



Landesbetrieb
Straßenwesen

Auftraggeber:

Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg
Tramper Chaussee 3 H.8
16225 Eberswalde

Hydraulische und hydrologische Berechnungen an der Hönower Weiherkette

Datum: 28.06.2012
Bearbeiter: Dr.-Ing. Christian Peters
Dipl.-Ing. Mike Post

Projektleitung: Dr.-Ing. Heiko Sieker



Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
Rennbahnallee 109A, 15366 Hoppegarten
Tel. 03342/3595-0, Fax. 03342/3595-29 ,
Internet : www.sieker.de, Email: info@sieker.de



Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Höhenaufnahmen	4
3	Zeitlicher Verlauf der Wasserspiegel und Abflüsse	7
4	Analyse der Messergebnisse.....	8
5	Vorschlag Stauziel.....	11
6	Beispiele für die hydraulische Gestaltung des Auslaufs aus dem Untersee.....	11
7	Modellerstellung Hydraulik.....	13
8	Hydraulischer Vergleich der bestehenden Verrohrung mit der geplanten ottergerechten Brücke	17
9	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	23
10	Datengrundlagen	25



Abbildungen

Abbildung 1: Lageplan.....	5
Abbildung 2: Auswertung der Höhenmessungen vom 26.03.2012	5
Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf von Wasserständen und Abfluss	8
Abbildung 4: Überfallhöhe (27.04.2012)	9
Abbildung 5: Belegter Rechen.....	9
Abbildung 6: Engstelle zwischen Entenpfuhl und Weidenpfuhl (05.03.2012).....	10
Abbildung 7: Beispiele für den Auslauf am Untersee (stark überhöhte Darstellung).....	12
Abbildung 8: H-Q Beziehungen des Ist-Zustandes und der Varianten A1 und A2 am Auslauf des Untersees	13
Abbildung 9: Profilaufnahme	14
Abbildung 10: Wassertiefenbestimmung der Seen	14
Abbildung 11: Lageplan des hydraulischen Modells mit Stationierungen der Profile	16
Abbildung 12: Ergebnis der Spiegellinienberechnung vom 26.03.2012 (Hydraulischer Längsschnitt).....	17
Abbildung 13: Brückenprofil mit Otterdurchlass (Plan-Zustand), Wasserspiegel	18
Abbildung 14: Verrohrung an der L33 (Ist)	19
Abbildung 15: Ottergerechte Brücke an der L33 (Plan)	19
Abbildung 16: Hydraulischer Vergleich von Verrohrung (Ist) und Brücke (Plan) an der L33	20
Abbildung 17: Sohlhebung und Einengung oberhalb der ottergerechten Brücke (Profil)	20
Abbildung 18: Zu- und Ablaufkennlinien des Speichersystems Haussee – Retsee für ein beispielhaftes Hochwasserereignis, Vergleich Ist (blau) – Plan (grün).....	22
Abbildung 19: Wasserstandskennlinien des Haussees für ein beispielhaftes Hochwasserereignis, Vergleich Ist (blau) – Plan (grün)	22
Abbildung 20: Hydraulischer Längsschnitt für ein beispielhaftes Hochwasserereignis, Vergleich Ist - Plan.....	23

Tabellen

Tabelle 1: Auswertung der Höhenmessungen vom 26.03.2012.....	6
Tabelle 2: Zeitlicher Verlauf der Wasserspiegel.....	7
Tabelle 3: Abflussermittlung Wehr Untersee	7



1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge des Ausbaus der „L33 Hönow – Stendaler Straße“ und dem Neubau der „B 158 Ortsumgehung Ahrensfelde“ soll ein Teilbereich des sich südlich an den Untersee anschließenden, verrohrten Hellersdorfer Graben wieder geöffnet werden.

In diesem Zusammenhang ergibt sich die Frage nach dem im Untersee einzustellenden Wasserspiegel. Aus Gründen des Naturschutzes ist ein möglichst hohes Stauziel anzustreben, um einem Austrocknen der Hönower Weiherkette im Sommer vorzubeugen. Andererseits ist sicherzustellen, dass es nicht zu einer Verschlechterung der Situation für die Anlieger durch zu hohe Wasserstände kommt.

Eine weitere Fragestellung ist, welche hydraulischen Auswirkungen der Umbau der Verrohrung unter der L33 in eine Brücke mit Otterdurchlass hat. Es wird befürchtet, dass eine Verringerung der Drosselwirkung im Hochwasserfall nachteilige Auswirkungen auf die Unterlieger hat.

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Sieker mbH wurde beauftragt, Lösungen für die genannten Fragestellungen zu erarbeiten.

2 Höhengenaufnahmen

Am 26.03.2012 erfolgten in Zusammenarbeit mit Herrn Krone vom WBV Finowfließ Höhengenaufnahmen mit dem GPS-Gerät des Verbandes. Die eingemessenen Höhen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Höhengenaugigkeit der gemessenen Punkte liegt laut Herstellerangaben bei ± 2 cm. Zur Kontrolle der Genauigkeit der GPS-Messungen wurde ein Vergleich der eingemessenen Schachtdeckelhöhen an der Verrohrung zwischen Hechtsee und Entenpfuhl mit den Unterlagen aus der Regenentwässerungsplanung K 6426 (Landkreis Märkisch Oderland 2007, Pläne GP-0 und GP-5) durchgeführt. Die Abweichungen betragen maximal ± 3 cm. Weitere Ungenauigkeiten z.B. bei den Wasserspiegellagen können daraus resultieren, dass die Messspitze des Gerätes nicht exakt auf den Wasserspiegel, sondern etwas darüber oder darunter gesetzt wurde. Daher wurden die gemessenen Höhen einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und ggf. geringfügig angepasst. Dies ist ebenfalls in Tabelle 1 dokumentiert. Die weiterverwendeten Höhen sind in Abbildung 2 grafisch aufbereitet. Zur Orientierung ist in Abbildung 1 ein Lageplan dargestellt.

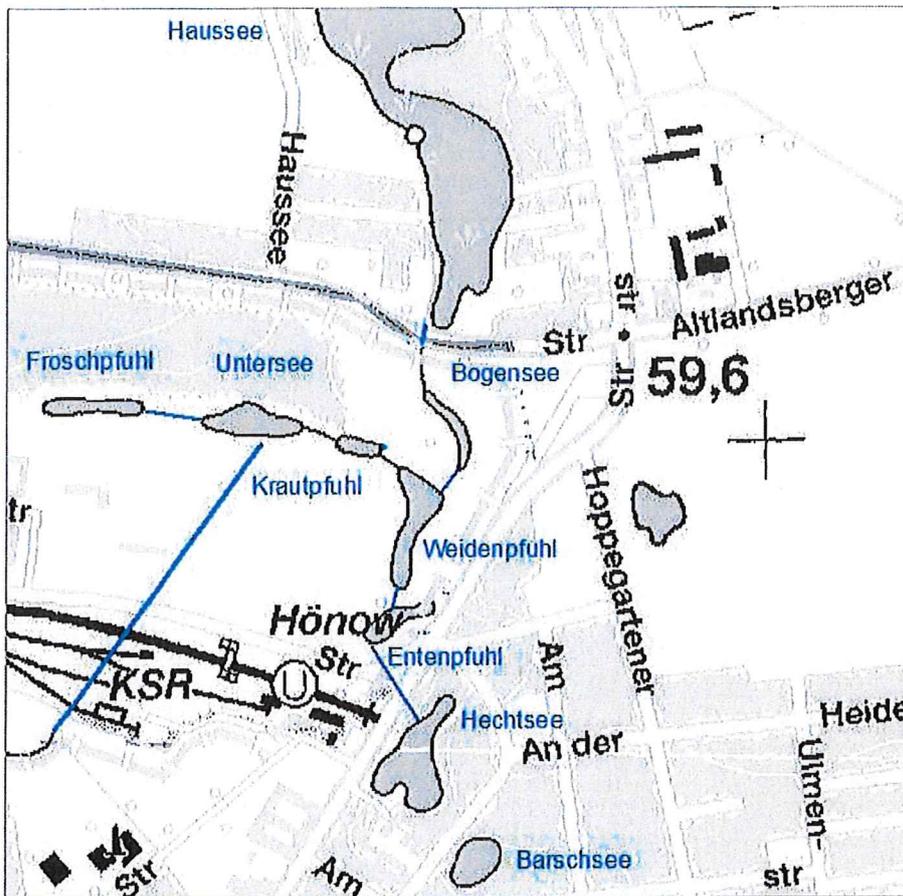


Abbildung 1: Lageplan

Auswertung der Höhenmessungen vom 26.03.2012

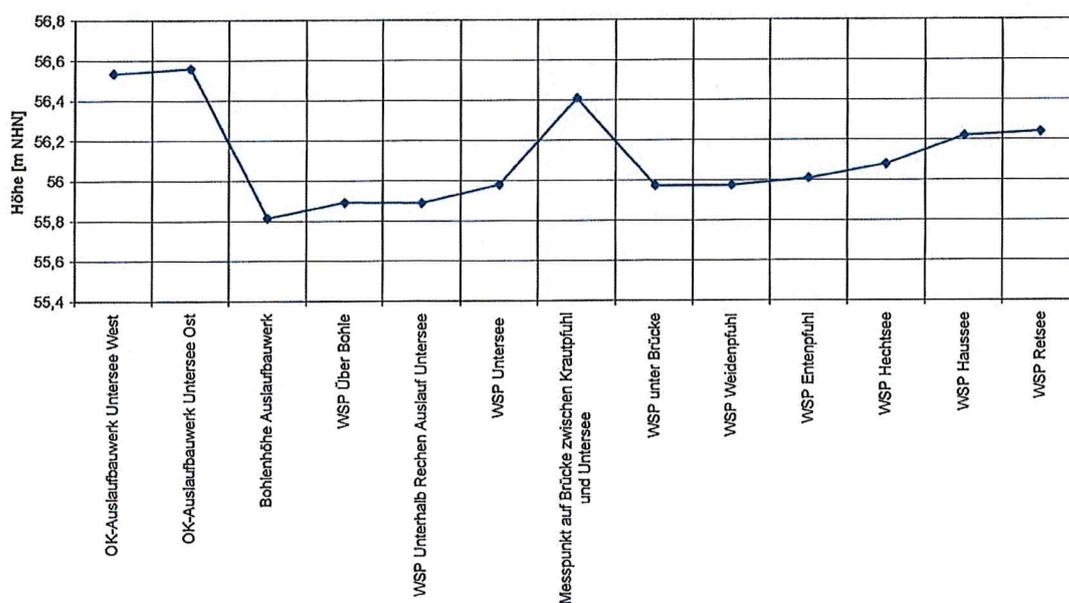


Abbildung 2: Auswertung der Höhenmessungen vom 26.03.2012



Bei Betrachtung von Tabelle 1 fällt auf, dass die gemessenen Wasserspiegel in Hechtsee und Retsee deutlich höher sind, als von den Pegellatten angezeigt (Hechtsee +0,20 m, Retsee +0,24 m). Als wesentliche Ursache wird vermutet, dass die Pegel noch im alten DDR-Höhensystem HN eingemessen wurden. Für Berlin gilt $NHN - HN = \text{ca. } 15 \text{ cm}$. Woraus die verbleibende Differenz resultiert, kann nicht näher bestimmt werden. Im Folgenden werden alle von den Pegeln abgelesenen Werte entsprechend der GPS-Messung korrigiert, d.h. im Retsee um 0,24 m erhöht und am Hechtsee um 0,20 m erhöht.

Tabelle 1: Auswertung der Höhenmessungen vom 26.03.2012

Punktbezeichnung	Beschreibung Messung	Gemessene Höhen	Weiterverwendete Höhen
		[m NHN]	[m NHN]
OK-Auslaufbauwerk Untersee West	GPS Messung	56,54	56,535
	GPS Messung	56,55	
OK-Auslaufbauwerk Untersee Ost	GPS Messung	56,57	56,56
	GPS Messung	56,57	
Bohlenhöhe Auslaufbauwerk	West = $56.535 - 0.72$ (Zollstock)	55,815	55,815
	Ost = $56.56 - 0.745$ (Zollstock)	55,815	
WSP Über Bohle	West = $55.815 + 0.075$ (Zollstock)	55,89	55,89
	Ost = $55.815 + 0.08$ (Zollstock)	55,895	
WSP Unterhalb Rechen Auslauf Untersee	West = $56.535 - 0.645$ (Zollstock)	55,89	55,89
	Ost = $56.56 - 0.67$ (Zollstock)	55,89	
WSP Untersee	GPS Messung	56,03	55,98
	GPS Messung	56,03	
Messpunkt auf Brücke zwischen Krautpfuhl und Untersee	GPS Messung	56,40	56,41
WSP unter Brücke	Messpunkt Brücke - 0.435 (Zollstock)	55,98	55,98
WSP Weidenpfuhl	GPS Messung	55,98	55,98
	GPS Messung	55,97	
WSP Entenpfuhl	GPS Messung	56,01	56,01
	GPS Messung	56,01	
WSP Hechtsee	GPS Messung	56,07	56,08
	GPS Messung	56,08	
WSP Hechtsee Laut Pegel	Pegelablsung	55,88	
Referenzpunkt Haussee (OK Betonrohr)	GPS Messung	56,24	56,24
WSP Haussee	GPS Messung	56,22	56,22
WSP Retsee	GPS Messung	56,24	56,24
WSP Retsee Laut Pegel	Pegelablsung	56,00	



3 Zeitlicher Verlauf der Wasserspiegel und Abflüsse

Unter Bezugnahme auf die in Tabelle 1 dargestellten Referenzpunkte (OK Auslaufbauwerk, Brücke, OK Rohr, Pegellatten mit in Kapitel 1 beschriebener Korrektur) wurden an verschiedenen Tagen die in Tabelle 2 aufgeführten Wasserspiegel ermittelt.

Tabelle 2: Zeitlicher Verlauf der Wasserspiegel

Ort	Einheit	05.03.2012	14.03.2012	26.03.2012	27.04.2012
Auslaufbauwerk unterhalb Rechen / oberhalb Bohlenkrone	[m NHN]	55,73	55,72	55,89	55,86
Untersee	[m NHN]	55,86	55,79	55,98	55,87
Unter Brücke zwischen Untersee und Krautpfuhl	[m NHN]	55,85		55,98	55,86
Weidenpfuhl	[m NHN]			55,98	
Entenpfuhl	[m NHN]	55,91		56,01	
Hechtsee (Pegellatte + 0.20 m)	[m NHN]	56,09	56,08	56,08	56,06
Haussee	[m NHN]			56,22	56,13
Reisee (Pegellatte + 0.24 m)	[m NHN]	56,41		56,24	56,20

An der Südseite des Untersees befindet sich ein Auslaufbauwerk (siehe auch Abbildung 4 und Abbildung 5). Hier stürzt das Wasser über eine Bohle in eine tiefer gelegene Verrohrung, die schließlich südlich der U-Bahn in den Hellersdorfer-Graben mündet. Die Bohlenhöhe kann variiert werden. Aus der Überfallhöhe über der Bohle im Auslaufbauwerk Untersee wurden darüber hinaus die Abflüsse errechnet (Kronenbreite $b=1,22$ m). Dazu ist anzumerken, dass am 14.03.2012 die obere Bohle halb herausgezogen vorgefunden wurde. Sie war nicht waagrecht und wurde sowohl über, als auch unterströmt. Daher war keine hinreichend genaue Abflussberechnung möglich. Um wieder einen definierten Zustand herzustellen, ließ die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Herr Treuber) die obere Bohle neu setzen. Die in die Berechnung eingegangenen Bohlenhöhen und daraus resultierenden Abflüsse sind in Tabelle 3 dargestellt. Der zeitliche Verlauf von Wasserständen und Abfluss ist darüber hinaus in Abbildung 3 dargestellt.

Tabelle 3: Abflussermittlung Wehr Untersee

Abflussermittlungen	Einheit	05/03/2012	14/03/2012	26/03/2012	27/04/2012
Bohlenhöhe	[m NHN]	55.58	55.65	55.815	55.815
Überfallhöhe	[m]	0.15	1)	0.07	0.05
Q Wehr	[m ³ /s]	0.131		0.047	0.024

1) Bohle schräg (Mittelwert angegeben) und wird z.T. unterströmt, daher keine Abflussberechnung möglich

Zeitlicher Verlauf von Wasserständen und Abfluss

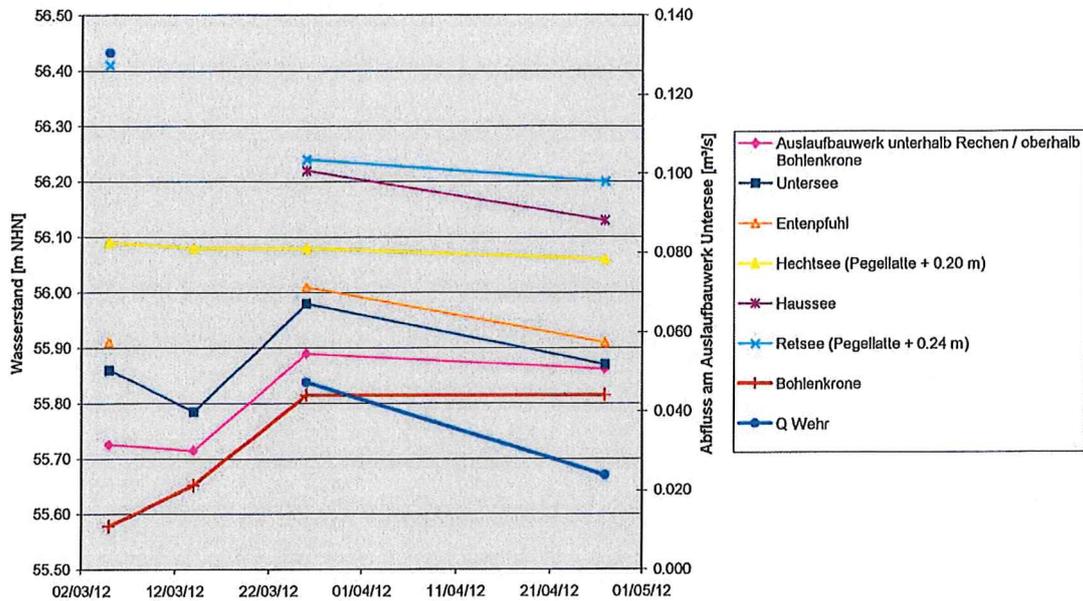


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf von Wasserständen und Abfluss

4 Analyse der Messergebnisse

Bei Betrachtung von Abbildung 3 wird deutlich, dass der Wasserstand, der sich im Untersee einstellt (dunkelblau), nicht einfach mit der Höhe der Bohlenkrone (braun) gleichgesetzt werden kann. Einerseits ist die abflussabhängige Überfallhöhe hinzuzurechnen (Abbildung 4, hier: 5 - 15 cm, => pinke Linie). Zum anderen kommt ein Rechenverlust hinzu, der vom Abfluss und vom Verkläuzungs-zustand (Abbildung 5) abhängt und in diesem Fall zwischen 13 cm (05.03.2012, großer Abfluss stark verkläuzt) und 1 cm (27.04.2012, praktisch keine Verkläuzung) variiert. Insgesamt liegt der Wasser-spiegel im Untersee an den betrachteten Tagen zwischen 5 cm und 28 cm über der Bohlenkrone. Diese Erkenntnis macht deutlich, dass die Vorgabe einer Bohlenhöhe allein nicht zielführend ist. Vielmehr sollte ein Wasserstand im Untersee bei Trockenwetter vorgegeben werden. Der Auslauf ist dann so zu gestalten, dass sich auch bei größeren Abflüssen möglichst geringe Überfallhöhen einstellen (siehe Kapitel 5 und 6).

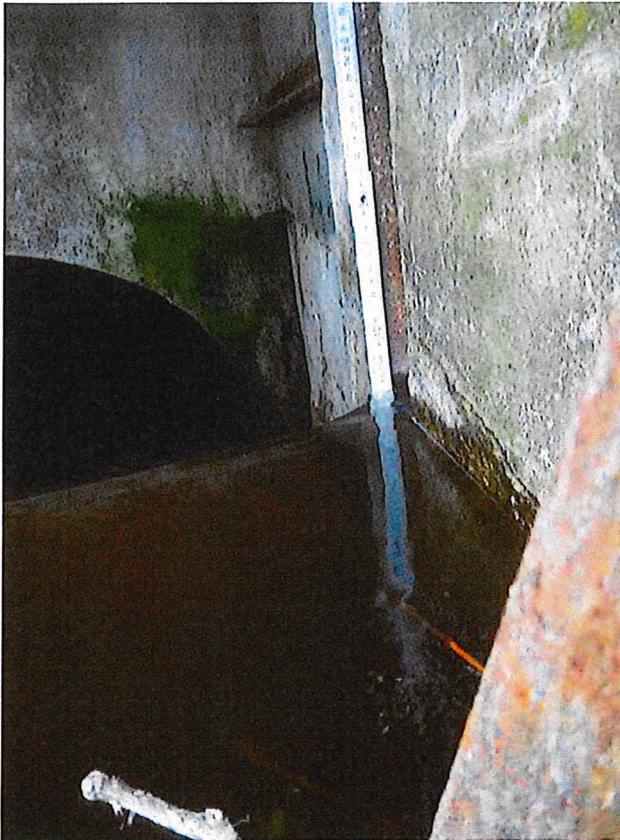


Abbildung 4: Überfallhöhe (27.04.2012)



Abbildung 5: Belegter Rechen

Eine weitere wichtige Erkenntnis aus Abbildung 3 ist, dass der Wasserstand im Hechtsee unabhängig von den gemessenen Abflüssen und Wasserständen im Untersee ist (zumindest solange diese im Untersee unterhalb 55,98 m NHN liegen). Daraus folgt, dass es ein anderes Abflusshindernis für den Hechtsee gibt.

Eine Engstelle konnte bei der Ortsbegehung zwischen Entenpfuhl und Weidenpfuhl ausgemacht werden (Abbildung 6). Am 05.03.2012 und am 27.04.2012 betrug die Wassertiefe hier nur ca. 5 cm. Am 26.03.2012 betrug sie ca. 15 cm. Aus den Wassertiefen lassen sich im Zusammenhang mit den Wasserspiegelmessungen vom 26.03.2012 (Tabelle 1) näherungsweise die Wasserspiegel im Entenpfuhl für die anderen beiden Tage abschätzen (Abbildung 3, orange Linie). Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, ist der Wasserstand im Hechtsee ebenfalls unabhängig von den ermittelten Wasserständen im Entenpfuhl (zumindest solange diese im Entenpfuhl unterhalb 56,01 m NHN liegen).

Die einzig mögliche Erklärung ist, dass die Verrohrung zwischen Hechtsee und Entenpfuhl den Wasserspiegel im Hechtsee auf ca. 56,08 m NHN einstaut. Diese Erklärung wird von der Beobachtung gestützt, dass am Auslauf der Verrohrung an keinem der Tage Fließgeschwindigkeiten beobachtet werden konnten. Laut Längsschnitt (Landkreis Märkisch Oderland 2007, Plan GP-5) beträgt die maximale Sohlhöhe in der Verrohrung 55,87 m NHN. Es ist also eine Verklausung der Verrohrung anzunehmen.



Abbildung 6: Engstelle zwischen Entenpfuhl und Weidenpfuhl (05.03.2012)



5 Vorschlag Stauziel

Beim Vorschlag eines Stauzieles für den Untersee gilt es die Interessen des Anliegers am Hechtsee auf der einen Seite mit den Interessen des Naturschutzes auf der anderen Seite gegeneinander abzuwägen. In den letzten beiden Jahren wurden überdurchschnittlich hohe Wasser- und Schichtenwasserstände beobachtet. Über diese Problematik darf jedoch nicht in Vergessenheit geraten, dass es zu anderen Zeiten Probleme mit der Trockenheit gibt. In Trockenzeiten fließt aus dem Untersee kein Wasser in den Hellersdorfer Graben. Der Wasserspiegel in der Weiherkette sinkt dann aufgrund von Verdunstung und Versickerung, was zu entsprechenden Problemen für die Ökologie führt. Daher ist aus ökologischen Gründen ein möglichst hoher Wasserspiegel anzustreben.

Bei der Ortsbegehung am 05.03.2012 betrug der Wasserspiegel im See 56,09 m NHN (Pegellatte + 0,2 m). Der Besitzer des Hechtsees (Herr von Angern) klagte über die hohen Wasserstände, da er Probleme mit Kellerwasser habe und die Pumpe der Dränage die ganze Zeit laufe. Außerdem gäbe es Uferabbrüche, weil der Wasserstand höher, als die Uferbefestigung sei. Andererseits sagte er auch, die Wasserstände seien Ende letzten Jahres noch ca. 20 cm höher gewesen und vor einem Jahr sei sogar seine kleine Brücke am Ablauf eingestaut gewesen, d.h. die Wasserstände waren ca. 40 cm höher (mündliche Auskunft). Das bedeutet, dass die hohen Wasserstände kein Dauerzustand sein sollten, jedoch im Hochwasserfall tolerierbar sind.

Unter Berücksichtigung der genannten Interessen wird vorgeschlagen, für den Untersee bei Trockenwetter einen Zielwasserstand von 55,90 m NHN anzustreben. Die angenommene Verkläusung in der Verrohrung zwischen Hechtsee und Entenpfuhl sollte entfernt und die Engstelle zwischen Entenpfuhl und Weidenpfuhl geringfügig (ca. 20 cm) eingetieft werden. Dann wird sich bei Trockenwetter im Hechtsee der gleiche Wasserstand einstellen wie im Untersee. Dieser Wasserstand läge dann mehr als 20 cm unter dem Wasserstand vom 05.03.2012. Dies sollte für den Besitzer des Hechtsees eine deutliche Verbesserung darstellen.

6 Beispiele für die hydraulische Gestaltung des Auslaufs aus dem Untersee

Wie bereits zuvor erwähnt, hängt der Wasserspiegel, der sich im Untersee einstellt immer auch von den Abflüssen ab, die über das Auslaufbauwerk bzw. Auslaufgerinne geleitet werden. Dies soll im Folgenden anhand von zwei Beispielen verdeutlicht werden:

Variante A1 (Abbildung 7, oben):

- Auslauf aus dem Untersee als Sohlgleite mit 2% Gefälle und Niedrigwasserrinne und breiten Bermen
- Sohle der Niedrigwasserrinne: 55,90 m NHN
- Sohle der Berme: 56,00 m NHN

Variante A2 (Abbildung 7, unten):

- Auslauf aus dem Untersee über eine Wehrschwelle der Höhe 59,90 m NHN

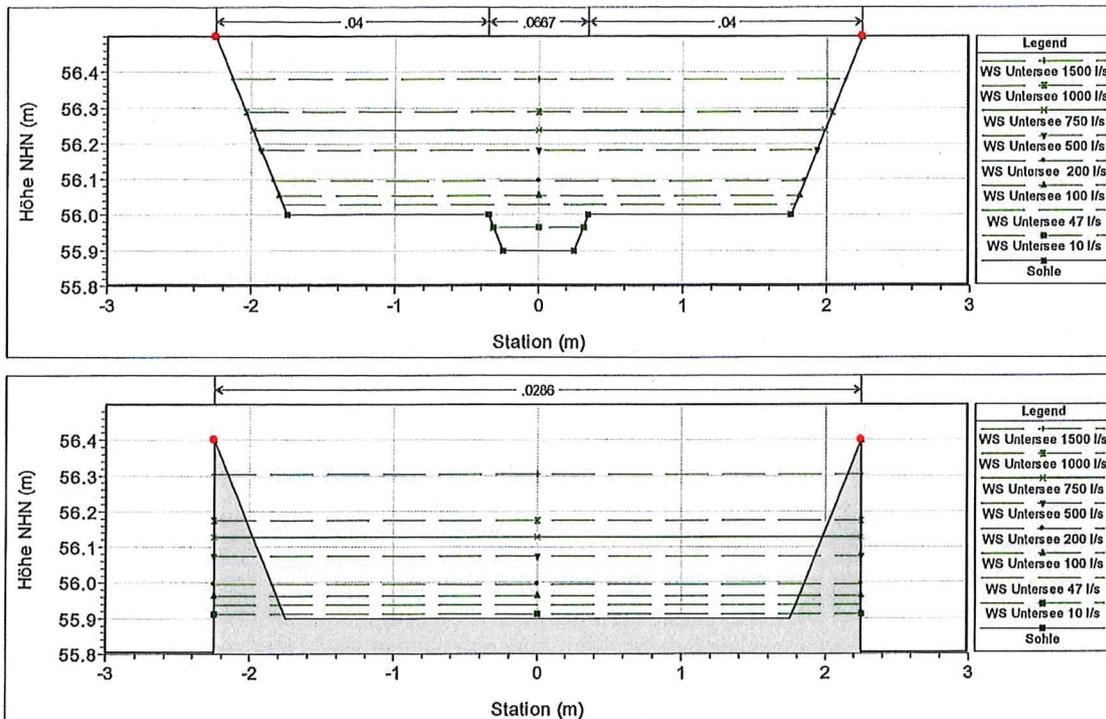


Abbildung 7: Beispiele für den Auslauf am Untersee (stark überhöhte Darstellung)

In Abbildung 7 sind in den Auslaufprofilen für verschiedene Abflüsse die Wasserspiegel im Untersee dargestellt. In Abbildung 8 ist für die beiden Varianten und den Ist-Zustand (Geometrie vom 26.03.2012, Bohlenhöhe: 55,82 m NHN + 9 cm Verklausung) der Wasserstand in Abhängigkeit vom Abfluss dargestellt. Bei einem Abfluss von 10 l/s liegt der Wasserspiegel in Variante A2 bei 55,91 m NHN, in Variante A1 bei 55,93 m NHN. Der bei den Begehungen maximal festgestellte Abfluss betrug am 5.03.2012 131 l/s. Die dazugehörigen Wasserspiegel betragen 55,97 m NHN (A2) und 56,06 m NHN (A1) und würden somit unterhalb des im Hechtsee beobachteten Wasserspiegels (56,09 m NHN) liegen. Bei Abflüssen über 200 l/s liegen beide Varianten deutlich unter dem Ist-Zustand.

Ein Rechen wurde in beiden Varianten nicht berücksichtigt. Dieser sollte aus hydraulischen Gründen auch nicht vor dem Auslaufgerinne bzw. der Schwelle angebracht werden, sondern erst vor dem Einlauf in die Verrohrung.

Die genaue Ausgestaltung des Auslaufs sollte gemäß den ökologischen Vorgaben des GEK-Wuhle erfolgen.

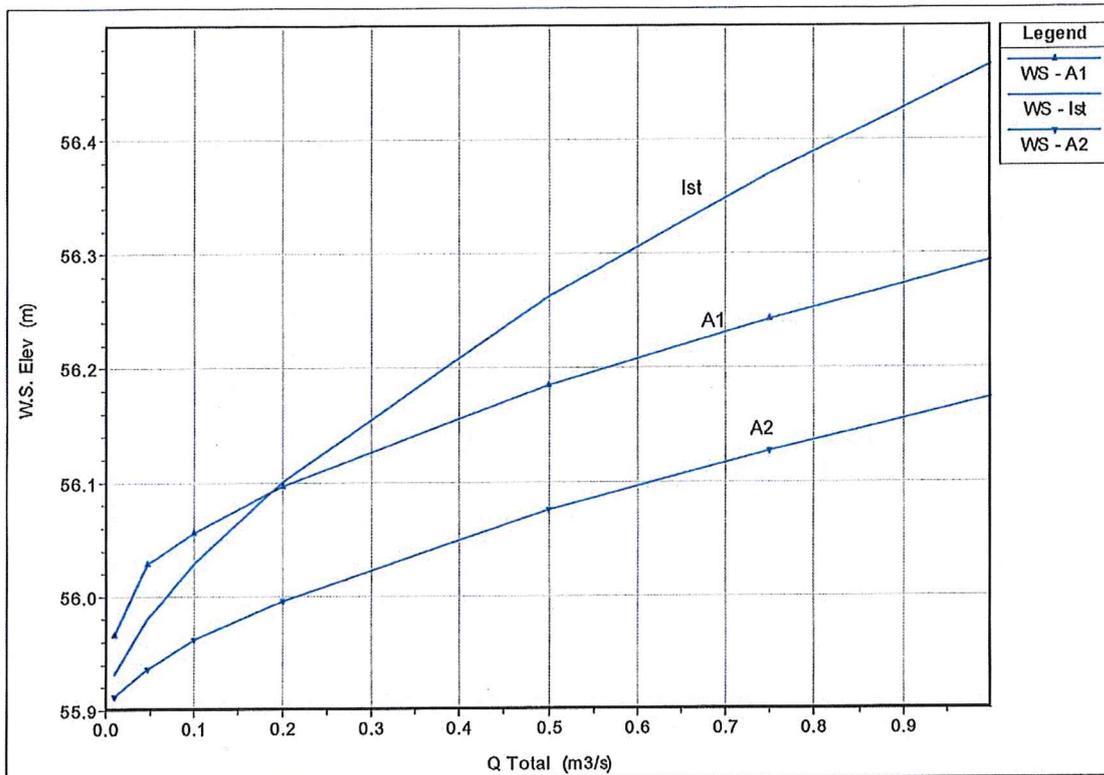


Abbildung 8: H-Q Beziehungen des Ist-Zustandes und der Varianten A1 und A2 am Auslauf des Untersees

7 Modellerstellung Hydraulik

Für den Bereich zwischen Auslaufbauwerk Untersee und Haussee wurde ein einfaches hydraulisches Modell erstellt, um den Zusammenhang zwischen den Wasserspiegeln der Seen in Abhängigkeit vom Abfluss beurteilen zu können. Mit diesem Modell wird dann ein Vergleich des Rohrdurchlasses unter der L33 mit der geplanten Otter gerechten Brücke durchgeführt. Das Modell wird ebenfalls verwendet, um Vorschläge für die Umgestaltung des Auslaufs am Untersee zu entwickeln.

Für die Modellerstellung wurden am 26.03.2012 an den Engstellen zwischen den Seen jeweils zwei Profile aufgenommen. Weiterhin wurden je zwei Profile ober- und unterhalb der L33 aufgenommen. Die Aufnahme erfolgte mittels Maßband und Messlatte relativ zu den beobachteten Wasserspiegeln (Abbildung 9). Darüber hinaus wurden die Längen der Engstellen in Fließrichtung gemessen.

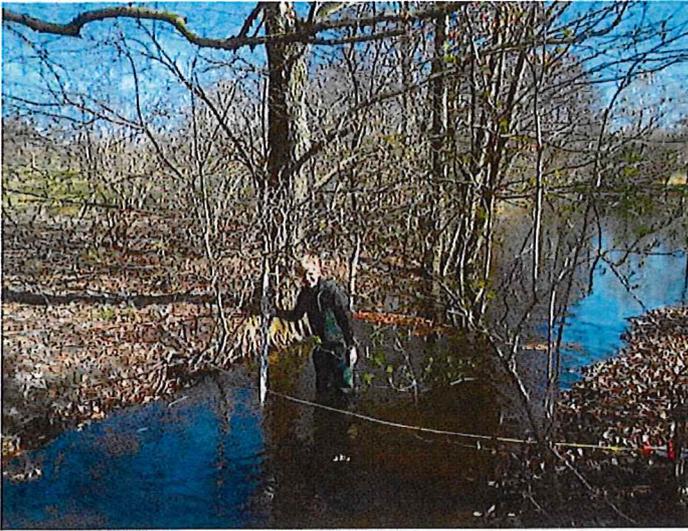


Abbildung 9: Profilaufnahme

Die Wassertiefen der Seen betragen am 26.03.2012 in allen Seen mehr als 1,20 m (Abbildung 10). Für die stationäre Berechnung der Wasserspiegellagen sind die genauen Abmessungen der Seen nicht relevant, da die Wasserspiegel (nahezu) waagrecht sind. Daher wurden die Seen schematisch mit einer aus dem Luftbild ermittelten Breite und einer Tiefe von 1,50 m in das Modell eingegeben.

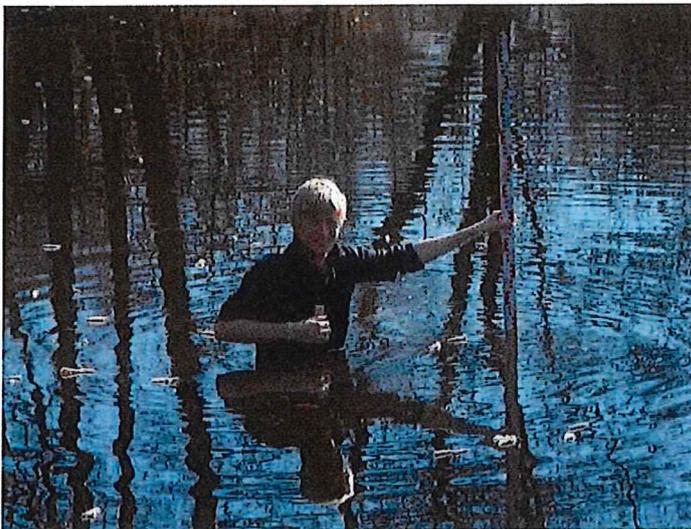


Abbildung 10: Wassertiefenbestimmung der Seen

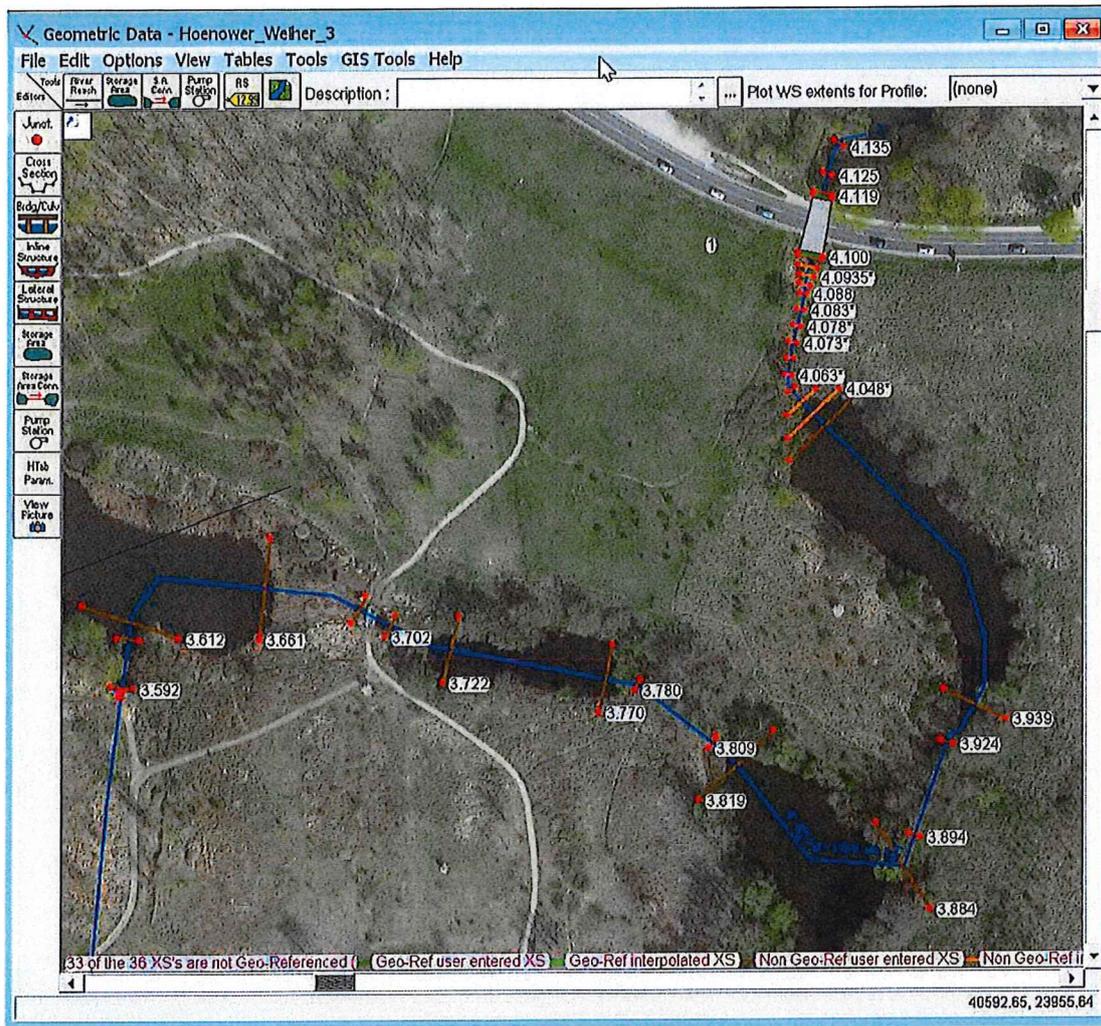
Für den Rohrdurchlass an der L33 standen ein Schnitt als Feldriss und ein Lageplan (Vermessungsbüro Horst Möhring, 2008) zur Verfügung. Die im Feldriss angegebenen Höhen wurden aus dem Höhensystem HN durch Addition von 15 cm in das System NHN überführt. Die horizontalen Abmessungen wurden aus dem zugehörigen Lageplan ergänzt. Der Rohrdurchlass weist an der Nordseite ein anderes (größeres) Profil als an der Südseite auf. Dies wurde im Modell berücksichtigt und ist auch im Längsschnitt (Abbildung 12) zu erkennen.



Das Modell wurde mit den für den 26.03.2012 ermittelten Abflüssen (Tabelle 3) und Wasserständen (Tabelle 1, Abbildung 2) kalibriert. In Abbildung 11 ist ein Lageplan des Modells dargestellt, Abbildung 12 zeigt einen hydraulischen Längsschnitt für das Kalibrierungsergebnis. Die gemessenen Wasserspiegel konnten mit dem Modell nachvollzogen werden.

Es ist zu erkennen, dass die Wasserspiegel vor und hinter der Verrohrung nahezu identisch sind. Der Wasserspiegelunterschied zwischen Haussee und Hönower Weiherkette ergibt sich, wie im Längsschnitt zur erkennen ist, aus dem Grabenstück südlich der L33. Dies deckt sich mit den am 26.03.2012 gemachten Beobachtungen.

Im Längsschnitt ist zu erkennen, dass die Sohle zunächst wieder ansteigt (um 20 cm von 55,85 m NHN auf 56,05 m NHN). Dies entspricht den Beobachtungen vor Ort und den Angaben im Lageplan (Vermessungsbüro Horst Möhring, 2008), in dem etwa an dieser Stelle eine Böschungunterkante von 55,90 m HN ($\approx 56,05$ m NHN) vermerkt ist.



Die Stationierung schließt am Auslaufbauwerk an die Vermessung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2003) an.

Abbildung 11: Lageplan des hydraulischen Modells mit Stationierungen der Profile

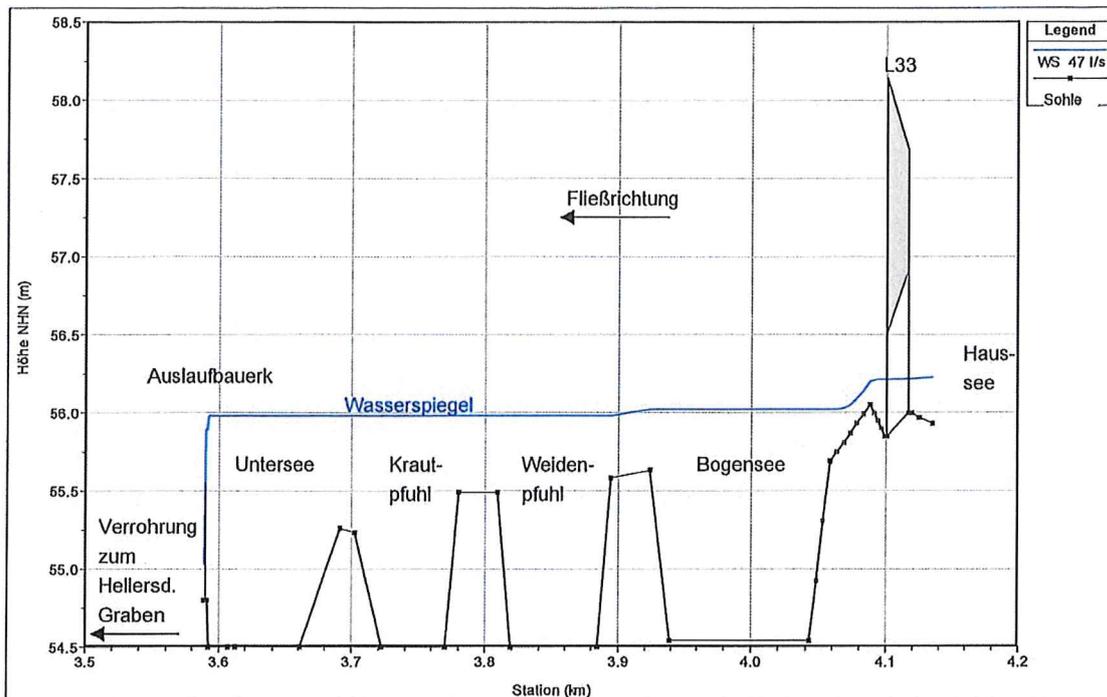


Abbildung 12: Ergebnis der Spiegellinienberechnung vom 26.03.2012 (Hydraulischer Längsschnitt)

8 Hydraulischer Vergleich der bestehenden Verrohrung mit der geplanten ottergerechten Brücke

Das geplante Brückenbauwerk wurde aus den Planfeststellungsunterlagen (Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, 2011, Unterlage 10, Plan 1) in das Modell übernommen. Die Höhenangaben der Unterlage beziehen sich auf das System HN und wurden durch Addition von 15 cm in das System NHN überführt.

Mit dem so erhaltenen Modell des Plan-Zustandes wurden Spiegellinien mit unterschiedlichen Abflüssen durchgeführt. Abbildung 13 zeigt das Brückenprofil mit den entsprechenden Wasserspiegeln. Unterhalb von 47 l/s (Abfluss vom 26.03.2012) sind beide Bermen trocken. Bei einem Abfluss von 200 l/s ist die rechte Berme noch trocken. Bei den Ortsbegehungen wurde ein maximaler Abfluss von 131 l/s ermittelt (05.03.2012), d.h. die rechte Berme wäre stets nutzbar gewesen. Eine Einordnung der Jährlichkeiten der untersuchten Ereignisse ist erst mit den Ergebnissen des im Rahmen des GEK-Wuhle zu erstellenden NA-Modells möglich.

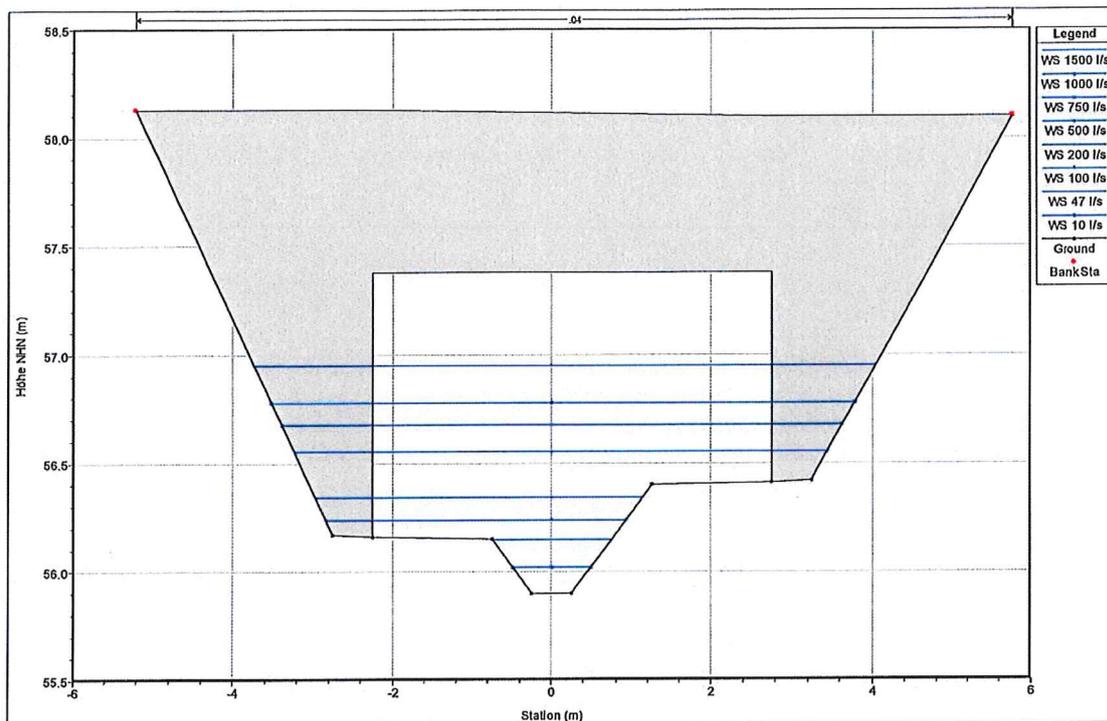


Abbildung 13: Brückenprofil mit Otterdurchlass (Plan-Zustand), Wasserspiegel

Abbildung 14 zeigt einen hydraulischen Längsschnitt an der L33 für verschiedene Abflüsse im Ist-Zustand (Verrohrung). In Abbildung 15 ist ein entsprechender Längsschnitt für den Plan-Zustand (Ottergerechte Brücke) dargestellt. Im Ist-Zustand ist eine Sohlerrhöhung unterhalb (d.h. in der Abbildung links) der L33 zu erkennen. Es ist davon auszugehen, dass diese im Zuge der Bauarbeiten verloren geht. Um dadurch keine Absenkung des Wasserspiegels im Haussee zu bekommen, wird vorgesehen, eine entsprechende Sohlerrhöhung (und seitliche Einengung) im Plan-Zustand oberhalb (d.h. in der Abbildung rechts) der L33 anzulegen. Das entsprechende Profil ist in Abbildung 17 dargestellt. Abbildung 16 ist eine Kombination aus Abbildung 14 und Abbildung 15. Die Abbildung zeigt den hydraulischen Vergleich der bestehenden Verrohrung (Ist) mit der geplanten ottergerechten Brücke (Plan). Unterschiede der Wasserspiegellagen oberhalb der Verrohrung bzw. Brücke sind erst zur erkennen, wenn die Verrohrung beginnt einzustauen. Bei einem Abfluss von 500 l/s erzeugt die Brücke einen um 4 cm niedrigeren Aufstau als die Verrohrung (Ist-Zustand), bei 750 l/s beträgt die Differenz 10 cm und bei 1000 l/s knapp 20 cm.

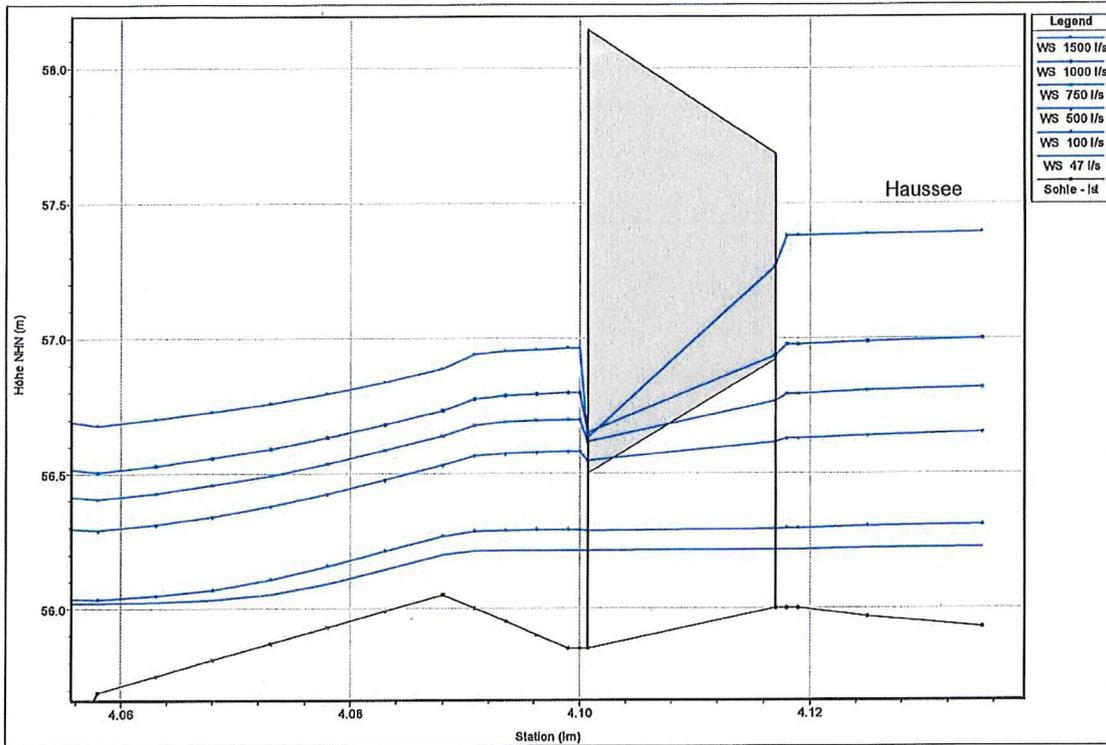


Abbildung 14: Verrohrung an der L33 (Ist)

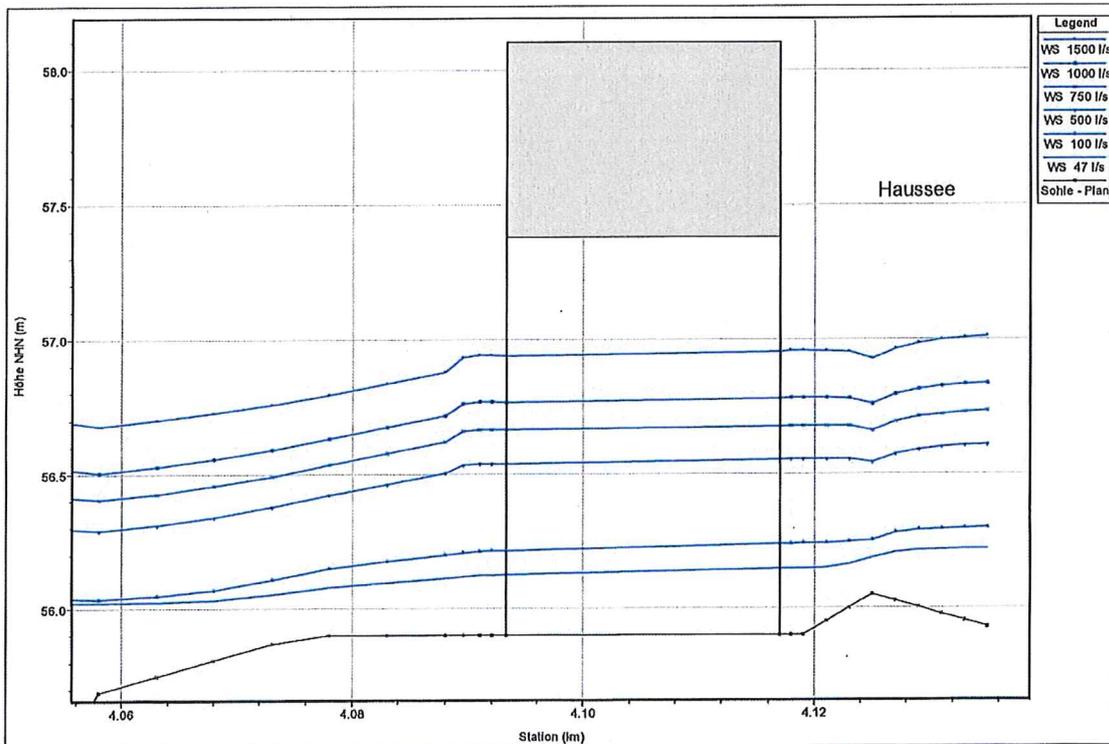


Abbildung 15: Ottergerechte Brücke an der L33 (Plan)

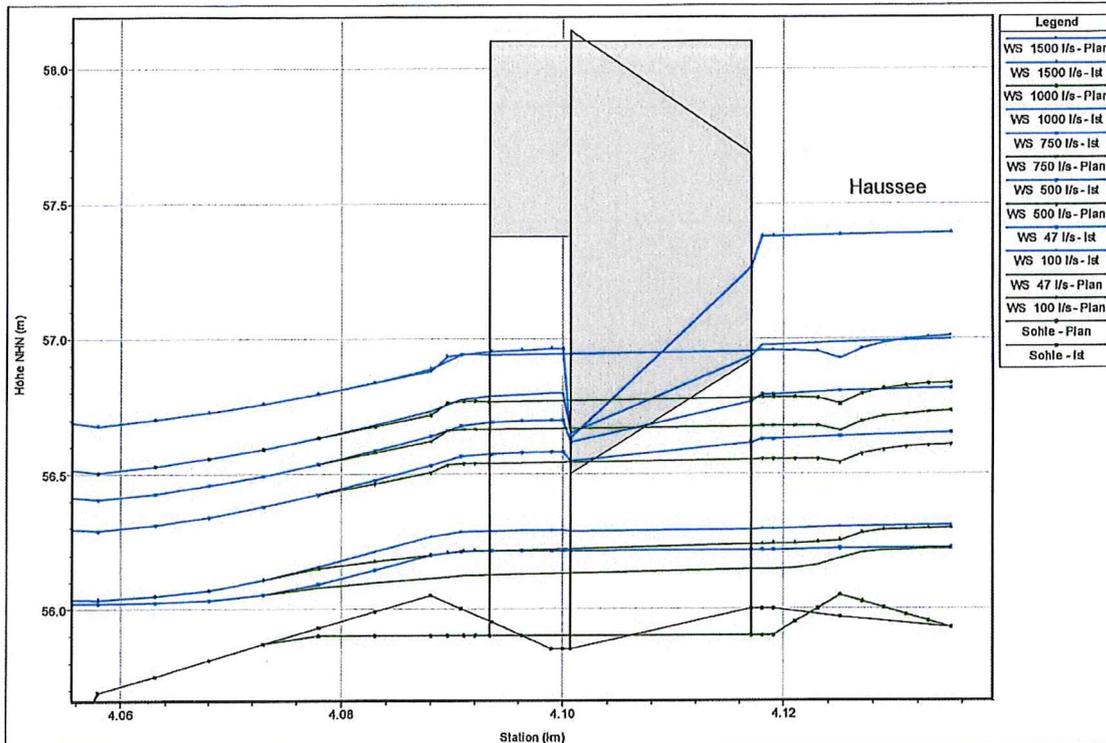


Abbildung 16: Hydraulischer Vergleich von Verrohrung (Ist) und Brücke (Plan) an der L33

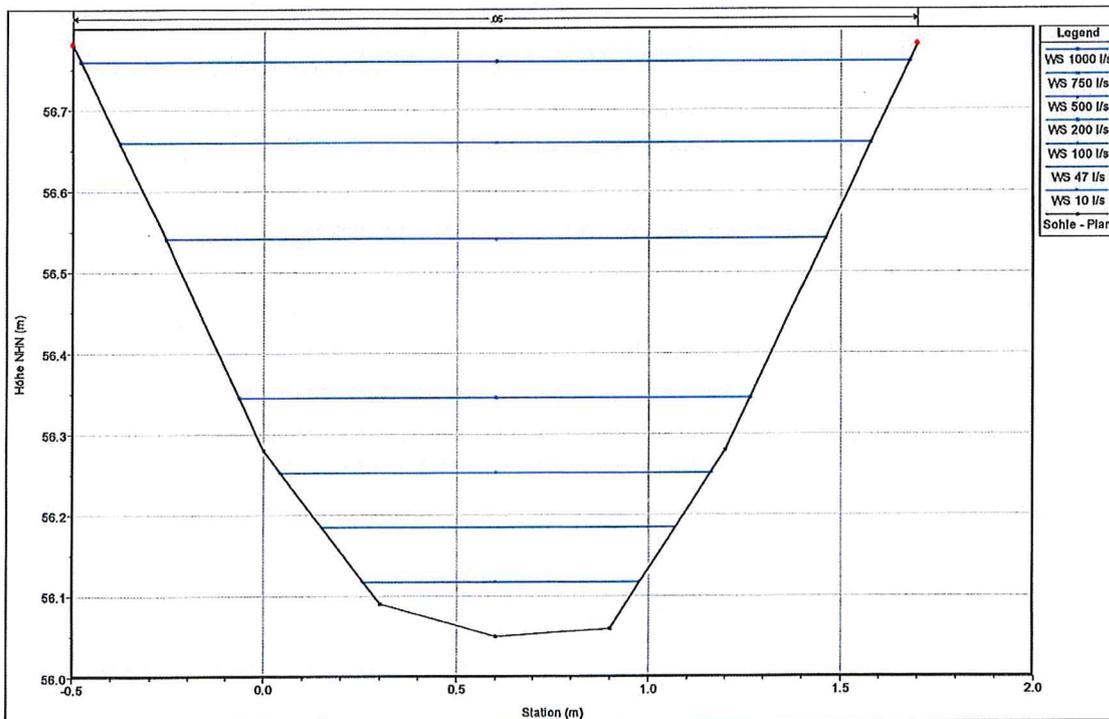


Abbildung 17: Sohlenerhebung und Einengung oberhalb der ortsgerechten Brücke (Profil)



Durch den geringeren Einstau im Plan-Zustand verringert sich grundsätzlich die Retention in Haussee und Retsee. Es ist zu klären, ob diese Veränderung für das unterliegende System nachteilig ist. Da noch keine Abflüsse aus dem im Rahmen des GEK-Wuhle erstellten NA-Modells vorliegen, wird im Folgenden eine Abschätzung durchgeführt:

Dazu wurde ein einfaches Modell erstellt, in dem Haussee und Retsee als Speicher abgebildet wurden. Die Fläche der Seen wurde hierzu im GIS ermittelt. Vereinfachend wurden beide Seen zu einem Speicher zusammengefasst. Die „Drosselkennlinie“ des Speichers entstammt aus der hydraulischen Berechnung (Abbildung 16) und ist dementsprechend für Ist- und Plan-Zustand unterschiedlich. Dieser Speicher wurde beispielhaft mit einer Kennlinie beschickt, die einem einzugsgebietsproportional herunterskalierten HQ_{100} an der Panke entspricht.

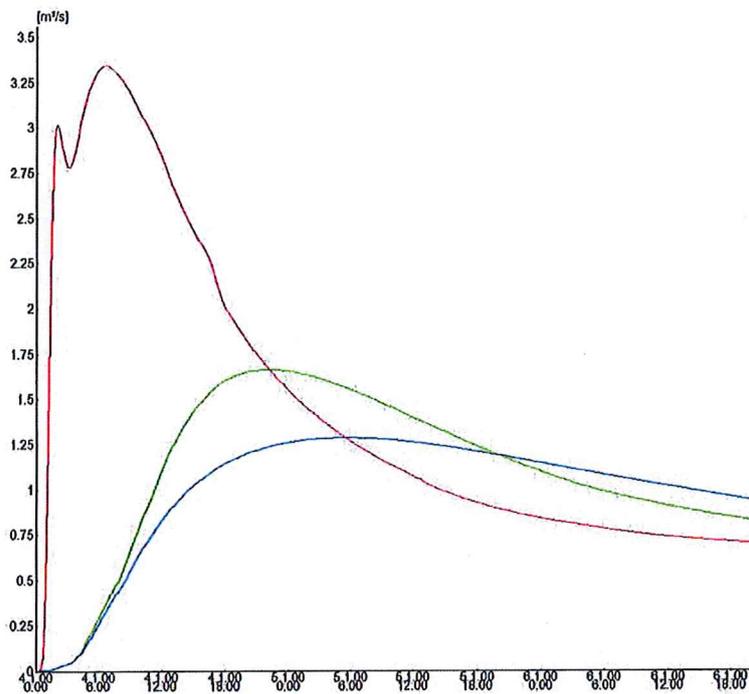
Die Ganglinien sind in Abbildung 18 dargestellt. Abbildung 19 zeigt die dazugehörigen Wasserstandskennlinien im Haussee. Im vorliegenden Beispiel verringert sich der Einstau des Haussees im Plan-Zustand um 17 cm. Der maximale Ausfluss erhöht sich dementsprechend um knapp 30% bzw. 350 l/s.

Für die Weierkette würde dies (Auslaufbauwerk wie am 26.03.2012) eine Erhöhung des Wasserspiegels um ca. 10 cm bedeuten (Abbildung 20). Die Hydraulik des sich anschließenden Hellersdorfer Grabens ist maßgeblich von Regenwassereinleitungen bestimmt, die durch die Grabenstauung im Hellersdorfer Graben allerdings stark retendiert werden. Trotz der Retention in den Grabenstauen ist ein Zusammentreffen der Abflussspitzen im Hellersdorfer Graben mit dem Zufluss aus dem Haussee unwahrscheinlich. Beispielsweise wird in den 2011 für die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin durchgeführten Berechnungen für den Hellersdorfer Graben die Abflussspitze des HQ_{100} am Auslauf des östlichen Grabenstaus bereits nach etwa 2 h erreicht, nach 11 h ist der Speicher wieder komplett entleert. In Abbildung 18 tritt die Abflussspitze nach ca. 20 h auf.

Fazit:

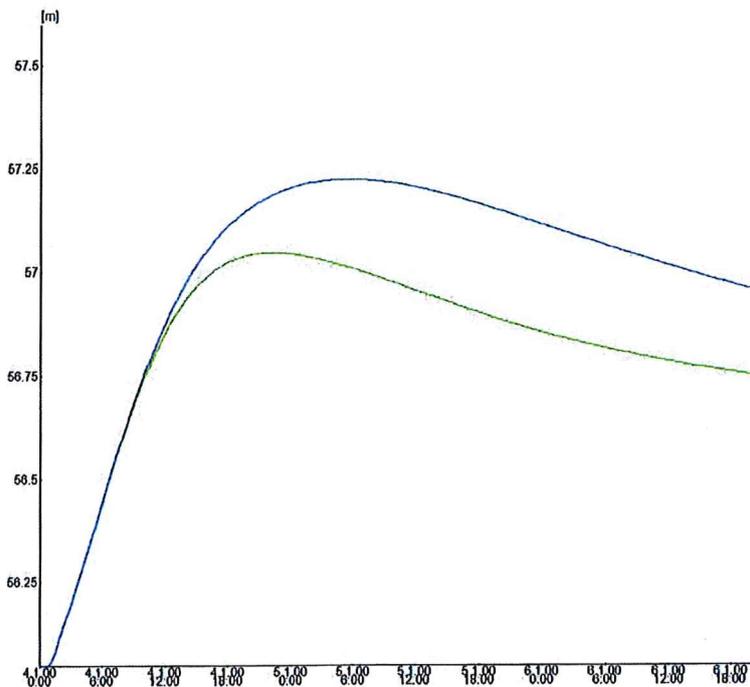
Der Umbau des vorhandenen Durchlasses in eine ottergerechte Brücke führt bei Abflüssen unter 500 l/s nicht zu einer Veränderung des hydraulischen Verhaltens (sofern oberhalb eine geringe Einengung des Profils und Sohlhebung auf 56,05 m NHN durchgeführt wird).

Bei größeren Abflüssen erzeugt die ottergerechte Brücke erwartungsgemäß weniger Rückstau, somit weniger Retention im Haussee/Retsee und größere Abflüsse unterhalb. Das wurde anhand einer beispielhaften extremen Hochwasserwelle näher untersucht. Die Abflusserhöhung in den Gewässern unterhalb führt wahrscheinlich nicht zu erheblichen negativen Auswirkungen. Für eine Einordnung der Jährlichkeit des untersuchten Ereignisses und eine genauere Quantifizierung der Auswirkungen wären reale Hochwasserwellen aus dem Einzugsgebiet des Haussees/Retsees nötig (NA-Modell).



Q_{Zu}: rot; Q_{Ab,Ist}: blau; Q_{Ab,Plan}: grün

Abbildung 18: Zu- und Ablaufkennlinien des Speichersystems Haussee – Retsee für ein beispielhaftes Hochwasserereignis, Vergleich Ist (blau) – Plan (grün)



Q_{Zu}: rot; Q_{Ab,Ist}: blau; Q_{Ab,Plan}: grün

Abbildung 19: Wasserstandskennlinien des Haussees für ein beispielhaftes Hochwasserereignis, Vergleich Ist (blau) – Plan (grün)

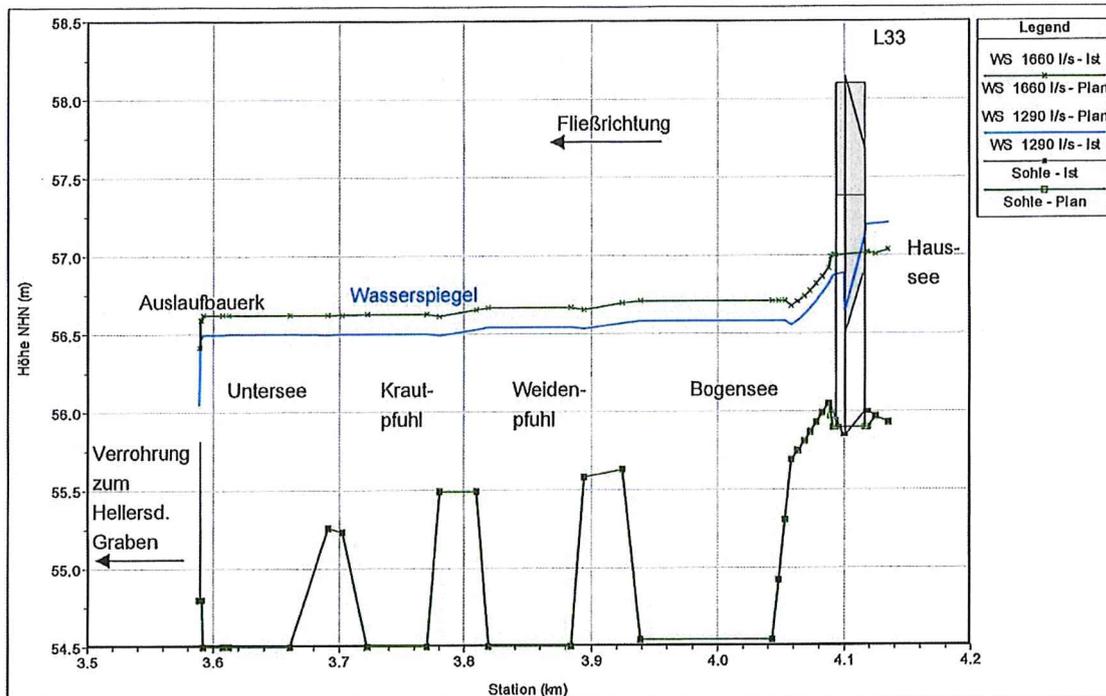


Abbildung 20: Hydraulischer Längsschnitt für ein beispielhaftes Hochwasserereignis, Vergleich Ist - Plan

9 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse stichpunktartig zusammengefasst:

- Themenkomplex Wasserstand Untersee:
 - Im Zusammenarbeit mit Herrn Krone, WBV Finowfließ erfolgen am 26.03.2012 Höhenaufnahmen per GPS. Die Genauigkeit konnte mit einem Vergleich der Schachtdeckelhöhen an der Verrohrung zwischen Hechtsee und Entenpfehl auf ± 3 cm verifiziert werden.
 - Die Skalen der Pegellatten in Hechtsee und Retsee stimmen nicht mit den gemessenen Höhen überein. Als wesentliche Ursache wird vermutet, dass die Pegel noch im alten DDR-Höhensystem HN eingemessen wurden. Für Berlin gilt $NHN - HN = \text{ca. } 15 \text{ cm}$. Woraus die verbleibende Differenz resultiert, kann nicht näher bestimmt werden. Im vorliegenden Bericht wurden alle von den Pegeln abgelesenen Werte entsprechend der GPS-Messung korrigiert, d.h. im Retsee um 0,24 m erhöht und am Hechtsee um 0,20 m erhöht.
 - Im Zeitraum vom 05.03.2012 bis 27.04.2012 wurden mehrfach Wasserstände aufgezeichnet. Während des gesamten Beobachtungszeitraumes bestand kein Zusammenhang zwischen dem Wasserspiegel des Untersees und des Hechtsees. Die Wasserspiegel im Untersee schwankten zwischen 55,79 m NHN und 55,98 m NHN, der Wasserspiegel im Hechtsee sank minimal von 56,09 NHN auf 56,06 NHN und lag somit zwischen 10 bis 23 cm über dem Untersee (siehe Abbildung 3). In keinem Fall konnte ein Ausfluss aus dem Hechtsee beobachtet werden.



- Die einzig mögliche Erklärung ist, dass die Verrohrung zwischen Hechtsee und Entenpfuhl den Wasserspiegel im Hechtsee auf ca. 56,08 m NHN einstaut. Laut Längsschnitt (Landkreis Märkisch Oderland 2007, Plan GP-5) beträgt die maximale Sohlhöhe in der Verrohrung 55,87 m NHN. Es ist also eine Verklausung der Verrohrung anzunehmen.
- Unter Berücksichtigung der genannten Interessen von Naturschutz und dem Anlieger des Hechtsees wird vorgeschlagen, für den Untersee bei Trockenwetter einen Zielwasserstand von 55,90 m NHN anzustreben. Die angenommene Verklausung in der Verrohrung zwischen Hechtsee und Entenpfuhl sollte entfernt und die Engstelle zwischen Entenpfuhl und Weidenpfuhl geringfügig (ca. 20 cm) eingetieft werden.
- Themenkomplex Otterdurchlass:
 - Der Umbau des vorhandenen Durchlasses in eine ottergerechte Brücke führt bei Abflüssen unter 500 l/s nicht zu einer Veränderung des hydraulischen Verhaltens, sofern oberhalb eine geringe Einengung des Profils und Sohlanhebung auf 56,05 m NHN vorgenommen wird.
 - Bei größeren Abflüssen erzeugt die ottergerechte Brücke erwartungsgemäß weniger Rückstau, somit weniger Retention im Haussee/Retsee und größere Abflüsse unterhalb. Die Abflusserhöhung in den Gewässern unterhalb führt jedoch wahrscheinlich nicht zu erheblichen negativen Auswirkungen. Für eine Einordnung der Jährlichkeit des untersuchten Ereignisses und eine genauere Quantifizierung der Auswirkungen wären reale Hochwasserwellen aus dem Einzugsgebiet des Haussees/Retsees nötig (NA-Modell).



10 Datengrundlagen

- Landkreis Märkisch-Oderland (2007): K 6426 Hönow (Mahlsdorfer Straße) Straßenentwässerung Antrag auf Oberflächengewässerbenutzung
- Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, NL Ost, NS Eberswalde (2011): Vierstreifiger Ausbau der L 33, Hönow – Stendaler Straße (Berlin) von Bau - km 0+000 bis Bau - km 2+430, von Abs. MOL 425, km 0,505 bis Abs. MOL 420, km 0,064, von NK 3447 007 bis NK 3447 008, PLANFESTSTELLUNG, Stand November 2011
- Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, NL Ost, NS Eberswalde (2011): Ergebnisbericht zur Baugrunduntersuchung, Bauvorhaben L10 – Hönow, Grabenöffnung U – Bf. Hönow
- Mündliche Auskunft von Herr von Angern vom 5.3.2012 und 26.3.2012
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2011): Hydrologisches und hydraulisches Niederschlags-Abfluss-Modell für Hellersdorfer Graben (Hönower Weiherkette)
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2003): Hellersdorfer Graben, Vermessung, Lageplan
- Vermessungsbüro Horst Möhring (2008): Feldriß Hönow, L33 DL 330
- Vermessungsbüro Horst Möhring (2008): Ausbau L 33, Hönow-Landesgrenze (Lageplan)