Projektbericht

Hydrogeologische Modelluntersuchungen zum Grundwasseranstieg beim Waldumbau im Einzugsgebiet von Mooren des Lieberoser Endmoränengürtels in Brandenburg

Hydrogeological model studies on the groundwater rise during forest conversion in the catchment areas of fens located in the end moraine belt of Lieberose, Brandenburg

1 Einleitung

Die 10 Moore liegen im Südosten Brandenburgs, in einem der größten ehemaligen sowjetischen Truppenübungsplätze in Ostdeutschland. Alle 10 Moore haben Grundwasseranschluss, unterhalb der Torfe wurden in Moorbohrungen grundwassergesättigte Sande angetroffen. Auch die Schichtenverzeichnisse aller Bohrungen außerhalb der Moore und vorliegende geologische Kartenwerke bestätigen den sandigen Aufbau des oberflächennahen Untergrundes. Die Grundwasseroberfläche liegt außerhalb der Moore stets um einige Dezimeter tiefer im Vergleich zum Moorwasser, das die Torfe vollständig überdeckt. Eine dauerhafte Überstauung und Schädigung der stehenden Bäume der moorangrenzenden Gebiete ist aufgrund der Versickerungsmöglichkeit in den Sanden nicht zu befürchten. Im Bearbeitungszeitraum bestanden hohe Grund- und Moorwasserstände. Ein Vergleich mit älteren Grundwasserstandsdaten zeigte, dass dafür die hohen Niederschläge von 2010 verantwortlich waren. Trotz der hohen Wasserstände wurden erhebliche, z.T. anthropogen verursachte Defizite beim Moorzustand und Wasserhaushalt in allen Mooren festgestellt. Diese äußern sich unter anderem in bereichsweise negativen Wasserbilanzen, degradierten Moorböden und degenerierten Moorbiotopstadien (dichter Gehölzbewuchs im Moor) und sind verursacht durch artenarme Nadelholzbestände in den Einzugsgebieten sowie Entwässerungsmaßnahmen in Form künstlicher Grabensysteme.

2 Das Einzugsgebiet der Großen Zehme

Die Große Zehme ist eines der größten und wertvollsten Moore in der Lieberoser Heide. Der Moorwasserstand ist in der Vergangenheit bis zum Jahr 2010 stark gesunken. Im Gebiet befinden sich zahlreiche Binnengräben, die zumeist die Kolmationsschicht durchbrechen und dadurch Entwässerungswirkung entfalten können. In der Folge hat sich auf der Fläche dichter Kiefernaufwuchs entwickelt. Seit August 2010 ist der Moorwasserstand um ca. 70 cm gestiegen.

Sowohl hinsichtlich der Maßnahmenplanung für die Moorfläche als auch für das Einzugsgebiet der Großen Zehme ist von Interesse, ob die Wasserhaushaltssituation durch Waldumbaumaßnahmen wesentlich zu verbessern ist. Die dazu durchgeführte hydrogeologische Modelluntersuchung beinhaltet die Analyse des Landschaftswasserhaushalts im unterirdischen Einzugsgebiet der Großen Zehme, insbesondere die Wechselwirkung zwischen Grundwasser, den oberirdischen Gewässern in den Mooren und der aktuellen Bestockung der Waldflächen.

Dazu wurde ein numerisches Grundwasserströmungsmodell aufgebaut (HYDOR et al. 2013), in das Daten zur Landnutzung integriert wurden. Folgende Zustände sollten im Hinblick auf ihre Auswirkungen modelliert werden:

- Aktueller Zustand (Januar 2013) auf der Basis gemessener Grundwasserspiegellagen.
- Zustand bei 50 %-iger Auflichtung des Waldbestandes innerhalb des unterirdischen Einzugsgebietes der Großen Zehme.
- Zustand bei 50 %-iger Auflichtung und gleichzeitiger Umwandlung des Waldbestandes in einen Kiefern-Eichen-Mischbestand als potenziell natürliche Vegetation innerhalb des unterirdischen Einzugsgebietes der Großen Zehme.

Zudem wurden zur Verdichtung der hydrologischen und hydrogeologischen Datenbasis innerhalb des Modellgebietes an zwei Standorten jeweils eine oberflächennah in den Sanden ausgebaute Grundwassermessstelle und ein Moorwasserpegel in unmittelbarer Nachbarschaft errichtet und jeweils mit Datenloggern für das Monitoring der Wasserstände bzw. der hydraulischen Wechselwirkungen zwischen Moorwasser und Grundwasser versehen. Die im Februar 2013 hier und an 14 weiteren Standorten im Modellgebiet gemessenen Grundwasserstände konnten für die Kalibrierung des Modells verwendet werden.

3 Untersuchungsgebiet und Datenbasis

Die Große Zehme liegt zentral innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes der 10 Moore. Die anhand von Moorbohrungen ausgewiesene Torffläche – mit einer Mächtigkeit des Torfes von mindestens 3 dm – hat eine maximale Ost-West-Ausdehnung von etwa 700 m sowie eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 1.200 m. Das oberirdische Einzugsgebiet der Großen Zehme ist komplett bewaldet. Es dominiert der Nadelwald, im Südwesten befinden sich jedoch auch Laubwald- und Mischwaldbestände.

Die vorhandenen Daten zum Aufbau des Untergrundes unterhalb der Torfe belegen eindeutig das ausschließliche Auftreten unterschiedlicher sandiger Substrate. Die mineralische Basis des Moores wird vor allem von groben Substraten, z.T. sogar Kiesen, gebildet, die lokal noch von Feinsanden überlagert werden. Sickerwasserhemmende Schichten (z.B. Geschiebemergel bzw. -lehm) konnten weder mit den Moor-, noch mit den Sondierungsbohrungen erfasst werden, was mit den Daten der geologischen „Lithofazieskarte Quartär“ übereinstimmt.

Auch das geologische Schichtenverzeichnis einer Grundwassermessstelle, die innerhalb des oberirdischen Einzugsgebietes am Südrand des Moores in einer Entfernung von etwa 50 m zum Torfrand liegt, dokumentiert den ausschließlich sandigen Aufbau bis 7 m Tiefe. Der Flurabstand des Grundwassers lag zum Zeitpunkt der Errichtung der Messstelle bei 3,30 m unter Gelände. Die Torfe sind mit dem oberflächennahen Grundwasser in den unterlagernden Sanden hydraulisch verbunden. Die Wasserversorgung des Moores erfolgt durch lateral zuströmendes Grundwasser. Das

erklärt den starken Abfall des Moorwasserstandes in den vergangenen zwei Jahrzehnten, in denen auch das Grundwasser in der Region aufgrund der geringen Niederschläge diesen starken Rückgang hatte.

Wesentliche Datengrundlagen zur Durchführung der Grundwassermodellierung sind:

- Daten zu Grundwassergleichen als flächenhafte Übersicht,
- terminbezogen gemessene Grundwasserstände an sog. „Kontrollmessstellen",
- Daten zur Grundwasserneubildung,
- Daten zur Durchlässigkeit des Untergrundes für den gesamten Modellraum.

4 Methodik der Grundwassermodellierung

Als Zeitraum zur Erstellung der numerischen Simulation wurde Januar 2013 gewählt, da hierzu die meisten Messungen der Grundwasserstände im Gelände vorlagen, die als Kontrollwerte Verwendung finden konnten. Abbildung 1 zeigt das Modellgebiet zur Durchführung der Grundwassermodellierung. Es muss aus methodischen Gründen das komplette unterirdische Einzugsgebiet umfassen, da nur so die dem Untersuchungsgebiet – also der Großen Zehme – zuströmenden Grundwässer komplett erfasst und bilanziert werden können. Die Fläche innerhalb des roten Umrisses umfasst dieses unterirdische Einzugsgebiet. Erkennbar ist das anhand der lila dargestellten Grundwassergleichen, die von der Grenze des Modellgebietes an den Rändern senkrecht geschnitten werden. Am östlichen Rand des Kartenausschnittes ist die Toplage der Grundwasseroberfläche im Bereich der 65 m NHN-Isolinie erkennbar. Hier befindet sich die von Nordost nach Südwest verlaufende Grundwasserscheide. Der Grundwasserzustrom zur Großen Zehme beginnt hier im Bereich einer ehemaligen Schießbahn und verläuft über das Burghofseemoor und das Große Luch zur großen Zehme. Von dort strömt es weiter nach Norden bzw. Nordwesten.

Die Karte zeigt ebenfalls die Lage der Kontrollmessstellen im Modellgebiet, für die für mehr als drei Jahre meist monatliche Messwerte des Grundwasserstandes vorliegen. Die nordwestliche Grenze des Modellgebietes wurde unter Einbeziehung der beiden Messstellen südlich des Mochowsees (Pegel 1 und LFE 3) gezogen, das ist das Abstromgebiet von der Großen Zehme weg. Neben den dunkelblau dargestellten Messstellen (Abb. 1) lagen weitere, jedoch nur einmalige Messungen des Grundwasserstandes vom Januar 2013 innerhalb des Modellgebietes vor, die im Rahmen der Kalibrierung des Modells verwendet werden konnten. Das sind die hellblau in der Karte gezeigten Standorte, zu denen mittels Rammkernsondierungen die Grundwasserstände gemessen wurden.

Als Datenbasis zur Implementierung der Grundwasserneubildung in das numerische Grundwassermodell wurden die für das Jahr 2009 im Rahmen der Wasserhaushaltsbilanzierung berechneten Mittelwerte verwendet. Das Jahr 2009 wurde als Normaljahr eingestuft. Es wurde zur Simulation der Grundwasserströmung für den Zeitraum Januar 2013 als am ehesten geeignet eingeschätzt, da das zurückliegende Jahr 2012 aufgrund der Niederschläge ebenfalls ein weitgehendes Normaljahr war. Dennoch lagen im Januar 2013 die Grundwasserstände etwas höher als der Mittelwert des Normaljahres 2009. Dies musste als

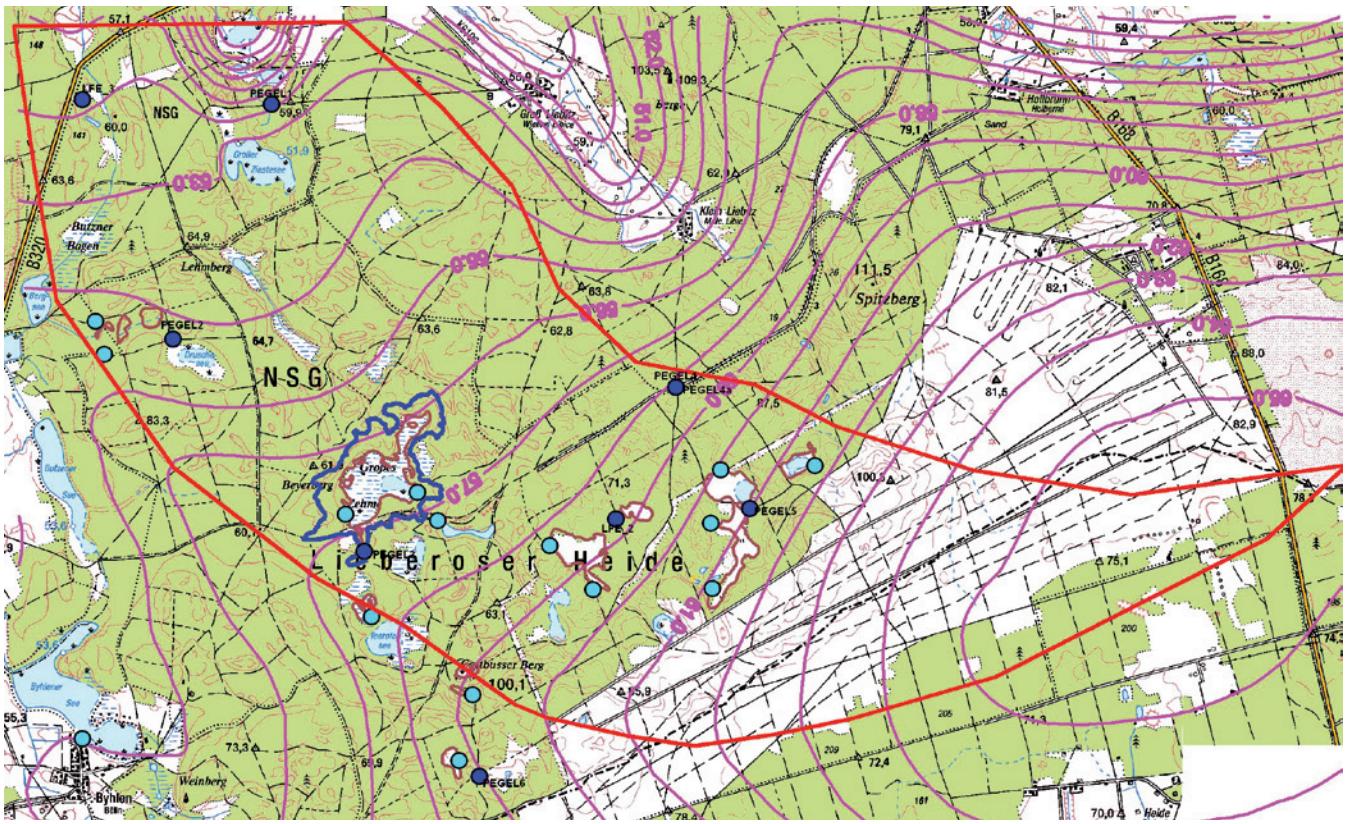

Abbildung 1
Modellgebiet der numerischen Grundwassermodellierung (roter Umriss) mit Grundwassergleichen Frühjahr 2011 (GCI 2012) und Grundwassermessstellen (blaue Punkte) bzw. einmalige Messungen im Januar 2013 (hellblaue Punkte); Moore sind braun umrandet.

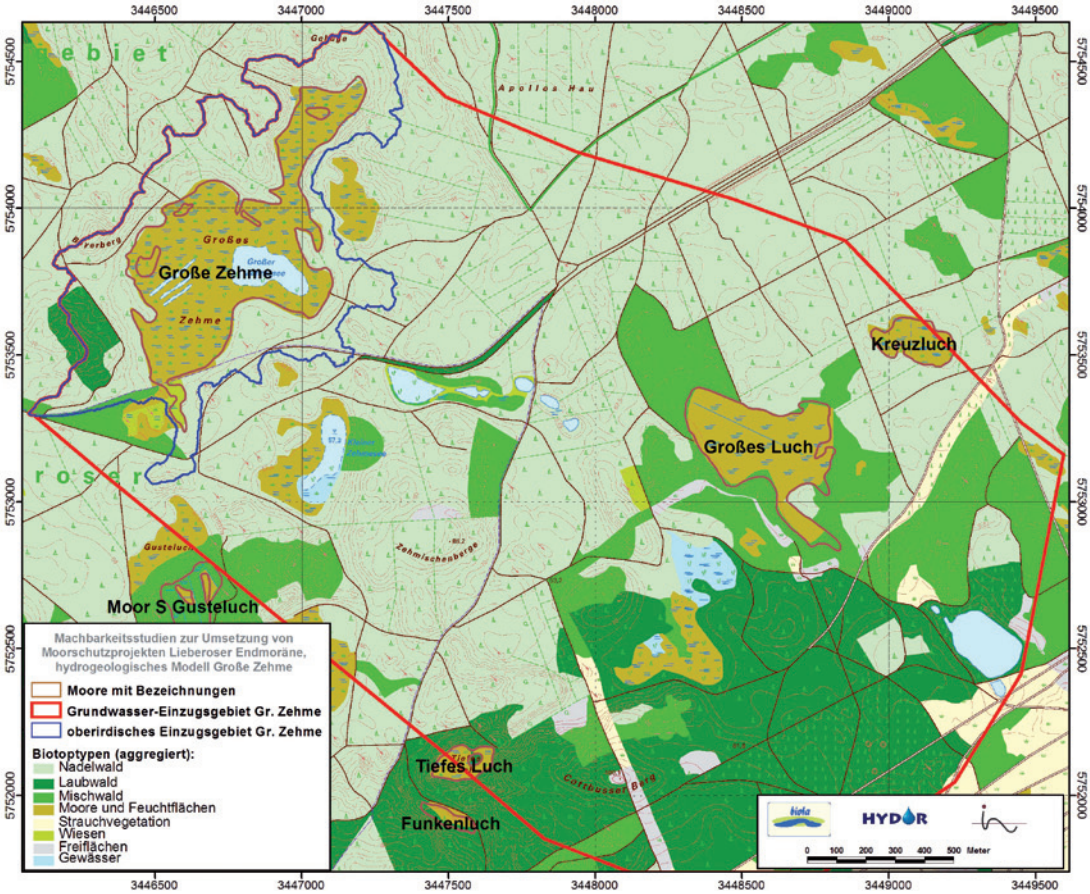

Abbildung 2
Verteilung der Biotoptypen innerhalb des mit dem Grundwassermodell ausgewiesenen unterirdischen Einzugsgebietes der Großen Zehme

Unschärfe in Kauf genommen und bei der Interpretation der Modellergebnisse berücksichtigt werden.

Die für die Ermittlung der fließzeitbezogenen Informationen notwendigen analytischen Strömungsberechnungen erfolgten mit dem numerischen Grundwasser-Simulationsmodell Visual Modflow (WHI 2005). Abbildung 2 zeigt das mittels Modellierung berechnete unterirdische Einzugsgebiet, innerhalb dessen alle weiteren Simulationen zur Ermittlung veränderter Grundwasserstände bei Waldumbaumaßnahmen durchgeführt wurden.

Farblich unterschieden sind in der Karte die hier vorkommenden unterschiedlichen Baumartenbestände anhand der behördlichen Biotoptypenkartierung. Innerhalb des blau markierten oberirdischen Einzugsgebietes der Großen Zehme dominiert Nadelwald. Im unterirdischen Einzugsgebiet ist das im moornahen Bereich auch der Fall. In Richtung des Grundwasseranstroms, also nach Südosten hin, sind jedoch viele Mischwald- (z.B. beim Großen Luch) und Laubwaldbestände (z.B. beim Tiefen Luch oder südlich des Großen Luchs) erkennbar. Mit der Modellierung sollte der Einfluss von Auflichtungsmaßnahmen auf die Grundwasserstände infolge erhöhter Neubildungsraten simuliert werden. Hierzu liegen quantitative Angaben zur Intensität der Erhöhung der Neubildungsraten aus einer Studie zu einem Moor in unmittelbarer Nachbarschaft (Lupenmodell Kesselluch, GERSTGRASER & BAH 2011) vor. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Sickerwasserraten im Gebietsmittel um 150 mm pro Jahr bei einer 50-%-igen Auflichtung der aktuellen Bestände erhöhen. Bei noch stärkeren Auflichtungen erhöht sich die Grundwasserneubildung sogar um bis zu 200 mm pro Jahr.

Da einerseits diese Berechnungen im Kesselluch mit deutlich niedrigeren absoluten Neubildungsraten im Modul PSCM (KLÖCKING 2008) durchgeführt worden waren und andererseits die aktuelle (Januar 2013) Bestockung im Gebiet aufgrund von bereits durchgeführten Auflichtungen in den vergangenen Jahren nur noch einem Bestockungsgrad von etwa 70 % entspricht, wurden die o.g. Differenzbeträge im Rahmen der Modellrechnungen für die Große Zehme wie folgt modifiziert:

- für die Variante 2 eine Erhöhung der Grundwasserneubildung um 50 mm/a innerhalb des gesamten Waldbestandes im unterirdischen Einzugsgebiet
- für die Variante 3 eine zusätzliche Erhöhung der Grundwasserneubildung um weitere 20 mm/a in den Kiefern- und Mischwäldern (Waldumbau) des unterirdischen Einzugsgebietes zur Abbildung des Zustandes der potentiellen natürlichen Vegetation.

5 Ergebnisse der Modellierung

Durch digitale Verschneidung der mit dem Modell berechneten Grundwasserstände mit dem digitalen Geländehöhenmodell DGM 1 wurden die Flurabstände des oberflächennahen Grundwassers im Januar 2013 berechnet. Sie zeigen im Moorkörper der Großen Zehme und in benachbarten Mooren Grundwasser über Flur. Außerhalb des Moores steigen die Flurabstände des Grundwassers aufgrund des hier vorhandenen starken Geländeanstieges und dem gedämpfteren Anstieg der Grundwasseroberfläche kleinräumig stark an. Im überwiegenden Teil des unterirdischen Einzugsgebietes liegen die Flurabstände bei mehr als 5 Metern. Die Modellierung der Flurabstände des

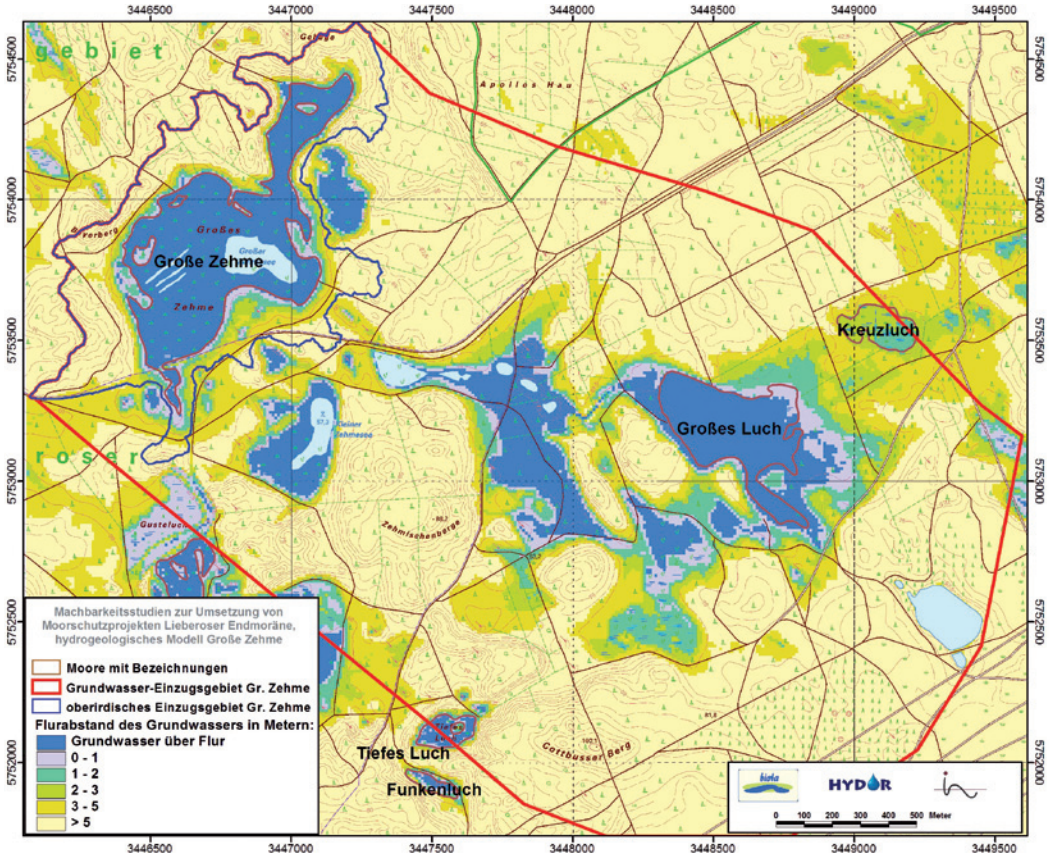

Abbildung 3
Flurabstände des Grundwassers innerhalb des unterirdischen Einzugsgebietes bei einer zusätzlich zu Variante 2 um weitere 20 mm/a erhöhten Grundwasserneubildung innerhalb der Kiefern- und der Mischwaldbestände (Variante 3)

Grundwassers für die o.g. Variante 3 (Abb. 3) zeigt im Bereich nordöstlich des Cottbusser Berges am südlichen Rand der Ausläufer des Niederungsgebietes südwestlich des Großen Luchs Grundwasserstände von weniger als 2 Metern Flurabstand an. Beim Ist-Zustand (Variante 1) liegen sie bei Werten zwischen 2 und 3 Metern, die Unterschiede betragen demnach bis zu 1 Meter und mehr. Grund dafür sind die hier deutlich geringeren Durchlässigkeiten des Untergrundes im Modell. Innerhalb des oberirdischen Einzugsgebietes der Großen Zehme dagegen liegen die Differenzen der simulierten Grundwasser- bzw. Flurabstände zwischen dem Ist-Zustand (Variante 1) und der Variante 3 relativ konstant bei etwa 50 cm.

6 Zusammenfassung

Die modellierten Erhöhungen der Grundwasserneubildung infolge der simulierten Auflichtungen hatten deutlich erhöhte Grundwasserstände bzw. geringere Flurabstände in der Natur zum Ergebnis. Im oberirdischen Einzugsgebiet der Großen Zehme betragen die Unterschiede 40 cm (Variante 2) bzw. 50 cm (Variante 3), wirken sich aufgrund der starken Gefälleunterschiede an den Hängen des Moores jedoch zumeist nur gering durch oberflächennahe Vernässungen aus. In größerer Entfernung zur Großen Zehme steigt in Geländedepressionen mit derzeitigen Flurabständen von 1 bis 2 Meter das Grundwasser bis über Flur an, was dort sicher zu Schädigungen des derzeitigen Baumbestandes führen würde. Das sollte bei den Entscheidungen zum Waldumbau berücksichtigt werden.

Anschriften der Verfasser:
Dr. Stephan Hannappel
Dipl.-Geol. Angelika Huber
HYDOR Consult GmbH
Am Borsigturm 40, 13507 Berlin
hannappel@hydor.de

Heiko Schumacher
Stiftung Naturlandschaften Brandenburg
Schlosshof 1, 15868 Lieberose

Literaturverzeichnis

GCI (2012): Grundwassergleichenplan Frühjahr und Herbst 2011 für den oberen genutzten Grundwasserleiter (HGWL) im Land Brandenburg. – Abschlussbericht der Grundwasser Consult Ingenieurgesellschaft mbH an das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Königs Wusterhausen (unveröff.)

GERSTGRASER & BAH (2011): Handlungskonzept für die Stabilisierung der Grundwasserverhältnisse in der Lieberoser Hochfläche. – Gutachten im Auftrag des LUGV Brandenburg; www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.255480.de, 240 S.

HYDOR et al. (2013): Machbarkeitsstudien zur Umsetzung von Moorschutzprojekten im Bereich der Lieberoser Endmoräne.– Gutachten der HYDOR Consult GmbH, der Institut biota GmbH und der IHU GmbH im Auftrag der Stiftung Naturlandschaften Brandenburg, Berlin

KLÖCKING, B. (Ed.) (2008): Das ökohydrologische PSCN-Modul innerhalb des Flussgebietsmodells ArcEGMO; http://www.arcegmo.de/PSCN