unter den für diese LRT optimalen Erhaltungsbedingungen von 0,4 bis 0,1 m.
 - Im westlich des Alten Dammes liegenden Gebietsteil treten flurnahe Grundwasserbereiche nur im unmittelbaren Süden innerhalb der bodengeologisch bestätigten Verbreitung der Morogleye auf (Abbildung 4) – mit GWFA bis nur 10 cm. Der zweite flurnahe Bereich liegt etwa zentral im Westteil des Gebietes im Bereich des Standortes der Grau-Weiden (Moor-Gebüsch) mit GWFA zwischen 0,5 bis 0,7 m.
 - In den übrigen Teilen des Untersuchungsgebiets herrschen flurnahe Grundwasserstände von 0,7 bis 1 m bzw. größer 1 m vor (s. Abbildung 22).
2. Für die Zielentwicklung der LRT sowie deren Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen wurde durch den AG als optimale Standortbedingung sowohl für den Birkenmoorwald als auch die nördlich gelegenen Standortvorkommen von Pfeifengras und Glockenheide ein Grundwasserflurabstand im langjährigen Mittel von 0,4 bis 0,1 m definiert. Die bestehenden Grabensysteme sollten dabei in künftige Maßnahmen einbezogen und eine Vernässung von Offenlandflächen vermieden werden.

Die Prognoserechnungen ergaben, dass eine Reduzierung des Grundwasserflurabstandes auf Werte von 0,2 bis 0,7 m im Bereich des Birkenmoorwaldes durch eine gezielte Regulierung des Grabenwasserstandes erreicht werden kann.

Mit einem gut kontrollierten Wasserstandsmanagement erscheint es darüber hinaus möglich, ein Vernässen der Wiese westlich des MP 11 zu verhindern (südwestlich des Alte Dammes). Bereits gegenwärtig existieren hier flurnahe Grundwasserstände ($\leq 0,1$ m, vgl. Bohrstocksondierung A13, Anlage 1).

Für die Pfeifengraswiese und Glockenheide im Ostteil des Gebietes werden im Ergebnis der Berechnungen demgegenüber keine Möglichkeiten gesehen, durch eine verstärkte Grabeninfiltration die gegenwärtigen Grundwasserstände wesentlich zu erhöhen. Eine Vergrößerung der Infiltrationsrate aus den Gräben in den Grundwasserleiter ist aufgrund der Geländehöhen ohne Überschwemmungen nicht durchführbar. Darüber hinaus bewirken offensichtlich die hydrogeologischen Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiet, dass grundsätzlich keine Grundwasserflurabstände im dm-Bereich erreichbar sind.

3. Folgende weitere Arbeitsschritte werden empfohlen:

- Die vorliegenden Ergebnisse sind i.S. einer „Entwurfsplanung“ durch eine anschließende „Ausführungsplanung“ im Rahmen des hydrologischen Monitorings fortzuschreiben, wobei die weitere Nutzung des Modells als projektbegleitendes Werkzeug die Präzisierung der Inputparameter erfordert, d.h.:
 - a. Quartalsweise Erfassung der Wasserstände (Grund- und Oberflächenwasser) sowie Mengenmessungen der Oberflächengewässer (Gräben inkl. der im südlichen Einzugsgebiet austretenden Quellhorizonte) über mehrere hydrologische Jahre (Langzeitreihen); Grundwasserpegelmessungen in Abstimmung mit VATTENFALL EUROPE Mining (Unterstützungsangebot 09/2003); räumlicher Bezug: Modellgebiet Altes Schleifer Teichgebiet (also inkl. der östlich zum Gebiet fließenden Struga).
 - Mit Vorlage der o.g. Langzeitreihen ist eine instationäre Eichung des Modells möglich, das die natürlichen Schwankungen im In- und Output des Wasserhaushaltes berücksichtigt kann.
 - b. Erfassung der hydrochemischen Beschaffenheit der Gewässer in Abstimmung mit VATTENFALL EUROPE MINING (Turnus s.o.).
 - c. Präzisierung des Geologischen Strukturmodells insbesondere im Bereich der nicht kalibrierbaren zwei Bereiche im Norden bzw. im Südosten (Hochlage des 1. Flaschentones). Hierzu ist in jedem Fall eine Zusammenarbeit mit VATTENFALL EUROPE MINING erforderlich.
 - d. Rammkernsondierungen bzw. weitere Pegel/GWMST zur Ermittlung der gebietsspezifischen K-Werte sowie als Referenzmess- bzw. Stützstellen für die Erfassung des Wasserhaushaltes.
- Zum Monitoring der bodengeologischen Entwicklung: Für die Erfassung bzw. Bestimmung der Wechselwirkungen zwischen den Lebensraumanprüchen der konkreten Arten und den bodengeologischen Gegebenheiten wird empfohlen, die bzgl. Wasserdargebot sensiblen LRT flächendeckend bodengeologisch zu kartieren – in Verbindung mit der Aufnahme der bodenphysikalischen und bodenchemischen Verhältnisse der LRT-Standorte.
- Der aktuell z.T. sehr vernachlässigte Ausbauszustand der Gräben erfordert eine Grabenberäumung, die zeitlich den jahreszeitlich bedingten ökologischen Zustand der Grabengewässer berücksichtigten sollte (z.B. zwischen dem Ende der Wachstumsperiode der Gewässer- und Uferfauna und -flora und Überwinterungsbeginn der Fauna auf den Gewässersohlen).
- Unter dem Aspekt der Wasserbilanz ist eine Spiegelerhöhung in den Gräben möglich, das Wasser für eine Überleitung aus dem südlichen Graben steht bilanzseitig zur Verfügung (Abbildung 23). Dies gilt, sofern keine Grundwässer des Regenerations- und Arbeitsgebietes nach Süden den Brunnen der Tagebauwasserhaltung Nochten zufließen werden.
- Es wird klar von einer Einleitung von Strugawasser ins Gebiet abgeraten, da deren hohe Gesamtmineralisationen und höheres Nährstoffangebot nicht der Wasserqualität des Gebietes bzw. des südlichen Regenerationsgebietes entspricht.

8 Zusammenfassung

Zielstellung der hydrologischen Untersuchungen im Alten Schleifer Teichgelände war die Erfassung des natürlichen „Status quo“ des Wasserregimes, um einerseits Aussagen zu den Erhaltungsbedingungen sowie andererseits Maßnahmen für eine möglichen Verbesserung günstiger Erhaltungszustände für die im Gebiet vorkommenden Lebensraumtypen ableiten zu können.

Der Besonderheit des Arbeitsgebietes besteht in

- der sehr engen Kopplung des Grund- und Oberflächenwasserhaushaltes,
- einem komplizierten heterogenen geologischen Strukturaufbau (nördlich der Trebendorfer Hochfläche zwischen dem Graben von Weißwasser und dem Muskauer Faltenboden), der sich direkt in den hydrogeologischen Randbedingungen widerspiegelt sowie
- einer relativ starken anthropogenen Überprägung des Gebietes, die insbesondere durch die historische Umnutzung weiter Gebietsflächen im 19. und 20. Jahrhundert sowie in baulichen Veränderungen im Zuge von Meliorationsmaßnahmen im 20. Jahrhundert (Meliorationsgraben) begründet ist.

Diesen Besonderheiten wurde in den hydrologischen Untersuchungen Rechnung getragen, indem eine komplexe hydrogeologisch-bodengeologische Herangehensweise zugrunde gelegt wurde. Eine enge Zusammenarbeit u.a. mit VATTENFALL EUROPE MINING sowie G.E.O.S. Freiberg waren Voraussetzung, um innerhalb der sehr kurzen Bearbeitungsfrist konzentrierte Fachkompetenz für diesen Raum in die Untersuchungen einfließen zu lassen und belastbare Ergebnisse für die weitere Planung und Entwicklung des Gebietes zu erhalten.

Es wurden umfangreiche Geländearbeiten durchgeführt: Abflussmessungen an den Oberflächengewässern (Gräben), vermessungstechnische Aufnahmen aller relevanten Messpunkte im Gebiet, Grundwasserstichtagsmessungen, Bohrstocksondierungen, Bohrung neuer Grundwassermessstellen.

Im Rahmen der Übersichtsaufnahme zu den aktuellen Bodenverhältnissen im Untersuchungsgebiet wurden folgende Bodeneinheiten unterschieden: Regosole, Braunerde-Regosole, Gley-Regosole, Kultosole, Gley-Kolluviole, Niedermoorausbildungen sowie Gleye. Die Einschätzung der bodengeologischen Standortverhältnisse erfolgte gemäß KA4.

Durch die anthropogen Eingriffe im Untersuchungsgebiet sind die Bodenentwicklungen durch oxidative Umsetzungsprozesse zu Braunerden oder terrestrischen Böden entwickelt worden; nur in Bereichen mit nachhaltig zur Verfügung stehender Feuchtigkeit konnten die ursprünglichen dominierenden, reduzierenden Bedingungen erhalten werden.

Für die Zielentwicklung der Lebensraumtypen sowie deren Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen wurde durch den AG als optimale Standortbedingung sowohl für den Birkenmoorwald als auch für die nördlich gelegenen Standortvorkommen von Pfeifengras und Glockenheide im Ostteil des Gebietes ein erforderlicher Grundwasserflurabstand von 0,4 bis 0,1 m definiert.

Die Prognoserechnungen ergaben, dass eine Reduzierung des Grundwasserflurabstandes auf Werte von 0,2 bis 0,7 m im Bereich des Birkenmoorwaldes durch eine gezielte Regulierung des Grabenwasserstandes erreicht werden kann. Mit einem gut kontrollierten Wasserstandsmanagement erscheint es darüber hinaus möglich, ein Vernässen der Wiese südwestlich des Alten Dammes (MP 11) zu verhindern.

Für die Pfeifengraswiese und Glockenheide im Ostteil des Gebietes werden im Ergebnis der Berechnungen demgegenüber keine Möglichkeiten gesehen, durch eine verstärkte Grabeninfiltration die gegenwärtigen Grundwasserstände wesentlich zu erhöhen. Eine Vergrößerung der Infiltrationsrate aus den Gräben in den Grundwasserleiter ist aufgrund der Geländehöhen ohne Überschwemmungen nicht durchführbar. Darüber hinaus bewirken offensichtlich die hydrogeologischen Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiet, dass grundsätzlich keine Grundwasserflurabstände im dm-Bereich erreichbar sind.

Unter dem Aspekt der Wasserbilanz ist eine Spiegelerhöhung in den Gräben möglich, das Wasser für eine Überleitung aus dem südlichen Graben steht bilanzseitig zur Verfügung (Abbildung 23). Dies gilt, sofern kein Grundwass des Regenerations- und Arbeitsgebietes nach Süden den Brunnen der Tagebauwasserhaltung Nochten zufließen wird.

Es wird klar von einer Strugawassereinleitung ins Gebiet abgeraten, da deren hohe Gesamtmineralisationen und höheres Nährstoffangebot nicht der Wasserqualität des Gebietes bzw. der des südlichen Regenerationsgebietes entspricht.

Die vorliegenden Ergebnisse sind i.S. einer „Entwurfsplanung“ durch eine anschließende „Ausführungsplanung“ im Rahmen des hydrologischen Monitorings fortzuschreiben:

- Die weitere Nutzung des Modells als projektbegleitendes Werkzeug erfordert die Präzisierung der Inputparameter d.h.:
 - Quartalsweise Erfassung der Wasserstände (Grund- und Oberflächenwasser) sowie Mengenummessungen der Oberflächengewässer (Gräben inkl. der im südlichen Einzugsgebiet austretenden Quellhorizonte) über mehrere hydrologische Jahre (Langzeitreihen); Grundwassermessungen in Abstimmung mit VATTENFALL EUROPE Mining (Unterstützungsangebot 09/2003); räumlicher Bezug: Modellgebiet Altes Schleifer Teichgebiet (also inkl. der östlich zum Gebiet fließenden Struga).

Mit Vorlage der o.g. Langzeitreihen ist eine instationäre Eichung des Modells möglich, das die natürlichen Schwankungen im IN- und Output des Wasserhaushaltes berücksichtigen kann.

- Erfassung der hydrochemischen Beschaffenheit der Gewässer in Abstimmung mit VATTENFALL EUROPE MINING (Turnus s.o.).
- Präzisierung des Geologischen Strukturmodells insbesondere im Bereich der nicht kalibrierbaren zwei Bereiche im Norden bzw. im Südosten (Hochlage des 1. Flaschentones). Hierzu ist in jedem Fall eine Zusammenarbeit mit VATTENFALL EUROPE MINING erforderlich.
- Rammkernsondierungen bzw. weitere Pegel/GWMST zur Ermittlung der gebietsspezifischen K_f -Werte sowie als Referenzmess- bzw. Stützstellen für die Erfassung des Wasserhaushaltes.
- Zum Monitoring der bodengeologischen Entwicklung: Für die Erfassung bzw. Bestimmung der Wechselwirkungen zwischen den Lebensraumansprüchen der konkreten Arten und den bodengeologischen Gegebenheiten wird empfohlen, die bzgl. Wasserdargebot sensiblen LRT flächendeckend bodengeologisch zu kartieren – in Verbindung mit der Aufnahme der bodenphysikalischen und bodenchemischen Verhältnisse der LRT-Standorte.
- Der aktuelle z.T. sehr vernachlässigte Ausbauszustand der Gräben erfordert eine Grabenberäumung, die zeitlich den jahreszeitlich bedingten ökologischen Zustand der Grabengewässer berücksichtigen sollte (z.B. zwischen dem Ende der Wachstumsperiode der Gewässer- und Uferfauna und -flora und Überwinterungsbeginn der Fauna auf den Gewässersohlen).

9 Literaturverzeichnis

- AMT FÜR METEOROLOGIE DRESDEN (JULI 1981 BIS JUNI 1992): Monatlicher Niederschlagsbericht Bezirk Dresden und Bezirk Karl-Marx-Stadt (Bezug der Normalwerte Jahresreihe 1951 -1980)
- AG BODEN DER GEOLOGISCHEN LANDESÄMTER UND DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, Hannover
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (1996): Forstliche Standortsaufnahme, 5. Auflage, IHW-Verlag, Eching/ München, 1996
- BAMBERG, H. F.; BUSSE, W. U.A. (1980): KdT-Richtlinie zur Ermittlung der Grundwasserneubildung (GWN), Berlin
- BROZIO, FRITZ (1992): Naturschutz im Landkreis Weißwasser: Naturschutzgebiete und Naturschutzstrategie. – In: Heimatkundliche Beiträge für den Kreis Weißwasser/Oberlausitz, Landratsamt
- BROZIO, KATRIN (1993): Die Vegetation des Naturschutzgebietes „Altes Schleifer Teichgebiet“ unter besonderer Berücksichtigung der Ackerwildkraut- und Wiesenflora und Strategien ihrer weiteren Bewirtschaftung.- Universität Rostock, Fachbereich Agrarwissenschaften, unveröff. Diplomarbeit
Kopie der Generalkarte der Standesherrschaft Muskau von 1831, Preußische Meilenblätter bzw. Urmeßtischblatt 1845
- DIERSCH, H.-J. (2003): Interactive,Graphics-based Finite-Element Simulation System FEFLOW V.5.0 for Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport Processes.WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung mbH, Berlin 2003
- GEMEINSCHAFTSVORHABEN „BRAUNKOHLIESANIERUNG-HYDROGEOLOGIE“ (GBL, 1993-1999): Ergebnisse der Projektgruppe „Datenkompilation“ (Projektdatenbank GDB/ Grundwassergüte Lausitz), Ergebnisse der Projektgruppe „Typisierung“ (TP 6)
- GROßER, K.-H. (1996): Naturschutzrelevante Flächen im Beeinflussungsgebiet des Bergbaues – aktuelle Situation und regionale Pflege- und Entwicklungskonzepte. im Auftrag des Landratsamtes Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Naturschutzstation. - unveröff.
- HEMPEL, W., H. SCHIEMENZ, W.-D. BEER (1986): Die Naturschutzgebiete der Bezirke Leipzig, Karl Marx-Stadt und Dresden. In: Handbuch der Naturschutzgebiete der Deutschen Demokratischen Republik, 5) 2. Überarbeitete Auflage, Leipzig-Jena-Berlin: Urania-Verlag
- HÖLTING, B. (1996): Hydrogeologie. - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 441 S., 114 Abb., 46 Tab.; 5. Auflage, Enke-Verlag
- KUNZE, H., G. ROESCHMANN, G. SCHWERTDFEGER (1994): Bodenkunde, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 5. Auflage.
- KUPETZ,M., SCHUBERT, G., SEIFERT, A., WOLF, L.: Quartärbasis, pleistozäne Rinnen und Beispiele glazitektonischer Lagerungsstörungen im Niederlausitzer Braunkohlengebiet. GEOPPROFIL, Heft 1, 1989, S. 2 - 17
- MANNSFELD, K., H. RICHTER (1995): Naturräume in Sachsen, Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 238, Selbstverlag 54286 Trier
- MELIORATIONSGENOSSENSCHAFT WEISSWASSER-SPREMBERG (1984): Instandsetzung Großteichgraben Schleife.- Vorbereitungsunterlagen.- unveröffentlicht
- METEOROLOGISCHER DIENST DER DDR: Klimadaten der Deutschen Demokratischen Republik, Reihe B, Bd. 14, Potsdam 1987
- Pietzsch, W. (1995/1996): Untersuchungen zu Pflanzengesellschaften der Lausitzer Heidemoore, Teiche und Tümpel, einschließlich ihrer Boden- und Wassercharakteristik und den Verände-

rungen nach Einleitung von Zusatzwasser (bisherige Ergebnisse und Prognosen).- Teil 1 und Teil 2. - Im Auftrag des Landratsamtes Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Naturschutzstation. - unveröff.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERLAUSITZ-NIEDERSCHLESISIEN (1996): Braunkohlenplan als Sanierungsrahmenplan für den stillgelegten Tagebau Trebendorfer Felder.- Entwurf vom 27.06.2002

REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERLAUSITZ-NIEDERSCHLESISIEN (1994): Braunkohlenplan Tagebau Nochten für das Vorhaben Weiterführung des Tagebaus Nochten 1994 bis Auslauf.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1992): Biotopkartierung Sachsen

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002): Hydrologisches Handbuch (Materialien zur Wasserwirtschaft)

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001a): Bodenschutzbrief 02 . Informationsmaterial des LfUG, veröffentlicht

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2001b): Leitfaden Bodenschutz bei Planungs- und Genehmigungsaufgaben, wird aktuell überarbeitet

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001c): Bodenmonitoring in Sachsen.- Materialien zum Bodenschutz, Hrsg. Landesamt für Umwelt und Geologie, Landesamt für Forsten, Landesamt für Landwirtschaft, veröffentlicht

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2000): Umweltqualitätsziele für eine Umweltgerechte Land und Forstwirtschaft (in: LFUG, internes unveröffentlichtes Arbeitspapier (2000): UMWELTVERTRÄGLICHE LAND- UND FLÄCHENNUTZUNG, BAND III LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

SCHÖNTHALER ET.AL. (1994): Konzeption für eine Ökosystemare Umweltbeobachtung – Pilotprojekt für Biosphärenreservate. Im Auftrag des UBA, unveröff.

SUCCOW; M.; L. JESCHKE (1986): Landschaftsökologische Kennzeichnung und Typisierung der Moore der DDR.- Habil.Schrift. de. Akad. D. Landschaftswissenschaften d. DDR, Berlin.

SUCCOW, M.; L. JESCHKE (2000): Moore in der Landschaft. - Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, 2. Auflage, 268 S.

UBA (2002): Ökosystemare Umweltbeobachtung in UNESCO-Biosphärenreservaten

VATTENFALL EUROPE (2003): Arbeitsmaterialien zum geologischen Strukturmodell Altes Schleifer Teichgebiet.- unveröff.

- Digitale Daten der Oberkanten des 1.(3460), 2.(3510), 3. (3550)und 4 (3620) Flaschentonhorizontes sowie Flammtonhorizontes (3380)
- Geologische Schnitte durch das Untersuchungsgebiet, z.T. Prätertiärbohrungen
- Geologisches Normalprofil Tagebau Nochten
- Niederschlagsmessreihen im weiteren Untersuchungsgebiet
- Analytikergebnisse der Probenahmekampagne vom 10.07.2003 an den Oberflächenwässern im Untersuchungsgebiet
- Mess- sowie Ausbaudaten zu den VATTENFALL-Pegeln im Untersuchungsgebiet

VEB PROJEKTIERUNG WASSERWIRTSCHAFT (1983): Ausbau der Struga im Kreis Weißwasser.- unveröff. Projektierungsunterlagen

VEB GEOLOGISCHE FORSCHUNG UND ERKUNDUNG FREIBERG (1989): Quartärbasis, pleistozäne Rinnen und Beispiele glazitektonischer Lagerungsstörungen im Niederlausitzer Braunkohlengebiet. - In: Geoprofil 1, Beiträge zum Niederlausitzer Braunkohlerevier, S. 2-17

WASSERHAUSHALTSGESETZ: WHG (1990), BGBl. I S. 205

WOHLRAB, B, H. ERNSTBERGER/A. MEUSER/V. SOKOLLEK: Landschaftswasserhaushalt, Parey Verlag, Hamburg; Berlin:, 1992

Verzeichnis der verwendeten Karten

ZENTRALES GEOLOGISCHES INSTITUT BERLIN (1984): Hydrogeologische Karte der DDR, Maßstab 1 : 50.000, Blatt Weißwasser S/ Rothenburg (Oberlausitz) 1111-3/4

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1999): Geologische Karte der eiszeitliche bedeckten Gebiete von Sachsen, 1999, Blatt Weißwasser (2470), 1: 50.000

NAU-Atlas (1959): Maßstab 1 : 200.000

Verzeichnis der verwendeten digitalen Daten

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001): RD 10, RD 25; räumliche Ausdehnung: TK 10: 4453-SW, Schleife.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002a): Einzugsgebiete Oberflächengewässer

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002c): Mittelmaßstäbliche Standortkartierung (MMK) sowie Waldbodenkonzeptkarte (WBK) und Forstliche Standortskarte; räumliche Ausdehnung: TK 10: 4453-SW, Schleife.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002d): ATKIS-DGM 25; räumliche Ausdehnung: TK 10: 4453-SW, Schleife.

Dr. K. Hartsch
H&G GmbH

13. Oktober 2003