

Geohydraulisches Gutachten Rathenow

Auftraggeber:

Stadt Rathenow
Bau- und Ordnungsamt
Berliner Str. 15
14712 Rathenow

Auftragnehmer:

IHU Geologie und Analytik
Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH
Dr.-Kurt-Schumacher-Str. 23
39576 Stendal

Verfasser:

Dipl.-Phys. Dr. U. Stahl

Datum:

05.12.2011

[IHU – G14/315/11]

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	3
2	Ablauf der Untersuchungen.....	3
3	Recherche bestehender Daten.....	4
4	Datenermittlung	5
4.1	Geländebegehungen	5
4.2	Stichtagsmessungen.....	5
4.3	Vermessungsarbeiten	5
5	Untersuchungsergebnisse.....	6
5.1	Geologie und Hydrogeologie	6
5.2	Hydrometeorologische Situation.....	8
5.3	Hydrologische Situation der Havel.....	9
5.4	Regionale Hydrodynamik.....	12
5.5	Lokale Hydrodynamik und Grundwassernutzung.....	14
5.6	Lokale Vorflutverhältnisse	18
6	Zusammenfassung und Handlungsempfehlung.....	23
7	Verzeichnisse	25
7.1	Verzeichnis der Anlagen	25
7.2	Verzeichnis der Quellen.....	26

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die IHU Geologie und Analytik GmbH wurde mit Datum vom 23.08.2011 mit der Erstellung eines geohydraulischen Gutachtens für das Gebiet Rathenow beauftragt.

In Teilen von Rathenow und seiner Umgebung kam es seit dem Herbst 2010 bis hinein in den Sommer 2011 zu Vernässungen in einem bisher noch nicht aufgetretenen Ausmaß. Besondere Probleme mit Wasser in Kellern traten in der Baumsiedlung und der Waldsiedlung sowie im Ortsteil Neu Friedrichsdorf auf. In Rathenow Ost stand Wasser in den Schächten der Fernwärmeanlagen. Daneben gab es auch Nässeprobleme in anderen Stadtteilen, insbesondere in Havelnähe.

Das Ziel des Gutachtens war die Klärung der Ursachen für die ungewöhnlich hohen Grundwasserstände sowie die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur künftigen Vermeidung oder Begrenzung solcher Situationen.

2 Ablauf der Untersuchungen

- | | |
|--------------|---|
| 26.08.11 | Beauftragung und Anlaufberatung |
| ab 27.09.11 | Recherche Daten: Stadt, Landkreis, Wasser- und Abwasserverband, Wasser- und Bodenverband, Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Wasser- und Schifffahrtsamt Brandenburg, DWD Deutscher Wetterdienst |
| 28.-30.08.11 | Messkampagne 1: Grundwassermessstellen, Löschwasserbrunnen, Schächte der Wärmeversorgung, Oberflächenwassermesspunkte, Grabenschau |
| 20./21.09.11 | Messkampagne 2: zusätzlich Gebiet Neu Friedrichsdorf / Rotes Fenn |
| 23.09.11 | Information über Zwischenergebnisse |
| 26.09.11 | Messkampagne 3: zusätzlich Gebiet Wolzensee / Körgraben |
| 10.10.11 | Vorstellung der Ergebnisse vor dem Bauausschuss der Stadt Rathenow |

3 Recherche bestehender Daten

Auf Anfrage beim Wasser- und Schifffahrtsamt Brandenburg [1] wurde am 05.09.2011 eine sehr umfangreiche Datensammlung zur Verfügung gestellt. Neben Primärdaten wie Tageswerten der Pegelhöhen und Durchflussmengen der unteren Havel seit 1990 wurden auch umfangreiche statistische Auswertungen, Stauzielfestlegungen und Protokolle der Staubeiratssitzungen übergeben. Diese Daten sind insbesondere in den Anlagen 2 bis 5 eingeflossen.

Durch den Wasser- und Abwasserverband Rathenow [2] erfolgen 14tägige Messungen der Wasserspiegel von Messstellen im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Rathenow. Neben diesen den aktuellen Daten wurden insbesondere die Langzeitdaten der Fördermengen und der Wasserspiegelmessungen ausgewertet. Diese Daten waren insbesondere die Grundlage für Anlage 8.

Durch das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (LUGV), Referat RW 5 [3] wurden Daten des „Landesmessnetzes Grundwasser“ übergeben. Besonders wichtig waren lange Messreihen von Grundwasserständen, die z.B. für die Messstelle am Karl-Marx-Platz bis in das Jahr 1930 zurückreichten, siehe Anlage 6.

Vom Wasser- und Bodenverband "Untere Havel – Brandenburger Havel" [4] wurden Lagepläne und Daten der unterhaltungspflichtigen Gewässer übergeben.

Vom Datenservice des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [5] wurden Niederschlagsdaten für die Station Rathenow für den Zeitraum von Januar 1990 bis Juli 2011 abgefragt und ausgewertet, siehe Tabelle 1.

Weiterhin wurden alle Daten verwendet, die die IHU Geologie und Analytik GmbH [6] durch ihre Tätigkeit für andere Projekte in der Region Havelland gewonnen hat, wie die Altlastuntersuchungen für die Stadt Rathenow im Stadtwaldt und die Grundwassersanierung im Bereich der ehemaligen Kasernen an der Breitscheidstraße für die Brandenburgische Boden GmbH.

Von der Bürgerinitiative Rathenow gemessene Wasserspiegeldaten dem Gutachter am 01.12.2011 per E-Mail [7] anerkennenswerterweise zur Verfügung gestellt. Übergeben wurden Messreihen für die Wald- und die Baumsiedlung sowie Informationen zum Höchststand für Neu Friedrichsdorf im Winter 2010/2011.

Ausgewertet wurden außerdem geologische und hydrogeologische Kartenwerke des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) Brandenburg, des GFE Halle (LKQ, HYKA) sowie auch historische Karten beispielsweise zur ursprünglichen Lage des Faulen Sees vor dem Beginn der Bebauung.

4 Datenermittlung

4.1 Geländebegehungen

Am 31.08.2011 und am 05.10.2011 erfolgten gemeinsame Geländebegehungen mit Vertretern der Stadt Rathenow, des Landkreises Havelland und des Wasser- und Bodenverbandes. Die primäre Zielstellung war die Begutachtung des Zustandes der Oberflächengewässer / Grabensysteme im Stadtgebiet sowie aller relevanten umliegenden Flächen. Darüber hinaus wurden durch Mitarbeiter der IHU Geologie und Analytik GmbH mehrfach wichtige Teilbereiche begangen und kontrolliert.

4.2 Stichtagsmessungen

Durch Mitarbeiter der IHU erfolgten zwei umfangreiche und mehrere kleine Messungen der Höhen des Grundwassers sowie von Oberflächengewässern im Untersuchungsgebiet.

Die erste Messkampagne erfolgte vom 28.-30.08.11 unmittelbar nach der Beauftragung um die zu diesem Zeitpunkt noch hohen Wasserstände erfassen zu können. In dieser Kampagne wurden die Wasserspiegel von regulären Grundwassermessstellen, Löschwasserbrunnen, Schächten der Rathenower Wärmeversorgung sowie von ca. Punkten an Oberflächengewässern (Gräben, Seen) gemessen. Die Daten sind in Anlage 14 zusammengestellt. Neben Messungen der Wasserspiegellhöhen erfolgten an mehreren Gräben auch magnetisch-induktive Durchflussmessungen mit einem MMI Modell 2000 FLO-MATE der Firma GWU-Umwelttechnik.

Die zweite umfangreiche Messkampagne erfolgte am 20./21.09.2011. Dabei wurde insbesondere kontrolliert wie sich die Wasserspiegel verändern, um Rückschlüsse auf Ursachen und Wechselwirkungen ziehen zu können.

In den Teilen des Stadtgebietes von Rathenow, die besonders stark von den hohen Grundwasserständen betroffen waren, gibt es nur wenige reguläre Grundwassermessstellen. Deshalb wurden zusätzliche Möglichkeiten genutzt, um dort Grundwasserstände messen zu können. Mit Unterstützung der Stadtverwaltung und der Feuerwehr wurden vorhandene Löschwasserbrunnen in die Messkampagne einbezogen. Da im Allgemeinen keine Ausbaudaten (Filterstrecken) dieser Aufschlüsse vorlagen, konnten diese Daten nur als Orientierungswerte genutzt werden.

4.3 Vermessungsarbeiten

Durch den Vermessungstrupp der IHU wurden alle Punkte eingemessen für die keine Vermessungsdaten vorlagen. Das betrifft insbesondere die Feuerlöschbrunnen, die Schächte der Rathenower Wärmeversorgung, den Wolzensee, die Mehrzahl der Gräben und Durchlässe sowie die Vernässungsflächen der Hopfengärten bzw. der Baumsiedlung.

Wo möglich, erfolgte die Einmessung mit einem differentiellen GPS-System Trimble R4. Wo kein ausreichender Empfang vorlag, wurden Hilfspunkte auf geeigneten Freiflächen oder Lichtungen eingemessen, von denen aus terrestrisch weiter vermessen wurde.

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Geologie und Hydrogeologie

Die geologische Situation der Havelniederung entspricht den allgemeinen Verhältnissen des Norddeutschen Tieflandes. Über einem durch Bruchtektonik gestörten kristallinen Fundament liegen hier etwa 8000 m mächtige Sedimente des Meso- und Neozoikums. Oberflächenwirksam sind die Zechstein-Salzablagerungen. Nach Süden steigt die tertiäre Oberfläche rasch von -250 m NHN auf -50 bis -80 m NHN an.

Die geologisch-geomorphologische Vorprägung der Unteren Havelniederung ist weichselkaltzeitlich und durch Bildungen des Brandenburger Stadiums (W1B) gekennzeichnet. Die Havelniederung folgt im Wesentlichen pleistozänen Schmelzwasserabflussbahnen, die den W1B-Eisrandlagen 1c und 2 zuzuordnen sind. Das Berliner Urstromtal, eine Schmelzwasserrinne des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit, vereinigt sich im Raum der Unteren Havel mit dem Elbe-, Baruther- und Eberswalder Urstromtal. Diese bilden ein weit verzweigtes Netz großräumiger Niederungslandschaften mit hohen Mooranteilen. Die Ablagerungen des Brandenburger Stadiums der letzten Weichseleiszeit werden hier in den Niederungen durch holozäne, vorwiegend fluviale und telmatische Bildungen überlagert.

Im Weichsel-Hochglazial erreichte das Inlandeis im Brandenburger Stadium bei Havelberg und westlich von Rathenow die Maximalausdehnung. Nach dem Rückschmelzen des Inlandeises hat sich ein Komplex von ebenen und welligen Grundmoränenplatten mit aufgesetzten End- und Stauchendmoränen gebildet. In den Rinnen und Hohlformen konnten sich später Seen bilden (z. B. Hohennauener See, Wolzensee).

Die Grundmoränenplatten bestehen aus Geschiebemergel und kiesig-sandigen Bildungen. Die Endmoränen werden überwiegend aus sandig-kiesigen Ablagerungen aufgebaut. Die Talsandterrassen bestehen aus Sanden unterschiedlicher Körnung. Aus diesen Terrassen wurden Feinsande zu Flugsandfeldern und Dünen aufgeweht. Holozäne Ablagerungen werden als Flusssande, Mudden, Aueschlicke und -lehme in der Havelaue und in den alten Elbeläufen sedimentiert. In den Standgewässern werden Seekreiden und Mudden abgelagert.

Die stratigraphische Abfolge der im Gebiet von Rathenow verbreiteten quartären Lockergesteinsablagerungen kann vom Hangenden zum Liegenden vereinfacht wie folgt dargestellt werden:

- Holozän und Talsande der Weichsel I-Phase und Nachschüttsande der Saale II-Phase (1. Grundwasserleiter, GWL 1)
- Saale II-Geschiebemergel (1. Grundwasserstauer, GWS). Im näheren Umfeld des Wasserwerkes Rathenow ist der Saale II-Geschiebemergel weitgehend erodiert.
- Sande der Saale II-Vorschüttphase und der Saale I-Nachschüttphase (2. GWL).
- Saale I-Geschiebemergel (2. GWS). In der Erosionsrinne im Bereich des Wasserwerkes kann der Saale I-Geschiebemergel fehlen.

- Sande der Saale I-Vorschüttphase und der Elster-Nachschüttphase sowie teilweise (im Bereich tertiärer Hochlagen) Mittel- und Feinsande der Möllner Schichten (3. GWL).

Den relevanten Hauptgrundwasserleiter, aus dem auch das Wasserwerk fördert, bilden die weichselzeitlichen Talsande. Die Mächtigkeit der anstehenden Sande des GWL 1, die als eine Wechsellagerung von Fein-, Mittel- und Grobsanden ausgebildet sind, ist starken Schwankungen unterworfen. In Abhängigkeit von der Geländemorphologie und der Oberflächenmorphologie des 1. GWS (Saale II-Geschiebemergel) variiert die Mächtigkeit dieser Sandabfolge mit einer in nordöstlicher bis östlicher Richtung zunehmenden Tendenz zwischen ca. 10 – 17 m und mehr als 30 – 40 m im näheren Umfeld des Wasserwerkes. Der geologische Profilschnitt von Anlage 1 veranschaulicht die beschriebenen Verhältnisse.

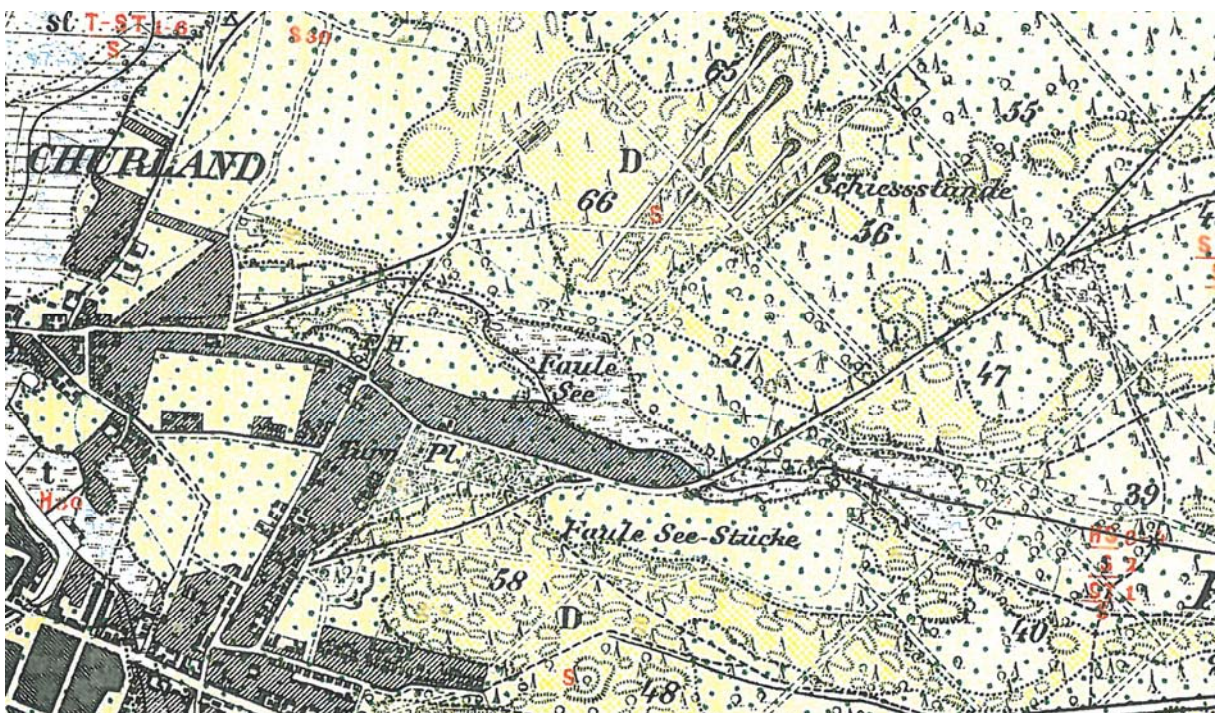


Abb. 1 Lages des Faulen Sees gemäß Karte des „Königl. Preuss. Generalstab 1880“

Teile der Baumsiedlung befinden sich auf der früheren Fläche des Faulen Sees, siehe Abb. 1. Das betrifft speziell die Hopfengärten nördlich des Hopfensteigs und Teile der Wohnbebauung unmittelbar auf der Südseite des Hopfensteigs. Im Westen reichte der Faule See bis vor die Immanuel-Kant-Straße. Im Isohypsenplan von Anlage 9 ist die historische Lage des Faulen See gemäß Abb. 1 in die aktuelle topographische Karte eingetragen.

Entsprechend der Daten geologischer Karten hält dort etwa 1 Meter unter Gelände ein Zwischenstauer aus, auf dem sich ein Schichtwasserhorizont ausbilden kann. In Zeiten mit hohen Niederschlags- bzw. Versickerungsmengen, wie sie im Zeitraum 2010 / 2011 vorlagen, kann der Schichtwasserhorizont über dem des regionalen Grundwasserleiters liegen.

5.2 Hydrometeorologische Situation

Bereits die Kalenderjahre 2007, 2008 und 2009 waren, bezogen auf den durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) für die Station Rathenow ermittelten Gebietsniederschlag, mit 153, 128 und 103 Prozent des vieljährigen Normalwertes der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961 bis 1990 deutlich zu nass.

Mit dem auch für ganz Deutschland seit 1881 niederschlagsreichsten Monat August 2010 und dem viel zu nassen Monat September verschärfte sich die hydrometeorologische Gesamtsituation im Jahresverlauf 2010 in der Region deutlich. Zwar brachte der Oktober mit etwa halb so viel Niederschlag wie normal eine kurzzeitige Entspannung in der Niederschlagsituation. Dafür waren im November und Dezember 2010 wiederum sehr hohe monatliche Gebietsniederschläge zu verzeichnen.

Mit den in fast ganz Deutschland ab Ende November 2010 und damit relativ frühzeitig einsetzenden Schneefällen bildete sich fast überall eine geschlossene Schneedecke heraus, so dass weitere Niederschläge nicht mehr sofort abflusswirksam wurden, sondern in der entstandenen Schneedecke akkumuliert wurden. Das auf diese Weise zwischengespeicherte Niederschlagsdargebot stellt potentiell die bestimmende Größe für die Versickerung und die spätere Abflussbildung dar.

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Mittelwert	41,0	31,1	37,8	38,6	49,6	61,7	51,6	53,2	42,9	33,9	44,2	50,0	535,5
2007	75,2	40,8	48,0	0,1	174,4	106,8	105,3	70,3	93,4	12,1	61,3	32,4	820,1
2008	105,7	24,1	65,8	57,3	23,5	42,3	78,3	88,6	43,5	73,8	40,0	44,1	687,0
2009	31,5	37,3	35,9	4,5	53,5	58,7	40,0	20,8	26,7	109,7	71,5	64,6	554,7
2010	32,5	31,3	40,9	5,8	142,8	18,6	42,1	159,8	131,7	15,7	71,1	61,6	753,9
2011	35,0	15,8	13,6	35,3	37,1	71,5	211,1	67,0	59,3	39,8	1,8		-

Tab. 1 Monatliche Niederschlagsdaten der Station Rathenow in Liter/m²
(Messwerte ab August 2011 für die Station Potsdam)

Vor allem im norddeutschen, aber auch im mitteldeutschen Raum, war nach einsetzender durchgreifender Erwärmung etwa bis zum 12. Dezember ein Großteil der ursprünglich vorhandenen Schneedecke wieder abgetaut. Zum Ende dieses Zeitraumes wurden durch den DWD Spitzenwerte der Tagessummen des Niederschlagsdargebotes zwischen 30 und 40 mm ermittelt. Nach dieser Abtauphase führte ein erneuter Kaltluftvorstoß bis zum 17.12.2010 landesweit wieder zur Herausbildung einer geschlossenen Schneedecke, die insbesondere in Nord- und Ostdeutschland für Dezember überdurchschnittliche Höhen erreichte. Nach Umstellung der Großwetterlage um den 06./07. Januar 2011 setzte bis in die Kammlagen der Mittelgebirge durchgreifendes Tauwetter ein, das von ergiebigen Niederschlägen begleitet wurde. So taute die beträchtliche Schneedecke im Flachland binnen weniger Tage bis auf Reste weg, wobei in der Folge die gesamten zuvor in der

Schneedecke gespeichert und die in dieser Phase neu gefallenen Niederschläge rasch abflusswirksam wurden. Beides zusammen führte an den Flüssen im gesamten nord- und mitteldeutschen Raum zu einer flächendeckenden und lang anhaltenden Hochwassersituation, wobei für einige Wochen in den vormals überfluteten Gebieten zwangsläufig hohe Versickerungsraten auftraten.

Für das gesamte Kalenderjahr 2010 ermittelte der DWD für Rathenow eine Gebietsniederschlagshöhe von 753,9 mm oder 141 %, was einem Niederschlagsüberschuss von etwa 5 Monatsniederschlägen gegenüber einem Normaljahr entspricht. Damit war das Kalenderjahr im Land insgesamt erheblich zu nass, wobei der Schwerpunkt im Jahresverlauf eindeutig in der zweiten Jahreshälfte ab dem Monat August lag.

Das erste Halbjahr 2011 brachte zunächst durchschnittliche Niederschlagsmengen. Wobei die Freisetzung der im Winter gespeicherten Niederschläge durch das Abtauen der Schneemassen im Frühjahr 2011 die Gewässer im gesamten Einzugsbereich der Havel massiv speiste. Im Juli 2011 fielen in Rathenow mit 211 mm etwa 410% der monatsüblichen Niederschläge. Sie trafen auf einen noch weitgehend feuchtegesättigten Untergrund und führten zu flächenhaften Überstauungen und Vernässungen. Innerhalb von 12 Monaten zwischen September 2010 und August 2011 wurden für Rathenow 860 mm Niederschlag registriert. Das sind 160% der langjährigen Durchschnittsmenge oder mehr als 7 Monatsmengen zusätzlich.

5.3 Hydrologische Situation der Havel

Die Havel ist im Untersuchungsgebiet komplett staureguliert. Die Stauwurzeln an den Staustufen Quitzöbel, Garz, Grütz, Rathenow und Bahnitz reichen überwiegend bis an den Unterpegel der stromaufwärts befindlichen Anlage heran, wenn nicht – wie in der Extremsituation von 2010 / 2011 – die Wehre über längere Zeiträume gelegt werden. Die Wirkung der Bewirtschaftung der Staustufen ist regelmäßig über den gesamten Längsschnitt spürbar. Alle Staustufen in der Havel wurden im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse errichtet. Unmittelbare Beziehungen zwischen dem Siedlungshochwasserschutz und dem Ausbau der Wasserstraße lassen sich bisher, hinsichtlich einer verbesserten Situation, nicht nachweisen. Bereits in einigen historischen Schriften wurde darauf verwiesen, dass es ein Irrglaube sei, der Vorflutausbau in der Havel könne die Hochwasserproblematik in der Havelniederung in akzeptabler Form günstiger gestalten. Hochwassergefahren in der Unteren Havelniederung resultierten in der Vergangenheit überwiegend aus den Einflüssen der Elbe.

Ebenso wie in der Havel, reicht der Einfluss der genannten Stauanlagen auch relativ weit in den Mündungsbereich der dortigen Zuflüsse hinein. Für die Bewirtschaftung der Stauanlagen ist aufgrund der rechtlichen Situation (s. o.) die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung zuständig. Erst nach Ausuferung der Havel aus dem Gewässerbett, sprich bei Hochwassersituationen, werden die Länder handlungs- und verantwortlich. Wegen der vielen Einzel- und Gruppeninteressen entlang der Havel wurde ein so genannter „Staubeirat“ installiert. Die Beschlüsse oder Forderungen im Beirat sind

jedoch nicht bindend, sondern stellen eher eine Art Beratung dar. Die Verbindlichkeiten ergeben sich aufgrund der Rechtslage.

Die Untere Havelniederung ist aktuell im Bereich des Mittelwasserbettes als stark anthropogen überprägt einzuschätzen. Die Böschungen sind überwiegend mit Deckwerken belegt und relativ regelmäßig. Durch Begradigungen und die Kappung von Verzweigungen fand eine starke Verkürzung des Laufweges statt. Die Querprofile ähneln in der Mehrzahl Trapezen.

Die extrem hohen Niederschlagsmengen im gesamten Einzugsgebiet der Havel führten ab August/September 2010 zu überdurchschnittlich hohen Havelabflüssen. Gleichzeitig waren aber auch hohe Elbwasserdurchflüsse der Hintergrund, dass die Vorflut der Havel in die Elbe nicht mehr gesichert werden konnte. Die Elbe staute sich ab August 2010 bis in den Februar 2011 immer wieder in die Havel zurück und verhinderte hierdurch den freien Havelwasserabfluss. Erstmals nach mehreren Jahren konnte beobachtet werden, dass sich das Eigenwasser der Havel in sehr großen Mengen in den Retentionsräumen der Havelseen und der Havelniederung ausbreitete.

Die Havelwasserstände stiegen bis Dezember 2010 überdurchschnittlich hoch an. Im Dezember setzte durch die niedrigen Lufttemperaturen die Vereisung der Havel ein. Große Wasserflächen auf den Überschwemmungswiesen vereisten. Die Eisbildung im Fluss führte zudem zu einer erheblichen Durchflussbehinderung und zu weiter steigenden Wasserständen. Es bildeten sich Eisversetzungen unterhalb von Rathenow, oberhalb von Grütz, oberhalb von Garz und oberhalb der Wehranlage Quitzöbel. Diese Eisversetzungen führten zum sprunghaften Wasserstandsanstieg aller Havelpegel bis Rathenow, obwohl die Elbwasserstände bis zum 10.01.2011 an der Havelmündung zurück gingen.

Das Anfang Januar einsetzende Tauwetter im Havel- und Elbeeinzugsgebiet führte zu außergewöhnlich hohen Havel- und Elbewasserdurchflüssen, in deren Folge die Havelwasserstände weiter stiegen. Die Höchststände wurden Ende Januar / Anfang Februar 2011 im Bereich eines 10jährigen Hochwasserniveaus erreicht. Mit 277 cm (27,29 m NHN) wurde am 26.01.2011 am Unterpegel Rathenow der 11. höchste Wert der bisherigen Aufzeichnungen, 19 cm unter dem Maximalwert aus dem Jahr 1940 (Statistik WSA [1]). An diesem Tag lag der Oberpegel Rathenow bei 27,82 m NHN.

Ab dem 14.08.2010 lagen die Durchflussmengen über dem mittleren Abfluss (MQ) und fielen erstmalig wieder am 04.06.2011 unter diesen Wert. Ein mittlerer Hochwasserabfluss (MHQ 165 m³/s) wurde vom 16.11.2010 bis zum dauerhaft 12.03.2011 überschritten. Die maximalen Abflüsse von 247 m³/s zum Ende Januar 2011 lagen über einem 20jährigen Hochwasserabflusswert (HQ20 240 m³/s). Im Verlauf dieses breiten Hochwasserscheitels lagen die Wasserstände an mehr als 190 Tagen über den Winterstauzielen. Die Wehre waren gelegt und die Havel war ein frei fließender Fluss zwischen Spandau und der Elbe.

Die Speicherräume der Havel, die sich seit September 2010 langsam gefüllt hatten, begannen sich erst ab März 2011 wieder vorübergehend zu leeren. Im Juni 2011 sanken die Wasserstände kurzzeitig unter das Sommerstauziel.

Im Juli 2011 fielen in Rathenow mit 211 mm etwa 410% der monatsüblichen Niederschläge. Sie trafen auf einen noch weitgehend feuchtegesättigten Untergrund und führten zu flächenhaften Überstauungen und Vernässungen. Die flächenhaft hohen Niederschlagsmengen führten zu einem erneuten Anstieg der Havelpegel und Abflussmengen. Ab dem 05.07.2011 lagen die Abflüsse wieder über dem Jahresmittelwert (MQ) und erreichten am 09.08.2011 mit maximal 172 m³/s Werte über einem mittleren Hochwasserabfluss (MHQ). Mittlere bzw. typische Abflussmengen für den August (MQ August) liegen in der Größenordnung von 35 m³/s.

Erst ab September 2011 kam es zu einem langsamen Rückgang der Wasserspiegel und der Durchflussmengen der Havel bei Rathenow. Es dauerte bis zum Ende November 2011 bis die Durchflussmengen erstmalig wieder in den Bereich des langjährigen Jahresmittelwertes (MQ) von 70 m³/s abgesunken waren, siehe Anlage 3. Im November 2011 fiel im gesamten Einzugsgebiet der Havel nahezu kein Niederschlag. Die aktuell immer noch überdurchschnittlich hohen Abflüsse der unteren Havel resultieren noch immer aus den extrem hohen Niederschläge bis zum Juli 2011 und den flächenhaft hohen Grundwasserständen in den Niederungsgebieten der Havel.

Die außergewöhnliche hydrologische Situation von 2010/2011 bestand im Zusammentreffen einer lang andauernden Hochwasserwelle der Havel mit extremen Niederschlagsmengen vor Ort in Rathenow über eine lange Zeitdauer zwischen September 2010 und Juli 2011. Dies war die primäre Ursache der extremen Grundwasserstände. In den vergangenen Jahren hatte es eine solche Konstellation nicht gegeben.

Im Jahr 2007 gab es mit einer Jahressumme von 820 mm zwar vergleichbar hohe Niederschlagsmengen wie 2010/2011. Die höchsten Monatsniederschläge des Jahres 2007 erfolgten im Mai bis Juli mit jeweils mehr als 100 mm. Diese Niederschläge trafen aber auf eine geringe hydraulische Vorbelastung des Gebietes mit niedrigen Havelpegel (Rn UP) um 25,50 m NHN und einem Grundwasserniveau um 26,60 m NHN, beides fast 1 m unter dem Niveau vom Juli/August 2011. Die durch die Niederschläge gebildeten zusätzlichen Grundwassermengen konnten 2007 durch die Vorfluter aufgenommen und letztlich durch die Havel abgeführt werden. Im August 2002 hatten wir eine umgekehrte Situation. In einer Trockenperiode mit niedrigen Grundwasserständen in der Region Brandenburg und einer geringen hydraulischen Vorbelastung der Havel gab es in den Quellgebieten der Elbe extreme Niederschlagsereignisse, die zu einem Elbehochwasser führten. Das folgende Havelhochwasser resultierte aus dem Rückstau durch die Elbe und aus der nach langer Zeit erstmalig wieder erforderlichen Flutung der Havelpolder zur Elbscheitelkappung. Das Grundwasser stauete sich nur in unmittelbarer Havelnähe an und nicht flächenhaft.

In den letzten Jahren gab es Veränderungen in der Gewässerunterhaltung der Havel. Die jährlich ausgebagerten Mengen gingen zurück. Vor diesem Hintergrund wurde durch den Gutachter geprüft, ob sich dadurch eine Veränderung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Havel für Hochwasserabflüsse ergeben hat. Es wurde geprüft, ob sich der Zusammenhang von Abflussmenge und Gefälle verändert hat. Dazu wurden die Originaldaten der Tagesmittelwerte der Pegelstände und Abflussmengen der Region Rathenow im Abschnitt zwischen Bahnitz und Grütz analysiert. Im Zeitraum ab 1990 wurden 13 Zustände mit einem vergleichbaren Abfluss von 150 m³/s ausgewählt, siehe Anlage 4. Die sich bei diesen Abflüssen einstellenden Unterpegel von Rathenow wurden

miteinander verglichen. Sie lagen in einem relativ engen Bereich zwischen 26,38 und 26,59 m NHN. Die Grafik der Anlage 4 zeigt sogar einen leichten Trend zu sinkenden Pegelständen in den letzten Jahren. Auch die Höhendifferenz (Maß für das Gefälle), die sich bei diesen Abflüssen zwischen dem Unterpegel Bahnitz und dem Oberpegel Grütz einstellt, hat sich nicht geändert.

Über die Havel bei Rathenow können unverändert hohe Abflussmengen abgeführt werden, ohne dass sich daraus höhere Wasserspiegel der Havel bei Rathenow ergeben. Es konnte keine Behinderung der Hochwasserabflüsse im Zeitraum seit 1990 festgestellt werden.

Der Erhalt der Hochwasserabflüsse bleibt auch weiterhin eine zentrale Vorbedingung für die Genehmigungsfähigkeit künftiger Renaturierungsmaßnahmen an der unteren Havel. Es wird keine Maßnahme genehmigt werden, für die nicht der hydraulische Nachweis der Hochwasserneutralität erbracht werden können.

Die erfolgten Veränderungen der Unterhaltung betrafen im Wesentlichen die Lage und Ausbildung der Fahrrinne und damit im Wesentlichen die Niedrigwasserabflüsse. Diese Veränderungen hatten keinen nachteiligen Einfluss auf die Hochwasserabflüsse bei bordvoller oder ausufernder Havel. Wie die Ergebnisse von Anlage 4 zeigen, sind auch die technischen Probleme mit dem erneuerten Mühlenwehr ohne nachteilige Auswirkung geblieben.

5.4 Regionale Hydrodynamik

Die Anlage 9 zeigt den Hydroisohypsenplan der Wasserspiegelmessungen vom 28.-30.08.2011. Der Grundwasseranstrom erfolgt aus südöstlicher Richtung. Östlich der Ortslage Rathenow, im Bereich Schnellbahnstrecke / Bundesstraße B188 ist eine Wasserscheide ausgebildet. Südlich dieser Linie entwässert das Grundwasser in Richtung des Wolzensees. In Richtung Wolzensee entwässert auch das Rodewaldsche Luch, während der Abfluss des Oberflächenwassers des Roten Fenn dagegen nach Norden erfolgt. Die Ortsteile Neufriedrichsdorf sowie Rathenow Ost liegen im Bereich der Wasserscheide, die durch eine geringe Fließgeschwindigkeit des Grundwassers gekennzeichnet ist. Im zentralen Stadtgebiet westlich des Friedrich-Ebert-Ringes verläuft der Grundwasserstrom in Richtung der Stadthavel unterhalb der Stadtschleuse. Die Bauwasserhaltungen in der Innenstadt führten bzw. führen zu lokalen Beeinflussungen der Fließverhältnisse. Das nördliche Stadtgebiet zwischen der Bahnstecke nach Neustadt und der Havel entwässert in Richtung Herrengaben und Havel.

Nördlich der B188 und östlich der Bahnstrecke nach Neustadt wird das Grundwasserfließgeschehen durch das Wasserwerk Rathenow in Verbindung mit der Grundwassersanierung zwischen Wasserwerk und den ehemaligen Kasernen an der Breitscheidstraße bestimmt. Die Grundwassersanierung erfolgt durch die Brandenburgische Boden Gesellschaft (BBG) für das Land Brandenburg. Zum Zeitpunkt der Wasserspiegelmessungen am 28.-30.08.2011 förderte das Wasserwerk Rathenow mit 92 m³/h sowie die Grundwassersanierung mit weiteren 35 m³/h. Die Förderung aus dem verbundenen Grundwasserleiter 1 und 2 ist erkennbar an der Ausbildung des Absenkungstrichters. Die nordöstlichen Stadtteile von Rathenow mit der Waldsiedlung, der

Baumsiedlung sowie das Gebiet um die Georg-Herwegh-Straße liegen in diesem hydraulischen Einzugsbereich. Nach Osten reicht das Einzugsgebiet des Wasserwerkes bis zum Riesenbruch. Östlich davon erfolgt der Grundwasserabfluss nach Norden in Richtung des Hohennauener Sees.

Das Grundwasserfließgefälle ist im Gebiet von Rathenow insgesamt sehr gering. Es beträgt im südöstlichen Anstrom etwa 0,2 Promille (2 cm Höhendifferenz auf 100 m Fließweg). In Havelnähe im Stadtgebiet, um den Wolzensee oder im Umfeld des Wasserwerkes erreicht das Gefälle zirka 1 Promille. Im Bereich der Wasserscheide (Neu Friedrichsdorf bis Rathenow Ost) lag das Gefälle unter 0,1 Promille. Gefälle zwischen 0,1 und 1,0 Promille entsprechen Grundwassertransportgeschwindigkeiten zwischen 10 und 100 Metern pro Jahr bei einer mittleren Porosität von 15% und einem spezifischen Durchlässigkeitsbeiwert von 5×10^{-4} m/s.

Die Lage der Wasserscheiden und damit auch der Einzugsbereiche oder Fließwege ist weitgehend unabhängig von der Hochwassersituation zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung. Messungen zu unterschiedlichen hydrologischen Situationen im Rahmen der Überwachung des Wasserwerkes oder Grundwassersanierung zeigen ein grundsätzlich gleiches Bild der Fließwege [6]. Die Höhe der Wasserspiegel wird jedoch maßgeblich durch die Niederschlagsmengen und die Vorflutverhältnisse bestimmt, insbesondere durch die Havel.

Die Darstellung von Anlage 5 belegt, dass das Grundwasserniveau in Rathenow entscheidend durch die Havel bestimmt wird. Die Anlage 5 zeigt den Gang des Grundwasserniveaus für die Landesmessstelle Nr. 33402098, die sich auf dem Karl-Marx-Platz befindet. Die dortige Höhe des Grundwasserspiegels liegt mit Ausnahme einzelner Tageswerte über dem Unterpegel der Havel, jedoch unter dem Oberpegel der Havel, jeweils gemessen an der Hauptschleuse in Rathenow West. Diese Relation zwischen Havel und Grundwasser gilt für den überwiegenden Teil der Ortslage Rathenow. Ausnahmen stellen Bereiche dar, in denen Grundwasserentnahmen (Wasserwerk) oder ggf. auch Einleitungen erfolgen.

Für die Grundwassermessstelle Nr. 33402098 auf dem Karl-Marx-Platz verfügt das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg LUGV [3] über Messwerte seit dem Februar 1930. Die langjährige Ganglinie von Anlage 6 zeigt, dass Grundwasserstände über 27 m NHN fast in jedem Fünfjahresabschnitt verzeichnet wurden. Die höchsten Werte über 27,20 m NHN wurden gemessen: 01/1931: 27,35 m NHN, 05/1940: 27,45 m NHN, 03/1948: 27,36 m NHN, 03/1982: 27,25 m NHN, 04/1994: 27,28 m NHN, 04/1995: 27,26 m NHN, 04/2002: 27,24 m NHN, 04/2008: 27,23 m NHN, 10/2010: 27,32 m NHN, 01/2011: 27,42 m NHN, 08/2011: 27,37 m NHN.

Der Höchstwert des Winters 2010/2011 lag mit 27,42 m nur 3 Zentimeter unter dem Maximum von 27,45 m NHN aus dem Mai 1940. Im Jahr 1940 wurden auch die bisherigen Höchstwerte für die Havelpegel bei Rathenow gemessen.

In der Anlage 7 wird die Ganglinie der Messstelle 33402098 am Karl-Marx-Platz mit zwei weiteren Landesmessstellen im Anstrom und im Abstrom von Rathenow verglichen. Die Messstelle 33407910 (Hy Lhi 92/72) liegt im Anstrom von Rathenow bei Stechow und die Messstelle 33407981 im Abstrom in Richtung Semlin. Da die Daten der beiden Messstellen in Stechow und Semlin nicht so weit zurückreichen, wird in Anlage 7 ein Zeitabschnitt ab 1975 dargestellt. Die drei Ganglinien laufen parallel.

Das bedeutet, dass sich die Wasserspiegel in Rathenow in den letzten 35 Jahren in gleicher Weise entwickelt haben wie in der umliegenden Region. Es gibt eine grundsätzlich gleiche regionale Entwicklung der Grundwasserstände und keine lokale Besonderheit für Rathenow. Neben diesen regionalen Trends gibt es aber auch Abhängigkeiten des Grundwasserniveaus von lokalen Effekten, auf die im folgenden Kapiteln eingegangen wird.

5.5 Lokale Hydrodynamik und Grundwassernutzung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde dargestellt, dass das allgemeine Grundwasserniveau der Region entscheidend von der Grundwasserneubildung (Niederschlägen) und der Abführung in die Vorflut (Havel) bestimmt wird. Darüber hinaus haben auch Grundwassernutzungen einen Einfluss auf den Wasserspiegel.

In Anlage 8 sind die wichtigsten Grundwasserentnahmen von Rathenow ab 1975 dargestellt. Neben dem Wasserwerk am Ferchesarer Weg (RN WW) gab es bis ca. 1990 auch relevante industrielle Nutzer. Deren Förderrate lag bei insgesamt ca. $100 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. 2.400 m^3 pro Tag [2]. Die wichtigsten Entnahmen erfolgten durch die Molkerei (ca. $36 \text{ m}^3/\text{h}$), die Brauerei (ca. $25 \text{ m}^3/\text{h}$) und den Schlachthof (ca. $17 \text{ m}^3/\text{h}$). Weitere eigene Wasserversorgungen hatten ROW, WARA, Betonwerk und die chemische Reinigung. Die Summe dieser Förderraten sind in der Ganglinie und der Legende von Anlage 8 als „RN Betriebe“ gekennzeichnet. Diese Wasserfassungen wurden um 1991 eingestellt. Durch die Inbetriebnahme einer Sperrfassung „RN SPF“ mit 2 Brunnen auf dem Kasernengelände an der Breitscheidstraße (ca. $50 \text{ m}^3/\text{h}$) wurde das nicht ausgeglichen. Durch den abnehmenden industriellen und privaten Wasserverbrauch reduzierte sich auch die notwendige Fördermenge des Wasserwerkes Rathenow „RN WW“ von maximal $380 \text{ m}^3/\text{h}$ um 1989 bis auf ca. $130 \text{ m}^3/\text{h}$ ab dem Jahr 1994. Im Jahr 2002 wurde die Grundwasserreinigungsanlage „RN GWRA“ mit ca. $40 \text{ m}^3/\text{h}$ begonnen und dafür die Sperrfassung eingestellt. Seit 1994 liegt die mittlere Gesamtfördermenge bei etwa 130 bis $150 \text{ m}^3/\text{h}$.

Die Reduzierung der Grundwasserförderungen hatte für das Gesamtgebiet von Rathenow keine signifikante Auswirkung. Vor dem Hintergrund saisonaler Schwankungen ist für die Messstellen 33402098 am Karl-Mark-Platz kein Grundwasseranstieg durch den Rückgang der Grundwasserförderungen nachweisbar, siehe Anlagen 6 und 8. Anders ist die Situation im unmittelbaren Wasserwerksbereich. Die Messstelle Nr. 33407952 befindet sich direkt neben dem Maschinenhaus des Wasserwerkes Rathenow und zwischen den Förderbrunnen. Dort war zwischen 1989 und 1992 ein mittlerer Grundwasseranstieg um ca. 1,5 m festzustellen (Anlage 6), verursacht durch die Reduzierung der Förderraten.

Die Messstelle P7 befindet sich nahe der Waldsiedlung ca. 100 m östlich der Gerhard-Hauptmann-Straße. Sie wird jedoch erst seit 1989 gemessen und das auch mit Lücken. Aus Ihrem zeitlichen Verlauf kann man ableiten, dass die Reduzierung der Fördermengen des Wasserwerkes Rathenow zu einem Anstieg des Grundwasserniveaus von bis zu 0,5 m zwischen 1989 und 1992 für den Ostteil

der Waldsiedlung geführt hat. In den Folgejahren war zunächst keine Veränderung erkennbar. Erst in den letzten drei extrem niederschlagsreichen Jahren war ein weiterer Anstieg erkennbar.

Es ist davon auszugehen, dass die Verminderung der Fördermengen des Wasserwerkes Rathenow nur für die Waldsiedlung relevant ist. Bei einer Förderrate wie im Jahr 1989 wären die Grundwasserstände durch die extremen Niederschlagsmengen von 2010/2011 zwar um denselben relativen Betrag angestiegen. Es würden aber wahrscheinlich keine Grundwasserstände über 27 m NHN erreicht worden sein und viele Keller wären trocken geblieben.

Neben den genehmigten Nutzungen mit Wasserrechten gibt es auch dezentrale Entnahmen von Grundwasser, beispielsweise durch Gartenbrunnen. Zu den entnommenen Mengen gibt es keine belastbaren Daten. Wir gehen jedoch davon aus, dass es in den letzten Jahren keine gravierenden Änderungen derartiger Nutzungen gegeben hat, die einen entscheidenden Beitrag zur Grundwasserproblematik von Rathenow geliefert haben. Es ist jedoch anzunehmen, dass in der Vegetationsperiode von 2010 / 2011 wegen der extremen Niederschlagsmengen auch sicherlich weniger Grundwasser für Berechnungszwecke entnommen wurden.

Eine weitere Rolle spielt, dass in städtischen Teilgebieten Entsiegelungen erfolgten, wie beispielsweise an der Breitscheidstraße oder in Rathenow Ost. Dadurch hat sich die effektive Grundwasserneubildung lokal in Teilgebieten der Stadt Rathenow erhöht.

Nicht nur in Rathenow, sondern in vielen Teilen des Landes Brandenburg ist festzustellen, dass durch die rückläufige Inanspruchnahme der natürlichen Wasserdarangebote durch Haushalte, Landwirtschaft und Industrie sowie die veränderten Nutzungs- und Bewirtschaftungsänderungen wasserwirtschaftlich relevanter Grundwasserleiter sowie landwirtschaftlicher Flächen teils flächenhafte Vernässungserscheinungen begünstigt wurden.

Es gibt leider keine langjährig gemessenen Grundwasseraufschlüsse in den Ortsteilen Waldsiedlung, Baumsiedlung, Rathenow Ost oder Neufriedrichsdorf. Durch die Bürgerinitiative wurden der IHU jedoch Daten von Wasserspiegelmessungen für die Baumsiedlung ab Oktober 2010 und die Waldsiedlung ab August 2011 zu Verfügung gestellt [7]. Die lokalen Messwerte bestätigen und ergänzen das regionale Gesamtbild, dass durch die Datenlage und die IHU-Messungen gewonnen wurde. Beispielsweise wurde aus dem regionalen Isohypsenplan von Anlage 9 für die Waldsiedlung für den 29./30.08.2011 ein Grundwasserstand von 27,40 m NHN abgeleitet. Dies entspricht exakt dem Wert, der von der Bürgerinitiative [7] ermittelt wurde.

In Anlage 9 wurden für die Baumsiedlung Grundwasserstände zwischen 27,50 m NHN im Norden und 27,55 m NHN im Süden (nahe Bahngleis) ermittelt (Löschwasserbrunnen am Faulen See 27,53 m NHN). Auch dies wurde durch die örtlichen Messungen mit 27,55 m NHN bestätigt. Nach [7] wurden die Maximalwerte in der Baumsiedlung mit 27,76 m NHN Ende Januar 2011 gemessen. Der Zeitpunkt und die relativen Änderungen entsprechen den regionalen Messungen.

Zu Wasserspiegelmessungen in Neu Friedrichsdorf liegen nur einzelnen Informationen von Anliegern vor. Diese stimmen auch mit den Messungen der IHU grundsätzlich überein.

Durch die Rathenower Wärmeversorgung GmbH wurde 2011 erstmals Wasser in den Schächten des Fernwärmenetzes festgestellt. Das Wasser verursacht massive Wärmeverluste und Korrosionsschäden von Leitungen, Armaturen und Isolationen.

Im Zusammenwirken mit der Rathenower Wärmeversorgung GmbH wurden die Wasserstände in ausgewählten Schächten zu zwei verschiedenen Zeitpunkten eingemessen, siehe Anlage 14.3. Da keine entsprechenden Daten der Schächte vorlagen, wurden sie durch die IHU eingemessen.

Die Daten der Wasserspiegel in den Schächten des Fernwärmenetzes erbrachte ein heterogenes Bild. Zum Teil unterschieden sich die Wasserspiegel von benachbarten Schächten sowohl in ihren Wasserspiegeln als auch in ihren zeitlichen Veränderungen, siehe Abb. 2 und Tab. 1.

In mehreren Schächten im Bereich des Bruno-Baum-Ringes wurden am 28.08.2011 Wasserspiegel in einer Höhe um 27,60 m NHN gemessen, die in etwa dem regionalen Grundwasserstand entsprachen, gemessen in der Hy Ra 117/89 (27,53 m NHN) an der B 188 oder im Löschwasserbrunnen LWB 33 (27,61 m NHN). Es gab aber auch deutliche lokale Unterschiede: 27,61 m NHN im Schacht Bw 8 und 27,26 m NHN im Schacht Bw 8.1 auf der anderen Straßenseite.

Der Schacht Bw 3 (Karl-Germann-Str.) hatte am 17.08.11 nach einer Information von Mitarbeitern der Rathenower Wärmeversorgung GmbH einen Wasserspiegel vom 28,26 m NHN. Durch die IHU wurde die Markierung des Wasserstandes am 28.08.11 eingemessen. Dieser Wert lag eindeutig über dem höchsten dort zu erwartenden Grundwasserstand. Am 28.08.11 war dieser Schacht trocken.

Im Schacht Bw10 stieg der Wasserstand zwischen dem 28.08.11 und dem 20.09.11 leicht an, während das Grundwasser in dieser Zeit um ca. 10 cm abfiel.

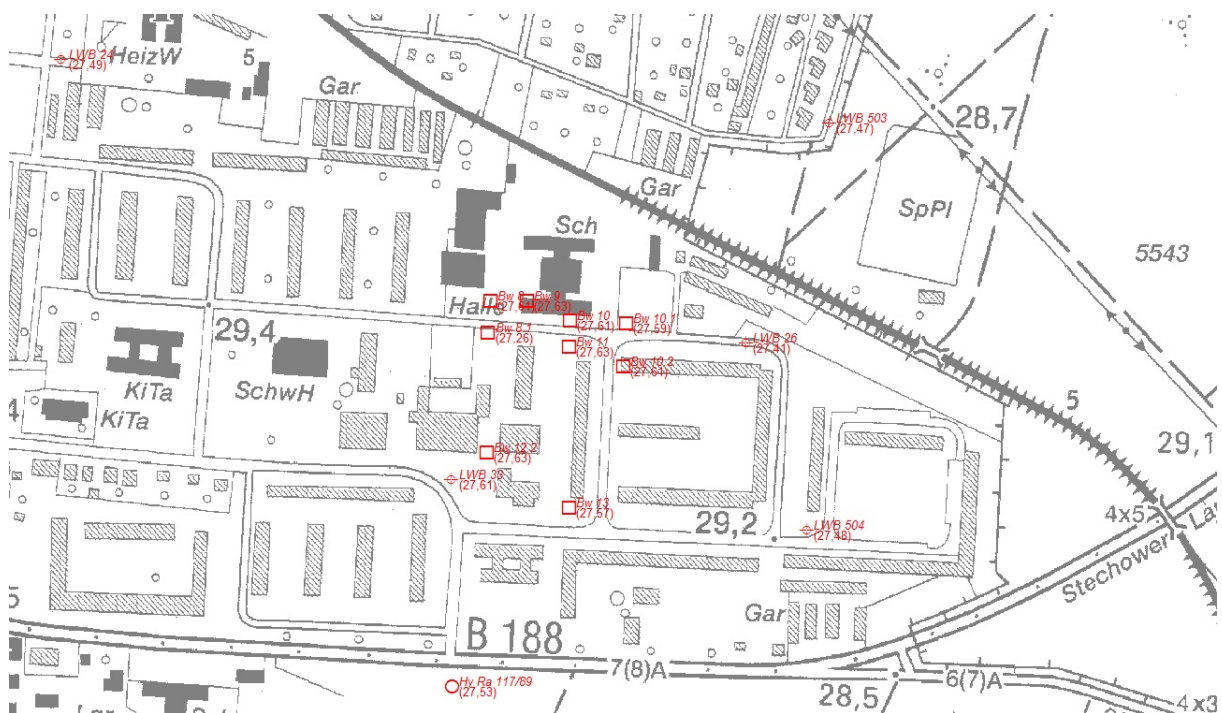


Abb. 2 Wasserspiegelmessungen am 28.08.2011 in Rathenow Ost

Die Daten zeigen, dass die Wasserstände einer Reihe von Schächten sehr wahrscheinlich durch die extrem hohen Grundwasserstände verursacht sind. Die Gesamtheit der Befunde ist jedoch allein durch das Einwirken von Grundwasser nicht zu erklären. Ein Wasserstand von über 28 m NHN (BW 3) ist nur durch den Zutritt von oberhalb des Grundwasserleiters erklärbar. Dies könnte nur durch Schicht- oder Oberflächenwasser erfolgen. Ein Wasserstand unter dem Grundwasserniveau (BW 8.1) ist nur denkbar, wenn der Schacht gegen das Grundwasser abgedichtet ist, entweder geogen natürlich (Stauerhochlage) oder durch die Art der Bauausführung. Das im Schacht angetroffene Wasser muss oberhalb der Dichtung zugetreten sein. Wenn eine Verbindung mit dem Grundwasser besteht, hätte es sich zusammen mit dem Grundwasserstand geändert und nicht wie im Schacht Bw 10 verhalten.

Details über die technische Bauausführung der Schächte und Leitungssysteme liegen uns nicht vor, so dass deren Abdichtung gegen den Zutritt von Grund- und/oder Oberflächenwasser nicht beurteilt werden kann.

	26.01.2011	17.08.2011	28.08.2011	20.09.2011	07.10.2011
Oberflächenwasser					
Havel Oberpegel	27,82	27,34	27,03	26,77	26,75
Havel Unterpegel	27,29	26,71	26,56	26,17	25,66
Wolzensee			27,04	27,02	27,00
Hopfungärten			27,53	27,43	
Graben 4015 (B188)			27,56	27,53	
Grundwasser					
33402098 K.-Marx-Platz	27,42	27,37	27,24	27,19	27,09
P7 Waldsiedlung	27,45	27,28	27,23	27,12	27,03
LWB 501 Fauler See			27,53	27,44	
LWB 501 Baumsiedlung			27,47	27,38	
LWB 96 Sandbahn			27,48	27,38	
Keller Waldsiedlung [7]		27,51	27,41	27,32	
Keller Baumsiedlung [7]	27,74	27,62	27,58	27,48	27,37
Hy Ra 117/89			27,53	27,46	
LWB 504			27,47	27,40	
Schächte Fernwärme					
Bw 8		27,56	27,61	27,53	
Bw 8.1		27,35	27,26	27,18	
Bw 10		27,68	27,61	27,63	
Bw 13		27,68	27,63	27,55	
Bw 3		28,26	trocken	trocken	

Tab. 2 Ausgewählte Messwerte von Grund- und Oberflächenwasser in m NHN

5.6 Lokale Vorflutverhältnisse

Nach Begehungen der Entwässerungsgräben im Bearbeitungsgebiet kann eine Grobeinschätzung abgegeben werden. Der Zustand der Gräben, die regelmäßig durch den Wasser- und Bodenverband unterhalten werden, entspricht dem allgemeinen Niveau vergleichbarer Entwässerungssysteme im Land Brandenburg. Auffallend ist, dass das System der Entwässerungsgräben ursprünglich wesentlich umfangreicher angelegt wurde, jetzt aber etliche Grabenprofile komplett mit Bäumen und Büschen bewachsen sind und nicht mehr unterhalten werden.

Unabhängig von der lokalen Situation von Rathenow und seiner Umgebung müssen die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse vor dem historischen Hintergrund der Landnutzung und der Landeskultivierung betrachtet werden. Angelegt wurden viele Gräben zunächst dezentral und als passive Systeme. In der DDR wurden viele der gewachsenen Systeme stark verändert und an die Anforderungen einer flächendeckenden intensiven Landwirtschaft angepasst. Dabei wurden vielfach Systeme mit saisonal steuerbarer aktiver Ent- und auch Bewässerung (Schöpfwerke) bevorzugt. Mit der Wende stand man damit vor großen Herausforderungen, denn Aufwand und Nutzen des Betriebs von Schöpfwerken standen in keinem ökonomisch sinnvollen Verhältnis zueinander. Darüber hinaus ist festzustellen, dass Entwässerungssysteme grundsätzlich nicht für solche hydrologischen Extremsituationen bemessen sind, wie sie 2010 / 2011 vorlagen. Eine Entwicklung wieder hin zu unterhaltungsarmen passiven Systemen unter Berücksichtigung von möglichen Auswirkungen eines Klimawandels ist eine komplexe Aufgabe für die Regionen und die Unterhaltungsverbände. Durch das Land Brandenburg gibt es Fördermöglichkeiten für solche Entwicklungen.

Zum Zeitpunkt der Beauftragung der IHU wurde in der Öffentlichkeit diskutiert, den Graben (Ost-West-Graben oder Versickerungsgraben) unmittelbar nördlich der Baumsiedlung zu aktivieren, um Vernässungen in diesem Bereich verhindern zu können. Zur Prüfung dieser These wurde der dortige Graben durch die IHU vermessen und in seiner potentiellen Wirkung bewertet. Die erhobenen Daten sind in Anlage 10 dargestellt.

Der Ost-West-Graben hätte vom Grabenbestand nördlich der Baumsiedlung bis zur möglichen Einleitstelle in den 4015 (Riesenbruchgraben) nördlich der B 188 eine Lauflänge von ca. 2,6 km. Die Höhenmessung erbrachte eine Wasserspiegellage an der Baumsiedlung von 27,50 m NHN und im Graben 4015 an der Nordseite der B 188 von 27,55 m NHN. Die Sohlhöhen wurden an der Baumsiedlung mit 27,34 m NHN und an der B 188 mit 27,14 m NHN gemessen. Das mögliche Sohlgefälle beträgt 0,077 ‰. Die Wassertiefe wurde punktuell mit 0,10 m gemessen. Ein ertüchtigter oder neugebauter Graben mit einer durchgehenden Sohlbreite von 0,60 m, einer Tiefe von 0,70 m und Böschungsneigungen von 1 : 1,5 hätte bei einem Wasserstand von 0,10 m eine Abführungsleistung von 2,5 l/s.

Zur Vorbemessung des abzuführenden Abflusses wurden aus dem NAU-Kartenwerk die mittlere Niederschlagshöhe h_N für das Rasterfeld Rathenow mit 540 mm und die Abflusshöhe mit 40 mm ($h_v = 500$ mm) genutzt. Nach *Uhdn* berechnet sich die Hochwasserabflussspende mit

$$H_q = (8,17 h_N - h_v) / 31,5 \text{ zu } 28,9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2.$$

Wird als konservativer Ansatz dem neuen Graben ein oberflächiges Einzugsgebiet von ca. 400 m Erstreckung jeweils aus südlicher und nördlicher Richtung zugeordnet, ergibt sich ein Bemessungsansatz der notwendigen Abführungsleistung bei ca. 2 km² von rund 60 l/s. Aus den Ergebnissen der Vorbemessung ist eindeutig ableitbar, dass ein ausgebauter Ost-West-Graben keine Vorflutbedingungen zur Vermeidung von Nässeschäden in der Baumsiedlung schaffen kann.

Hinzu kommt, dass die notwendige Abführung entgegen der Grundwasserfließrichtung erfolgen müsste. Dies ist nicht möglich, da sich bei hohen Grundwasserständen und einer Kopplung von Oberflächen- und Grundwasser eine umgekehrte Potentialdifferenz einstellen würde. Das Niveau am Riesenbruchgraben bei der B188 liegt über dem bei der Baumsiedlung und ein durchgehender Graben würde den Zustrom in Richtung der Baumsiedlung sogar noch verstärken.

Eine effektive Abführung von Grund- oder Oberflächenwasser aus der Baum- oder Waldsiedlung in Richtung des Hohennauener Sees unter Nutzung, Einbeziehung oder Verlängerung des Riesenbruch- oder des Grenzgrabens ist nicht praktikabel. Die jeweiligen Einzugsgebiete der Gräben sind zu groß, um die dafür erforderlichen zusätzlichen Wassermengen über eine Entfernung von über 5 km abführen zu können. Die zur Verfügung stehende Potentialdifferenz ist bei Hochwasserverhältnissen sehr begrenzt, da sich unter diesen Bedingungen das Niveau des Hohennauener Sees nur wenig vom Unterpegel Rathenow unterscheidet.

Dementsprechend hatten die erfolgten Eingriffe in das Grabensystem des Riesenbruchs keinen signifikanten Einfluss auf die problematische großflächige Hochwassersituation von Rathenow, wohl aber auf die lokalen Verhältnisse im Nahbereich von Aufstauungen entlang der Gräben. Nach unserem Kenntnisstand erfolgten die beobachteten Eingriffe wie das Anlegen von Strömungsbarrieren im nördlichen Teil des Riesenbruchgrabens illegal. Sie waren eindeutig keine geplanten oder gar genehmigten Maßnahmen des Naturschutzes. Da wir nicht wissen durch wen diese Eingriffe erfolgten, können wir keine Spekulationen zu deren Absichten oder Motivationen anstellen. Derartige Eingriffe sind zu unterlassen.

Durch den zuständigen Unterhaltungsverband wurden die Gräben im Stadtwald beräumt und Durchlässe gespült. Im Ergebnis der Erfahrungen der zurückliegenden Monate werden die Gräben im Stadtforst regelmäßig und verstärkt kontrolliert, um illegale Eingriffe zu verhindern bzw. schnellstmöglich wieder zu beseitigen.

Auch im Ortsteil Neu Friedrichsdorf waren 2010/2011 Vernässungen von Kellern in einem so bisher nicht bekannten Maß festzustellen. Vor diesem Hintergrund wurde durch die IHU geprüft, welche Rolle dabei die östlich von Rathenow gelegenen Gräben und Luchgebiete spielen. Anlage 11 zeigt die Ergebnisse der Vermessung vom 20.09.2011. Der diskutierte Graben verläuft über eine Strecke von ca. 800 m zwischen den Gärten am Ortsrand und dem Roten Fenn. Der Beginn an den Gärten befindet sich dabei in einer Entfernung von zirka 500 m von der Wohnbebauung an der Neufriedrichsdorfer Straße (Anlage 11).

Es wurde festgestellt, dass der Wasserspiegel im Graben im Osten mit 27,7 m NHN über dem am westlichen Ende mit ca. 27,6 m NHN liegt. Der Wasserstand im Graben entspricht dem dortigen regionalen Grundwasserniveau und der Grundwasserfließrichtung nach Nordwest. Das entspricht

nicht der Angabe der Fließrichtung laut der topographischen Karte. Wäre der Durchlass im Westabschnitt funktionstüchtig, dann würde sich im Graben eine westliche Fließrichtung einstellen. Der Graben kann damit keinen Beitrag zur Abführung von Grundwasser aus Neu Friedrichsdorf oder zu einer Begrenzung von hohen Grundwasserständen in Extremsituationen liefern.

Im südöstlichen Anstrom des Stadtgebietes von Rathenow liegen die Luchgebiete des Roten Fenn und des Rodewaldschen Luches. Nach den Daten von Bohrungen nördlich des Tierheimes liegt das Rote Fenn zumindest teilweise auf einer Stauerhochlage. Sein Niveau liegt damit saisonal über dem des regionalen Grundwasserleiters. Im betrachteten Zeitraum 2010/2011 lagen Grund und Oberflächenwasser auf einem vergleichbaren Niveau. Das Rote Fenn hat einen Ablauf nach Norden über den Riesenbruchgraben. Auf der Südseite der Unterführung des Grabens unter der B 188 war im Sommer 2011 eine Strömungsbarriere festgestellt worden. Nach Rücksprache mit der zuständigen Wasserbehörde konnte geklärt werden, dass dafür keine Genehmigung vorlag. Die Barriere wurde beseitigt. Die Abflussmengen des Riesenbruchgrabens bei der B 188 nach Norden sind relativ gering. Auch nach Beseitigung der Abflussbarriere waren nur Abflussmengen von nur wenigen Litern je Sekunde zu verzeichnen.

Wie bereits im Zusammenhang mit der Wald- und der Baumsiedlung erläutert, ist der Riesenbruchgraben aufgrund seiner Laufstrecke und seines Gefälles nicht geeignet, die notwendigen Wassermengen aus der Region südöstlich von Rathenow abführen zu können, um den dortigen Grundwasserspiegel merklich absenken zu können. Diese Aussage gilt gleichermaßen für den Istzustand des Riesenbruchgrabens, wie für einen denkbaren hydraulischen Optimalzustand nach einer Räumung und Wiederherstellung der ursprünglichen Profile.

Im Gegensatz zum kleinräumigen Roten Fenn ist der Wolzensee von erheblicher Bedeutung für die hydrologischen Verhältnisse im Südosten von Rathenow. Der Hydroisohypsenplan von Anlage 9 zeigt, dass der Wolzensee die Grundwasserströmung im südlichen und südöstlichen Anstrom entscheidend bestimmt. Bei einer entsprechenden Potentialdifferenz entlastet das Grundwasser in einem erheblichen Umfang in den Wolzensee. Durch sein relativ großes Volumen stellt er ein erhebliches Puffervolumen für das hydraulische Regime der Region dar. Neben der Ankopplung an das Grundwasser hat der Wolzensee Zuflüsse von Gräben aus dem Norden und damit aus südöstlichen Stadtteilen von Rathenow. Nur ca. 150 m südlich der Wohnbebauung von Neu Friedrichsdorf beginnt ein Graben an der Gartensiedlung südlich der Bahntrasse und entwässert westlich vorbei am Stadion Vogelgesang in den Wolzensee.

Auch Teile des Regenwasserkanalsystems von Rathenow Ost entwässern über den Königssee östlich der Wolzensiedlung in den Wolzensee. Bei Begehungen dieser Region wurde festgestellt, dass die dortigen Grabensysteme grundsätzlich funktionstüchtig sind, die Durchlässe durch Straßen und Bahnstrecken sind offen. Die Wasserspiegeldifferenz zwischen dem Graben nördlich der Schnellbahn am Einlauf des Regenwasserkanals von Rathenow Ost zum Wolzensee betrug am 26.09.2011 nur 15 cm und zwischen dem Graben am Birkenweg und dem Wolzensee nur 2 cm. Bei diesem geringen Gefälle können die Gräben nur sehr geringe Wassermengen aus dem Stadtgebiet abführen. Am Graben am Schwanenweg wurde am 26.09.11 ein Abfluss von 2,8 l/s gemessen, siehe

Anlage 14.4. Diese strömungsarmen Verhältnisse sind insbesondere auf den ungewöhnlich hohen Wasserstand des Wolzensees zurückzuführen, wie er in der letzten Zeit zu beobachten war.

Seit der Umverlegung des Körgrabens hat der Wolzensee keinen direkten Abfluss mehr. Der Körgraben beginnt am Nordostende des Schwarzen Graben, siehe Anlage 12. Das dortige Niveau der Gräben liegt jedoch auf der Höhe des Wasserspiegels des Wolzensees. Die hydraulische Ankopplung erfolgt über das Niederungsgebiet am Westende des Wolzensees. Da die Lage des Wasserspiegels des Wolzensees eine wichtige Rolle im hydraulischen System der Region hat wurde durch die IHU geprüft, ob ein verbesserter Abfluss über den Körgraben wiederhergestellt werden kann. Die Ergebnisse sind in einem Längsschnitt in Anlage 12 dargestellt. Der bis dahin vorliegende Datenbestand war für diese Fragestellung nicht ausreichend. Es mussten eigene umfangreiche Vermessungen vorgenommen werden.

Die Messungen zeigten, dass der Körgraben zwischen dem Schwarzen Graben und dem Durchlass an der Schnellbahn grundsätzlich funktionstüchtig ist. Der Abschnitt besitzt ein ausreichendes Gefälle und einen Durchfluss in der Größenordnung von 50 l/s. Der Durchlass an der Eigendorfstraße kann bei Bedarf (Niedrigwasser) durch Grundbohlen reguliert werden. Der Durchlass an der Bahn besitzt einen ausreichenden Querschnitt und stellt bei regelmäßiger Entfernung von Fremdkörpern kein Strömungshindernis dar.

Problematischer ist der nördlich daran anschließende Gewässerabschnitt. In der Nähe des Betriebshofes der Erdmann's Reisedienst GmbH befindet sich ein Durchlass aus zwei Stahlrohren im Durchmesser von 800 mm. Das untere Rohr hatte sich vollständig zugesetzt, das obere teilweise. Der Durchlass an der Straße „Am Körgraben“ besteht aus Betonrohren unterschiedlicher Durchmesser. Der Auslass auf der Nordseite liegt zu hoch, um einen optimalen Strömungsquerschnitt zu gewährleisten. Nördlich davon wurden umfangreiche Verlandungen und Fremdkörper im Grabenverlauf festgestellt, die Strömungshindernisse darstellten. Einige exemplarische Profile sind in Anlage 12 dargestellt. Vor dem Einlauf in den verrohrten Abschnitt des Körgrabens befand sich eine massive Schlammauflage. Zu berücksichtigen ist, dass der Auslass des verrohrten Körgrabens unterhalb der Stadtschleuse in die Stadthavel erfolgt. Damit ist der Unterpegel Rathenow von entscheidender Bedeutung. Bei einem andauernden Hochwasser und hohen Wasserständen am Unterpegel von Rathenow kommt es zu einer Abflusshinderung. Die Messungen für das Längsprofil von Anlage 13 erfolgten am 26.09.2011 bei einem Höhenunterschied von 93 cm zwischen dem Wolzensee und dem Unterpegel der Havel. Die Messungen zeigten, dass zu diesem Zeitpunkt der Abfluss aus dem südlichen Stadtgebiet von Rathenow (Wolzensee, Wolzensiedlung, Südsiedlung) über den Körgraben nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit aufwies.

Die Messungen zeigten aber auch, dass der Wolzensee eine erhebliche Entlastung des Grundwasseranstroms aus dem Südosten leisten kann, wenn sein Wasserspiegel vor einer Periode mit extremen Niederschlagsmengen auf einem niedrigeren Niveau liegen würde. Die Absenkung des Wasserspiegels muss vor einer Hochwasserführung der Havel erfolgen, da der Abfluss des Körgrabens durch den Unterpegel der Havel limitiert wird.

Durch die Absenkung bzw. die Begrenzung des maximalen Wasserspiegels des Wolzensees würde das Grundwasser in den südlichen und östlichen Stadteilen signifikant entlastet werden. Eine wenn auch geringere entlastende Wirkung würde auch im weiteren Stadtgebiet von Rathenow zu verzeichnen sein.

Eine Absenkung des maximalen Wasserstandes des Wolzensees um bis zu 0,5 Meter auf ein Niveau von etwa 26,6 bis 26,8 m NHN ist ausreichend, um ein deutlich verbessertes Puffervolumen für Hochwasserereignisse bereitzustellen. Dieses Niveau entspricht der typischen früheren Wasserspiegellage des Wolzensees, die wasserwirtschaftlich und gewässerökologisch verträglich sein sollte. Mögliche Auswirkungen für die Niederungsgebiete östlich des Wolzensees sind zu prüfen.

In einem ersten Schritt sollten die Abflussbehinderungen beseitigt werden in dem die Durchlässe gespült sowie die Verlandungen und Fremdkörper beseitigt werden. Diese Arbeiten wurden im Herbst 2011 bereits vom Unterhaltungsverband durchgeführt. In einem zweiten Schritt sollte wieder eine direkte Verbindung zwischen dem Wolzensee und dem Körgraben hergestellt werden.

6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

In Teilen von Rathenow und seiner Umgebung kam es seit dem Herbst 2010 bis hinein in den Sommer 2011 zu Vernässungen in einem bisher noch nicht aufgetretenen Ausmaß. Besondere Probleme mit Wasser in Kellern traten in der Baumsiedlung und der Waldsiedlung sowie im Ortsteil Neu Friedrichsdorf auf. In Rathenow Ost stand Wasser in den Schächten der Fernwärmeanlagen.

Das Ziel der Untersuchungen der IHU Geologie und Analytik GmbH war die Klärung der Ursachen für die ungewöhnlich hohen Grundwasserstände sowie die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur künftigen Vermeidung oder Begrenzung solcher Situationen.

Die außergewöhnliche hydrologische Situation von 2010/2011 bestand im Zusammentreffen einer lang andauernden Hochwasserwelle der Havel mit extremen Niederschlagsmengen vor Ort in Rathenow über eine lange Zeitdauer zwischen September 2010 und Juli 2011. Innerhalb der 12 Monate zwischen September 2010 und August 2011 fielen in Rathenow zirka 860 mm Niederschlag. Dies sind 160% der langjährigen Durchschnittsmenge oder mehr als 7 Monatsmengen zusätzlich. Dies waren die primären regionalen Ursachen der extremen Grundwasserstände.

Die außerordentliche Hochwasserführung an allen relevanten Fließgewässern in Brandenburg, die im Betrachtungszeitraum charakterisiert war durch das Auftreten mehrerer Scheiteldurchgänge, einer langen Dauer sowie einer überdurchschnittlich hohen Fülle bewirkte einen weiteren Anstieg der Grundwasserstände insbesondere in Flussauen und Niederungsgebieten. Hier bildeten sich zusätzlich großräumige, oberflächige Vernässungsflächen durch Dränge- und Qualmwasser. Die Entwässerung der vernässten Flächen wurde durch die lang anhaltende hydrologische Situation in den Fließgewässern oberhalb MQ (langjährig beobachteter mittlerer Abfluss) auf Grund des fehlendes Gefälles behindert. Die weit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen verursachten die Herausbildung von oberflächenwirksam werdenden schwebenden Grundwasserhorizonten bzw. Staunässe in den Bereichen mit anstehenden bindigen Schichten. Dies führte ebenfalls zu großräumigen Vernässungen.

Neben der regionalen hydrologischen Situation haben aber auch lokale Effekte wie die Grundwassernutzungen einen Einfluss auf den Grundwasserspiegel. Zwischen 1989 und 1992 hat sich die Entnahme von Grundwasser in Rathenow auf etwa ein Drittel reduziert. Damit verbunden war ein Anstieg des mittleren Grundwasserniveaus insbesondere in der Nähe des Wasserwerkes am Ferchesarer Weg. Es ist davon auszugehen, dass dies nur für die Waldsiedlung relevant ist. Dort kam es zwischen 1989 und 1992 zu einem mittleren Anstieg des Grundwasserniveaus um bis zu 0,5 Meter.

Durch die Rathenower Wärmeversorgung GmbH wurde 2011 erstmals Wasser in den Schächten der Fernwärmeanlagen festgestellt. Dadurch entstehen massive Wärmeverluste und durch Korrosion können die Anlagen geschädigt werden. Die Messwerte zeigten, dass die angetroffenen Wasserstände in einem Teil der Schächte wahrscheinlich durch die extremen Grundwasserstände verursacht waren. Allerdings lassen sich nicht alle Befunde allein durch das Einwirken von Grundwasser erklären. Bei einigen Schächten muss sehr wahrscheinlich auch Schicht- oder Oberflächenwasser zugeetreten sein.

Die lokalen Grabensysteme nördlich der Baumsiedlung und östlich von Neu Friedrichsdorf sind wegen der Topologie des Geländes und der Lage zum Grundwasserfluss nicht geeignet, die Grundwasserstände in den Wohngebieten signifikant zu reduzieren, auch nicht bei einem anderen Ausbau.

Das Grabensystem des Riesenbruches ist wegen der Geländestruktur (Höhenprofil, Gefälle) auch bei einem vertieften Ausbau nicht in der Lage, größere Wassermengen in Richtung des Hohenaener Sees abzuführen, welche die Grundwasserstände im Stadtgebiet Rathenow signifikant beeinflussen würden. Gleiches gilt für eine Verlängerung des Grenzgrabens bis zur Wald- oder Baumsiedlung. Beide Wohngebiete liegen im hydraulischen Einzugsgebiet der Havel.

Unabhängig davon muss der Verantwortung zur sachgerechten Unterhaltung aller Entwässerungssysteme nachgekommen werden. Eigenmächtige Eingriffe jeglicher Art sind unzulässig und in jedem Fall zu unterlassen, egal was die Motivation dazu sein mag. Nur wenn jedes Teil des hydraulischen Systems funktionstüchtig erhalten wird, wird auch das Gesamtsystem korrekt funktionieren.

Grundsätzlich besteht eine technische Möglichkeit der Vermeidung oder Minderung von Vernässungserscheinungen in der Wald- oder der Baumsiedlung durch den Betrieb von Grundwasserabsenkungen, das heißt durch ein aktives Fördern von Grundwasser in einer Hochwassersituation. Wegen der Lage im Trinkwasserschutzgebiet sowie der möglichen Wechselwirkungen mit dem Wasserwerk und der Grundwassersanierung besteht eine komplizierte Genehmigungssituation. Darüber hinaus wären im Betriebsfall umfangreiche Überwachungsmaßnahmen zu erwarten.

Möglichkeiten einer direkten Ableitung in lokale Vorflutgräben bestehen nicht. Ebenso sind die beiden Wohngebiete nicht an die Regenwasserkanalisation angeschlossen. Technisch machbar wären Ableitungen zum Regenwasserkanal der Breitscheidstraße bzw. mit Bahnquerung nach Rathenow Ost bzw. zur Feierabendallee. Die Kapazität des Kanalnetzes sowie für die Ableitung über den Herrengraben und das Schöpfwerk Albertsheim sind begrenzt und wären zu prüfen. Der Herrengraben ist darüber hinaus für die Entwässerung der nördlichen Stadtteile von Rathenow von zentraler Bedeutung. Eine zusätzliche Belastung dieses Grabensystems würde das Grundwasser in den Wohngebieten entlang der Semliner Straße potentiell erhöhen.

Der Wolzensee ist die entscheidende Vorflut für den Südosten Rathenows. Durch verschiedene Abflussbehinderungen lag sein Wasserspiegel in der letzten Zeit ungewöhnlich hoch. Durch gezielte Maßnahmen können extreme Wasserstände des Wolzensees (über 27 m NHN) vermieden werden. Ein niedrigerer Wasserspiegel im Wolzensee würde das Grundwasser im Anstrom auf Rathenow und in den südlichen und östlichen Stadtteilen signifikant entlasten.

Entsprechende Maßnahmen der Gewässerunterhaltung wurden insbesondere im Stadtwald sowie am Körgraben durch die Unterhaltungspflichtigen im Herbst begonnen bzw. fortgesetzt. Die Ergebnisse werden in einer späteren Unterlage bewertet.

7 Verzeichnisse

7.1 Verzeichnis der Anlagen

- Anl. 1 Geologisches Profil und Schnittspur
- Anl. 2 Ganglinien Ober- und Unterpegel Rathenow – Wasserstand und Durchfluss
- Anl. 3 Ganglinien Unterpegel Rathenow – Niederschlag, Wasserstand und Durchfluss
- Anl. 4 Prüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit Havel im Bereich Rathenow
- Anl. 5 Ganglinien Grundwasserniveau im Stadtgebiet sowie Ober- und Unterpegel Rathenow
- Anl. 6 Ganglinien Grundwasserniveau im Stadtgebiet seit 1930
- Anl. 7 Ganglinien Grundwasserniveau Stechow, Rathenow und Semlin
- Anl. 8 Ganglinien Grundwasserniveau und Grundwasserentnahme
- Anl. 9 Hydroisohypsenplan der Stichtagsmessung 29./30.08.2011
- Anl. 10 Lageplan des Grabensystems östlich der Baumsiedlung
- Anl. 11 Lageplan des Grabensystems östlich Neu Friedrichsdorf
- Anl. 12 Lageplan des Gebietes Wolzensee und Körgraben
- Anl. 13 Längsschnitt Körgraben
- Anl. 14 Daten der Wasserspiegelmessungen
 - 14.1 Stichtagsmessungen des Grundwassermessnetzes
 - 14.2 Stichtagsmessungen der Löschwasserbrunnen
 - 14.3 Stichtagsmessungen der Schächte der Fernwärmeversorgung
 - 14.4 Stichtagsmessungen der Oberflächengewässer

7.2 Verzeichnis der Quellen

- [1] Wasser- und Schifffahrtsamt Brandenburg,
Datenbereitstellung zur Unteren Havelwasserstraße, September 2011

- [2] WAVR Wasser- und Abwasserverband Rathenow,
Datenbereitstellung zum Wasserwerk Rathenow, September 2011

- [3] Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg LUGV
Daten des Landesmessnetzes Grundwasser, Region Rathenow

- [4] WBV Wasser- und Bodenverband "Untere Havel - Brandenburger Havel"
Karten- und Datenbereitstellung September 2011

- [5] DWD Deutscher Wetterdienst, Datenservice,
Niederschlagsdaten Station Rathenow, Monatswerte 1990 bis 2011

- [6] IHU Geologie und Analytik GmbH,
Datenbank regionaler Messungen von Grund- und Oberflächenwassermessstellen

- [7] Bürgerinitiative Rathenow,
Messwerte Grundwasser Wald- und Baumsiedlung, E-Mail vom 01.12.2011

Anlagen