

Abschlussbericht zur Hydrogeologischen Vorerkundung zur Erschließung einer Trinkwasserfassung am Standort Hangelsberg

Auftraggeber: Landesamt für Umwelt
Abteilung Wasserwirtschaft 1, Ref. W13
14410 Potsdam

Projekt: Hangelsberg Vorerkundung – 21-212

Bearbeitung: S. Dinse (GCI)
K. Senkpiel (GCI)
T. Willkommen (HGN)
Dr. F. Bednorz (HGN)

Bestätigt:


Dr. Falk Bednorz
Büroleiter HGN

Ort, Datum: Hennigsdorf, 31. Juli 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	7
2	Grundlagen	8
3	Komplex I / II – Voruntersuchungen	9
3.1	Durchgeführte Arbeiten (Komplex I / II – Voruntersuchungen)	9
3.1.1	Recherche vorhandener Unterlagen und Funktionskontrolle Altmessstellen	9
3.1.2	Allgemeine geologische Situation	10
3.1.3	Geophysikalische Vermessungsleistungen an Altmessstellen	11
3.1.4	Hydrochemisch-genetische Auswertung von Wasseranalysen (GCI)	13
3.1.5	Probennahme und Analytik	13
3.1.6	Auswertung der Analysen aus den Alt-Messstellen mit GEBAH	14
3.1.6.1	Einführung	14
3.1.6.2	Hy F 2/90 – deutlich geogen-salinar beeinflusstes Wasser	15
3.1.6.3	Hy Fu 101/81 UP – vor anthropogenem Einfluss geschütztes Wasser	15
3.1.6.4	Hy Fu 160/82 MP und UP – vor anthropogenem Einfluss geschütztes Wasser	16
3.1.7	Zusammenfassende Ergebnisse der Voruntersuchungen	18
4	Komplex III - V – Bohrungen und Messstellenbau	20
4.1	Durchgeführte Arbeiten (Komplex III – V)	20
4.1.1	Bohrarbeiten und Messstellenbau	20
4.1.2	Geologische Verhältnisse im Ergebnis der neuen Erkundungsbohrungen	23
4.2	Bewertung der Grundwasserstände	24
4.3	Probennahmen und Analytik	25
4.3.1	Probennahmen und Analytik Neubaumesstellen 04. und 05.04. 2023	25
4.3.2	Nachbeprobung Hy Fu 1/2022 UP und 2/2022 MP am 20.04.2023 zur Klärung von DOC ...	27
4.3.3	Analysen	27
4.3.4	Ergebnisse der Plausibilitätsprüfung	27
4.4	Auswertung der Analysenergebnisse	29
4.4.1	GWL I (Fu 1/2022 OP, Fu 2/2022 OP, Fu 3/2022 OP, Fu 4/2022 OP)	29
4.4.2	GWL II (Fu 1/2022 UP, Fu 2/2022 MP, Fu 3/2022 UP, Fu 101/81 UP, Fu 160/82 MP)	30
4.4.3	GWL III (Fu 2/2022 UP, Fu 4/2022 UP, Fu 160/82 UP, Fu 2/90)	31
4.5	Zusammenfassende Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse Analysenergebnisse ...	31
4.6	Isotopenuntersuchungen an Altmessstellen Fu 101/81 OP/UP, Fu 160/82 OP/MP/UP und Fu 2/90	32
4.7	Abschätzung des Einzugsgebietes für Förderrate 10.000 m ³ /d	33
5	Gesamteinschätzung für eine Wasserfassung	34
6	Kostenschätzung für die Detailerkundung	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Probennahme an Hy F 2/90 am 28.03.2022	14
Abbildung 3-2: Karte mit Bohrstandorten mit Varianten für möglichen Fassungsstandort	18
Abbildung 4-1: Lage der neuen Bohrungen und Messstellen im Hangelsberger Forst	20
Abbildung 4-2: Messstellenbau an der Hy Fu 1/2022 (links) und an der Hy Fu 3/2022 (rechts)	22
Abbildung 4-3: Fertiggestellte Messstellen Hy Fu 1/2022 OP/UP (links) Hy Fu 3/2022 OP/UP (rechts)	22
Abbildung 4-4: Lage Erkundungsgebiet mit Bohrungen und Verlauf der Eberswalde-Storkow-Rinne	23
Abbildung 4-5: Probennahme an Hy Fu 3/2022 am 04.04.2023	25
Abbildung 4-6: Probennahme an Hy Fu 3/2023 am 04.04.2023	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Übersicht Funktionstest	9
Tabelle 3-2: Geologische Schichtenfolge im näheren Betrachtungsraum	10
Tabelle 3-3: Stammdaten der vorhandenen Altmessstellen im Bereich Hangelsberg	13
Tabelle 3-4: Übersicht Hauptanionen– und Kationenanalytik sowie ausgewählte Kennwerte	17
Tabelle 4-1: Bohrstandorte	20
Tabelle 4-2: Stammdaten der Neubaumessstellen im Bereich Hangelsberg	26
Tabelle 6-1 Kostenschätzung für die Detailerkundung	36

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Übersichtskarte mit Hydroisohypsen und Schnittspuren	Maßstab 1 : 100.000
Anlage 1.2 Lageplan neue Grundwassermessstellen und Schnittspuren	Maßstab 1 : 25.000
Anlage 1.3 Lageplan mit Schutzgebieten, Altlasten und Entnahmen Dritter	Maßstab 1 : 50.000
Anlage 1.4 Lageplan mit Abschätzung des Einzugsgebietes inkl. Klimaprojektion	Maßstab 1 : 75.000
Anlage 1.5 Landesdynamik 2015 mit Stichtagsmessung GCI vom 4.4.2013	Maßstab 1 : 50.000

Anlage 2 Profilschnitte

Anlage 2.1 Profilschnitt 1 W-E
Anlage 2.2 Profilschnitt 2 W-E
Anlage 2.3 Profilschnitt 3 W-E
Anlage 2.4 Profilschnitt 4 N-S

Anlage 3 Schichtenverzeichnisse / Ausbau Alt-Messstellen

Anlage 3.1 GWM Hy F 2/90
Anlage 3.2 GWM Hy Fu 101/81
Anlage 3.3 GWM Hy Fu 160/82

Anlage 4 Funktionskontrolle GW-Messstellen und Umbau Hy F 2/90

- Anlage 4.1 Protokolle zur Funktionskontrolle
- Anlage 4.2 Fotodokumentation zum Umbau GWM Hy F 2/90

Anlage 5 Geophysikalische Untersuchung Alt-Messstellen

- Anlage 5.1 GWM Hy F 2/90 - Bericht
- Anlage 5.2 GWM Hy F 2/90 - Messdiagramm
- Anlage 5.3 GWM Hy Fu 101/81 UP - Bericht
- Anlage 5.4 GWM Hy Fu 101/81 UP - Messdiagramm
- Anlage 5.5 GWM Hy Fu 160/82 MP - Bericht
- Anlage 5.6 GWM Hy Fu 160/82 MP - Messdiagramm
- Anlage 5.7 GWM Hy Fu 160/82 UP - Bericht
- Anlage 5.8 GWM Hy Fu 160/82 UP - Messdiagramm

Anlage 6 Wasseranalytik / GW-Genese

- Anlage 6.1 Probenahmeprotokolle
- Anlage 6.2 Laborberichte LWU
- Anlage 6.3 Zusammenfassende Tabelle der Grundwasseranalytik
- Anlage 6.4 Genesediagramme

Anlage 7 Schichtenverzeichnisse / Ausbau Neubau-Messstellen

Schichtenverzeichnisse

- Anlage 7.1 Hy Fu 1/2022 OP/UP
- Anlage 7.2 Hy Fu 2/2022 OP/MP/UP
- Anlage 7.3 Hy Fu 3/2022 OP/UP
- Anlage 7.4 Hy Fu 4/2022 OP/UP

Ausbau

- Anlage 7.5 Hy Fu 1/2022 OP/UP
- Anlage 7.6 Hy Fu 2/2022 OP/MP/UP
- Anlage 7.7 Hy Fu 3/2022 OP/UP
- Anlage 7.8 Hy Fu 4/2022 OP/UP

Anlage 8 Geophysikalische Untersuchung neue Bohrungen

- Anlage 8.1 Hy Fu 1/2022 - Bericht
- Anlage 8.2 Hy Fu 1/2022 - Messdiagramm
- Anlage 8.3 Hy Fu 2/2022 - Bericht
- Anlage 8.4 Hy Fu 2/2022 - Messdiagramm
- Anlage 8.5 Hy Fu 3/2022 - Bericht
- Anlage 8.6 Hy Fu 3/2022 - Messdiagramm

Anlage 8.7 Hy Fu 4/2022 - Bericht

Anlage 8.8 Hy Fu 4/2022 – Messdiagramm

Anlage 9 Geophysikalische Ausbaukontrolle

Anlage 9.1 Hy Fu 1/2022 - Bericht

Anlage 9.2 Hy Fu 1/2022 - Messdiagramm

Anlage 9.3 Hy Fu 2/2022 - Bericht

Anlage 9.4 Hy Fu 2/2022 - Messdiagramm

Anlage 9.5 Hy Fu 3/2022 - Bericht

Anlage 9.6 Hy Fu 3/2022 - Messdiagramm

Anlage 9.7 Hy Fu 4/2022 - Bericht

Anlage 9.8 Hy Fu 4/2022 – Messdiagramm

Anlage 10 Klarpumpprotokolle neue Grundwassermessstellen

Anlage 11 Vermessungsprotokoll neue Grundwassermessstellen

Abkürzungsverzeichnis

EMDS	Elektromagnetische Wanddickenmessung
DemPV	Demonstrativpumpversuch
DOC	Dissolved organic carbon (gelöster organischer Kohlenstoff)
GCI	GCI GmbH
GGV	Genetisches Grundverhältnis
GWL	Grundwasserleiter
GWLK	Grundwasserleiterkomplex
GWM	Grundwassermessstelle
HGN	HGN Beratungsgesellschaft mbH
LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
LfU	Landesamt für Umwelt
MLUK	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg
MP	Mittelpiegel
MP1	Tauchpumpe MP1 der Firma GRUNDFOS
NBB	NORD Bohr und Brunnenbau GmbH
OP	Oberpegel
SAK	spektraler Absorptionskoeffizient
SMK	Salinar-Matrix-Koeffizient
TOC	Total organic carbon (Gesamter organischer Kohlenstoff)
UAB	Untere Abfallwirtschafts- und Bodenschutzbehörde
UP	Unterpegel
UWB	Untere Wasserbehörde
UWM	Unterwassermotorpumpe
WF	Wasserfassung

1 Aufgabenstellung

Im Bereich Hangelsberg werden seit 2022 Erkundungsarbeiten für eine neue Wasserfassung zur Trinkwassergewinnung durchgeführt.

Es ist über 5 Komplexe zu bewerten, ob und wie unter den gegebenen hydrogeologischen, geohydraulischen und natürlichen Randbedingungen eine Erschließung zusätzlicher Grundwasservorräte zur Deckung des aktuellen und perspektivischen Wasserbedarfes für den Industriestandort Freienbrink mit dem Vorrang ortsnaher Vorkommen möglich ist.

Die Untersuchungen erfolgen durch die HGN Beratungsgesellschaft mbH (HGN) und die GCI GmbH (GCI) im Auftrag des Landeamtes für Umwelt Brandenburg (LfU).

Folgende Leistungen waren zu erbringen:

- Komplex I Recherche vorhandener Unterlagen und nutzbarer Altmessstellen
- Komplex II Vorbereitung, Durchführung, Auswertung geophysikalischer Vermessungsleistungen (HGN) und hydrogeochemisch-genetische Bewertung von Wasseranalysen an Altmessstellen (GCI)

Für die Komplexe I und II wurde im April 2022 der Zwischenbericht vom 19.04.2022 vorgelegt.

- Komplex III Vorbereitung einer Vergabe und fachtechnische Begleitung des Baus von Grundwassermessstellen an zwei Standorten (HGN)
- Komplex IV Ermittlung der Grundwasserbeschaffenheit (GCI)
- Komplex V Auswertung der Ergebnisse (HGN / GCI)

Die Erstbewertung der lokalen hydrogeologischen Verhältnisse im Zwischenbericht HGN / GCI vom 19.04.2022 (Komplexe I und II) auf Grundlage von Recherchen und Auswertungen vorhandener Unterlagen, Geländebefahrungen, ergänzender hydrogeologischer Bohrungen sowie Beprobungen der Grundwasserbeschaffenheit zeigte, dass voraussichtlich eine Trinkwassergewinnung aus dem GWL II möglich ist.

2 Grundlagen

Vom Auftraggeber wurden u.a. folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Messstellenauswahl für die Voruntersuchung Hangelsberg
- Flowchart zum Projektablauf
- GeODin-Datenbank mit Aufschlüssen für das Modellgebiet, LBGR, Februar 2022

Des Weiteren wurden folgende Dokumente zu den geologischen Verhältnissen am Standort herangezogen:

- Hydrogeologischer Bericht mit Vorratsberechnung – Grundwassersuche Fürstenwalde, VEB Hydrogeologie, BT Berlin, 16.08.1983
- Hydrogeologischer Bericht Spreenhagen, VEB Hydrogeologie, Nordhausen, 28.11.1977

Für die genetische Bewertung der Grundwässer wurde genutzt:

- LBGR (2010): GEBAH - Genetische Bewertung von Analysen der Hydrosphäre; Software für die Überwachung und Auswertung hydrogeochemischer Daten zur Beurteilung des Vorliegens und der Intensität eines salinaren Stoffeintrags in Gewässer und Grundwasser. Lizenzgeber Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg.
<http://www.lbgr.brandenburg.de/sixcms/detail.php?id=480715> oder
http://www.gci-kw.de/software_gebah.php
- HGN: Bericht zur Auswertung von Isotopenanalysen für den Raum Hangelsberg (LK LOS) 2022 im Auftrag des LBGR, Hennigsdorf, 31.07.2023

3 Komplex I / II – Voruntersuchungen

3.1 Durchgeführte Arbeiten (Komplex I / II – Voruntersuchungen)

3.1.1 Recherche vorhandener Unterlagen und Funktionskontrolle Altmessstellen

Datenrecherche

- Sichtung Altunterlagen gem. Kap. 2.
- Erstellung Profilschnitte

Vor Ort Begehung

- Funktions- und Auffüllest, Dummybefahrung im Vorlauf zur Geophysikalischen Untersuchung an:
Hy Fu 101/81 OP/UP, Hy Fu 160/82 OP/MP/UP und Hy F 2/90

Die Tabelle 3-1 zeigt die Ergebnisse der Voruntersuchung der Messstellen.

Tabelle 3-1: Übersicht Funktionstest

Messstelle	X_ETRS	Y_ETRS	OK Filter m u.ROK	UK Filter m u.ROK	Wsp 21.01.2022	Freie Tiefe u.ROK	Funtionsfähigkeit nach Auffüllest 10 l	Zugänglich für BLM-Sonden
Hy Fu 101/81 OP	430027	5808555	15,0	17,00	3,06	19,1 m	funktionsfähig - sehr gut	ja
Hy Fu 101/81 UP	430027	5808555	45,0	47,00	3,01	48,48 m	funktionsfähig - sehr gut	für MP1 und kleinere Sonden zugänglich
Hy Fu 160/82 OP	430789	5806685	21,0	23,00	4,22	23,6 m	funktionsfähig - gut	ja
Hy Fu 160/82 MP	430789	5806685	119,0	123,00	4,68	123,15 m	funktionsfähig - gut	ja
Hy Fu 160/82 UP	430789	5806685	203,0	209,00	4,71	209,08 m	eingeschränkt - sehr langsam	ja
Hy F 2/90	428201	5809249	118,0	122,00	11,48	123,85 m	eingeschränkt - langsam	nach erfolgter Reparatur voll zugänglich

Die Hy Fu 101/81 UP wurde erfolgreich überprüft, so dass eine Befahrung mit der MP1 möglich ist. Bei der Vor-Ort Kontrolle wurde festgestellt, dass das Vollrohr der GWM Hy F 2/90 bei ca. 2 m u GOK abgeknickt ist. Der oberirische Abschluss der Hy F 2/90 wurden freigelegt und erneuert. Das Vollrohr wurde am Knick abgetrennt und verlängert. Somit ist die Messstelle wieder nutzbar.

Zur Beurteilung ggf. vorhandener Konfliktpotenziale einer Grundwasserentnahme zur Trinkwasserversorgung am Standort Hangelsberg sind bei den zuständigen Behörden Informationen zu Altablagerungen und Altstandorten (Altlasten) und bestehenden Grundwasserentnahmen sowie frei verfügbare Informationen zu ökologischen Schutzgebieten recherchiert worden.

Die erforderlichen Anfragen wurden per E-Mail am 04.02.2022 an die Untere Abfallwirtschafts- und Bodenschutzbehörde (UAB) bzw. 14.02.2022 an die Untere Wasserbehörde (UWB) der Landkreise Märkisch-Oderland (MOL) und Oder-Spree (LOS) versandt.

Die angefragten Informationen wurden vom Landkreis MOL am 08.02.2022 (UAB) sowie 09.03.2022 (UWB) übergeben. Die UAB des Landkreis LOS antwortete am 14.04.2022.

Eine Rückmeldung der UWB zu Entnahmemengen des LK LOS blieb trotz mehrmaligen Nachfragen (23.03./25.03./13.04.) aus. Der Gutachter geht davon aus, dass es keine größeren Entnahmen als die des WW Beerfelde im Wirkungsbereich des potentiellen Förderstandortes gibt. Im Zuge weiterer Erkundungsschritte (z.B. Pumpversuch) sollte das LfU bei der UWB des LK LOS eine Mitteilung relevanter Entnahme bewirken, um diese Annahme überprüfen zu können. Die recherchierten Informationen sind in Anlage 1.3 dokumentiert.

3.1.2 Allgemeine geologische Situation

Das Erkundungsgebiet befindet sich landschaftsgeografisch im Bereich der Berlin-Fürstenwalder Spreetalniederung. Entsprechend der großräumigen Grundwasserdynamik würde sich das Einzugsgebiet einer potenziellen Wasserfassung aus dem Talsandbereich heraus nach Nordosten über die Flächen des Jänickendorfer Kegelsanders bis in die Grundmoränen bei Beerfelde sowie bis in den Raum Müncheberg erstrecken. Folgende generelle Schichtenfolge ist im näheren Betrachtungsraum zu erwarten:

Tabelle 3-2: Geologische Schichtenfolge im näheren Betrachtungsraum

Tiefenlage [m u. GOK]	Stratigraphie	Verbreitung	Grundwasserleiter
0 – ca. 8 m	Holozäne Bildungen – Torfe oder Dünensande	vereinzelt z.B. am Forsthaus Plaatz und lokale Dünen z.B. westlich Trebuser See	
0 - ca. 15 m	Weichselkaltzeitliche Sande, teils schluffig, lokal überlagert mit holozänen Torfen und Mudden, qw1-Grundmoräne im Nordosten	Weitgehend flächenhaft verbreitet, aber weiter im Nordosten durch Geschiebemergel/-lehm qw1 ersetzt, Holozän nur lokal	GWL I
	Eem-warmzeitliche Sedimente	Bisher nicht nachgewiesen	
ca. 10 – 30 m	Warthestadiale Nachschütsande	Flächenhaft verbreitet	GWL I
ca. 20 – 50 m	Warthestadialer Geschiebemergel	Weitgehend flächenhaft verbreitet, aber mit Fehlstellen im Hangendstauer	Stauer
ca. 40 – 80 m	Drenthe-Nachschütt- bis Warthe-Vorschütt-Sande	Weitgehend flächenhaft verbreitet, jedoch lokal im westlichen Teil durch Tertiärhochlagen nicht ausgebildet	GWL II
ca. 60 – 90 m	Holstein-Interglazial	Weit verbreitet aber mit größeren Fehlstellen	
ca. 80 bis >200 m	Elsterzeitliche Sande = Füllung der Quartären Rinnen mit stark variierenden Mächtigkeiten	Bis zu 80 m mächtige Schluffpakete, aber auch sandige Schichten bis >100 m in den Rinnen möglich, direkter Kontakt zu den Kreidesedimenten - Salzaufstiegsgefahr	Stauer / GWL III
in Hochlagen ab 40 m	Miozäne Hochlagen (Tertiär), meist mit Sand/Schluff Wechsellagen, miozänes Formsandflöz ist nicht ausgebildet. Miozänes Quarzsandflöz (3. Miozäner Flözhorizont) bei ca. 100 m ist lokal verbreitet. Darunter folgen bis zum Rupelton ca. 60 m Sande der Cottbuser Folge toICO.	Nur außerhalb der pleistozänen Rinnen verbreitet	GWL III

3.1.3 Geophysikalische Vermessungsleistungen an Altmessstellen

Die geophysikalische Überprüfung der Messstellen wurde am 11.2., 14.2. und 15.02.2022 durchgeführt. Die ausführliche Dokumentation dazu befindet sich in der Anlage 5.

Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung in den Messstellen zusammengefasst:

1.) Hy F 2/90

- Das Pegelrohr war zunächst krummgefahren und die Messstelle nicht zugänglich,
- Nach erfolgter Reparatur war die Messstelle bis zur dokumentierten Endteufe befahrbar,
- Nach EMDS waren die Vollrohre durchgehend in einem guten Zustand,
- Die Kamerabefahrung endete jedoch über einer lockeren Auflandung von ca. 0,9 m,
- Die Filterstrecke liegt im Vergleich zum Ausbauplan 0,6 m tiefer,
- Verstärkte Korrosion ist im Wasseranschnittsbereich zu beobachten,
- Optisch sind keine mechanischen Beschädigungen oder Schadstellen erkennbar,
- Es gibt Hinweise auf Entgasungen,
- Es gibt keine eindeutigen Hinweise auf undichte Rohrverbindungen, die jedoch nicht ausgeschlossen werden können,
- Der Filter besteht aus Stahlrohren mit ca. 5 mm Längsschlitzen und Tresseumwicklung,
- Die Tresse ist vor allem im oberen Filterbereich sichtbar, oft sind die Schlitze mit hellem Feinkorn-Material (Spülungsreste?) zugesetzt,
- Eine bindige Hinterfüllung/Ausbildung des Ringraumes ist für den relevanten Bereich von 55,0 bis 103 m u. GOK festgestellt, bei den höher anstehenden bindigen Schichten ist die Hinterfüllung sandig.
- Nach dem isotopenhydrogeologischen Befund gibt es keine Hinweise auf einen Zufluss jüngerer Wässer über undichte Rohrverbindungen oder Ringräume

Gesamtbewertung Hy F 2/90: Die Messstelle ist für Wasserstands- und Gütebeobachtungen geeignet.

2.) Hy Fu 101/81 UP

- Die in einer Tiefe von ca. 2 m verbogene Messstelle war nur für einzelne kürzere und schmalere Sonden befahrbar,
- Filterposition und Tiefe der Messstelle entsprechen dem Ausbauplan,
- Die Messstelle ist 1,5 m aufgelandet,
- Optisch sind keine mechanischen Beschädigungen oder Schadstellen erkennbar,
- Es gibt keine Hinweise auf undichte Rohrverbindungen,
- Der Filter besteht aus Stahlrohren mit ca. 5 mm Längsschlitzen und Tresseumwicklung,
- Die Filterschlitze sind überwiegend frei, aber partiell auch mit hellem Feinkorn-Material (Spülungsreste?) zugesetzt,
- Es wurde keine bindige Hinterfüllung/Ausbildung des Ringraumes festgestellt.
- Der Druckunterschied zwischen OP und UP beträgt 20 cm, was auf eine eingeschränkte Kommunikation zwischen OP und UP hindeutet

Gesamtbewertung Hy Fu 101/81: Die Messstelle ist für Wasserstands- und Beschaffenheitsbeobachtungen weitgehend geeignet.

3.) Hy Fu 160/82 MP

- Die Messstelle war bis zur dokumentierten Endteufe befahrbar,
- Der Filter ist teilweise in Schluffschichten ausgebaut
- Nach EMDS waren die Vollrohre durchgehend in einem guten Zustand,
- Die Messstelle ist 1,2 m aufgelandet,
- Optisch sind keine mechanischen Beschädigungen oder Schadstellen erkennbar,
- Es gibt keine Hinweise auf undichte Rohrverbindungen,
- Der Filter besteht aus Stahlrohren mit ca. 5 mm Längsschlitz und Tresseumwicklung,
- Bei den Filterschlitz ist ca. die Hälfte frei und der Rest mit hellem Feinkorn-Material (Spülrückstände?) zugesetzt,
- Eine bindige Hinterfüllung/Ausbildung des Ringraumes ist für den relevanten Bereich von 77,0 bis 112,6 m u. GOK festgestellt, bei den höher anstehenden bindigen Schichten ist die Hinterfüllung sandig.

Nach dem isopenhydrogeologischen Befund gibt es keine Hinweise auf einen Zufluss jüngerer Wässer über undichte Rohrverbindungen oder Ringräume **Gesamtbewertung Hy Fu 160/82 MP:** Die Messstelle ist für Wasserstands- und Beschaffenheitsbeobachtungen geeignet.

4.) Hy Fu 160/82 UP

- Die Messstelle war bis zur dokumentierten Endteufe befahrbar,
- Die Messstelle ist 0,9 m aufgelandet,
- Die Filterstrecke liegt im Vergleich zum Ausbauplan 0,6 m tiefer,
- Abgesehen vom Wasserspiegel-Schwankungsbereich sind optisch keine mechanischen Beschädigungen oder Schadstellen erkennbar,
- Es gibt keine Hinweise auf undichte Rohrverbindungen,
- Ab 113 m treten vermehrt weiße Feinmaterial-Belege an Rohrverbindungen auf (Restmaterial aus der Betonierung?)
- Es gibt Hinweise auf Entgasungen,
- Der Filter besteht aus Stahlrohren mit ca. 5 mm Längsschlitz und Tresseumwicklung,
- Bei den Filterschlitz ist ca. die Hälfte frei und der Rest mit hellem Feinkorn-Material (Spülrückstände?) zugesetzt.
- Eine bindige Hinterfüllung/Ausbildung des Ringraumes ist für den Bereich von 101,5 bis 191,2 m u. GOK festgestellt, bei den höher anstehenden bindigen Schichten ist die Hinterfüllung überwiegend sandig.
- Aktuelle Ergebnisse aus den Isotopenuntersuchungen belegen einen Zufluss jüngerer Wässer, der wahrscheinlich über undichte Rohrverbindungen verursacht wird.

Gesamtbewertung Hy Fu 160/82 UP: Die Messstelle ist für Wasserstands- und Beschaffenheitsbeobachtungen aufgrund der mittels Isotopenuntersuchungen identifizierten Zuflüsse jüngerer Wässer nur eingeschränkt repräsentativ.

3.1.4 Hydrochemisch-genetische Auswertung von Wasseranalysen (GCI)

Die GCI GmbH bearbeitet im Nachauftrag von HGN Beratungsgesellschaft mbH vereinbarte Teilleistungen der Komplexe I und II des LfU-Auftrages, deren Ergebnisse in diesem Bericht zusammengefasst sind und die in den gemeinsamen Bericht von HGN / GCI einfließen.

Komplex I Recherche vorhandener Unterlagen und Prüfung nutzbarer Altmessstellen

Komplex II Vorbereitung, Durchführung, Auswertung geophysikalischer Vermessungsleistungen und hydrogeochemisch-genetische Bewertung von Wasseranalysen an Altmessstellen

3.1.5 Probennahme und Analytik

Im Rahmen der vorangehenden Untersuchungen wurden alle überprüften Grundwassermessstellen (GWM) als zur weiteren Erkundung geeignet beurteilt.

In Abstimmung mit dem AG sind die in Tabelle 3-3 fett markierten Messstellen beprobt worden. Die genommenen Proben wurde anschließend auf die chemischen und physikalisch-chemischen Basisparameter gemäß technischer Regel DVGW W 254 (A) ergänzend der Parameter Oxidierbarkeit, Eisen gelöst., Mangan gelöst, Bor und Aluminium analysiert.

Die Probennahme sowie die Analytik wurden vom Labor für Umwelt und Wasser GmbH (LWU) durchgeführt.

Tabelle 3-3: Stammdaten der vorhandenen Altmessstellen im Bereich Hangelsberg

Name	Ostwert	Nordwert	GOK	ROK*	FOK	FUK	FOK	FUK	GWL
	ETRS89 33N		[m NHN]	[m NN]*	[m u. GOK]		[m NHN]		
Hy Fu 101/81 OP	430027	5808555	40,1	41,78	15,0	17,0	25,1	23,1	1
Hy Fu 101/81 UP	430027	5808555	40,1	41,16	45,0	47,0	-4,9	-6,9	2
Hy Fu 160/82 OP	430789	5806685	41,5	42,49	21,0	23,0	20,5	18,5	2
Hy Fu 160/82 MP	430789	5806685	41,5	42,26	119,0	123,0	-77,5	-81,5	3
Hy Fu 160/82 UP	430789	5806685	41,5	42,16	203,0	209,0	-161,5	-167,5	3
Hy F 2/90	428201	5809249	46,5	---	118,0	122,0	-71,5	-75,5	3t

* Originalhöhen aus Hydrogeologischer Bericht – GW-Suche Fürstenwalde, 16.08.1983

Der Planung der durchgeführten Probennahmen lagen die Grundsätze der technischen Regel des DVGW Arbeitsblattes W 112 (A) sowie das LAWA AQS-Merkblatt P-8/2 zugrunde. Auf Basis der vorliegenden Ausbauprofile der beprobten GWM (s. Anl. 3) wurden die Mindestentnahmemengen sowie die Einhängetiefen der UWM-Pumpe (hier: MP1 mit Steigleitung) festgelegt.

Die allgemeine Vorgabe, die Entnahmepumpe einen Meter über dem Filter zu positionieren, war nur bei der Hy Fu 101/81 UP möglich. Bei den übrigen Messstellen wurde die UWM-Pumpe MP1 auf die maximal technisch mögliche und doch sichere Entnahmetiefe bei 80 m u. ROK platziert und die Mindestentnahmemengen um die Rohrvolumina ergänzt.

Die sich aus den Ausbaudaten ergebende Filterkieslänge beträgt zwischen 16 und 63 m. Hier wurde die Filterkieslänge unter Annahme eines begrenzten Zustromes während des Abpumpvorganges auf 10 m begrenzt.

In den Stammdaten der Hy F 2/90 fehlt eine Angabe zum Bohrdurchmesser. Dieser wurde mit hypothetischen 350 mm angenommen.

Aus den vorliegenden und angenommenen Daten ergaben sich Abpumpvolumina zwischen **1.100** und **2.800 l**.

Die Probennahme wurde am 28.02. und 01.03.2022 durchgeführt (s. Abbildung 3-1). Die in der Planung vorgegebenen Mindestentnahmemengen sowie die nach AQS-Merkblatt P-8/2 beschriebene Konstanz der Vor-Ort-Parameter wurde eingehalten (s. Anl. 5.1).

Die Analyseergebnisse sind in Anlage 6 als Prüfberichte dokumentiert.



Abbildung 3-1: Probennahme an Hy F 2/90 am 28.03.2022

3.1.6 Auswertung der Analysen aus den Alt-Messstellen mit GEBAH

3.1.6.1 Einführung

Die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen werden mit dem Programm GEBAH des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg zur Bewertung salinärer Einträge in das Wasser ausgewertet. Diese Ergebnisse sind zuverlässig, wenn der Analysenfehler der Hauptanionen und -kationenuntersuchung gering ist. Dies trifft bei den vier ausgewerteten Analysen der GWM zu.

Nachfolgend werden nur die Näherungsberechnungen von GEBAH genutzt.

3.1.6.2 Hy F 2/90 – deutlich geogen-salinär beeinflusstes Wasser

Die GWM Hy F 2/90 ist im GWL III im Bereich einer Tertiärhochlage westlich der ungefähr nord-süd-gerichteten Eberswalder-Storkower-Rinne ausgebaut (s. W-E- Profilschnitt 1 in Anlage 2.1). Die Grundwasserprobe zeigt eine deutliche geogen-salinäre Überprägung mit 220 mg/l Chlorid wie es auch GGV und SMK belegen (GGV: 0,0165; SMK: 0,4). Dabei existiert eine geringe Beeinflussung mit Sulfat (8,78 mg/l) (vgl. Genesediagramm in Anlage 6.4). Eine Übersicht der Messwerte von Hauptionen (in mg/l, mmol/l und mmol%) und von ausgewählten bewertungsrelevanten Parametern gibt Tabelle 3-4.

Es ist davon auszugehen, dass die GWM Hy F 2/90 eine natürliche Aufstiegszone geogen-salinären Tiefenwassers erfasst. Die Gesamtmineralisation ist mit 858 mg/l bzw. 24,32 mmol/l (eq) aufgrund der geogen-salinären Überprägung mit Natriumchlorid höher als bei den anderen drei untersuchten GWM (ca. \varnothing 530 mg/l). Der Anteil der salinären Liegendspeisung beträgt 44,8 %. Es handelt sich um ein **Natrium-Calcium-Hydrogenkarbonat-Chlorid-Wasser**, in dem der Anteil der Karbonatsalze (53 %) gegenüber den Chloridsalzen (46 %) noch leicht überwiegt (s. Anlage 6.4 und Tabelle 3-4). Das Wasser hat eine mittlere Härte (Härtegrad II). Die Karbonathärte ist höher als die Gesamthärte, was auf Ionenaustauschprozesse deutet und das Alter des Wassers bestätigt. Es ist nach GEBAH älter als 100 Jahre. Im Vergleich zu den Grundwasserproben der anderen untersuchten GWM weist die GWM Hy F 2/90 neben den höchsten Gehalten an Chlorid (220 mg/l), Natrium (174 mg/l) und Sulfat (8,78 mg/l) auch den höchsten pH-Wert (7,85) sowie die höchsten Gehalte an Eisen (6,82 mg/l), Kalium (3,54 mg/l), Bromid (0,34 mg/l), TOC (6,1 mg/l) und gelöstes Bor (344 μ g/l) auf. Außerdem wurde hier, anders als in den übrigen GWM, Aluminium (150 μ g/l) nachgewiesen.

Im Zusammenhang mit der organischen Beeinflussung (DOC / TOC) ist auch der Parameter spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK 254 nm) aufschlussreich, da dieser allgemein einen Hinweis auf die organische Belastung eines Wassers gibt. Die GWM Hy F 2/90 hat einen vergleichsweise niedrigen SAK-Wert (5,8 m^{-1}). Die Aromatizität bzw. spezifischer spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm / DOC) lässt grobe Annahmen über die Herkunft des Huminstoffanteils treffen. Eine niedrige Aromatizität wie in Hy F 2/90 (1,5 l/(mg*m)) weist auf niedermolekulare aquagene Fulvinsäuren hin, die wahrscheinlich mariner Herkunft sind. Demnach nimmt das aufsteigende Tiefenwasser auf seinem Transferpfad aktuell nicht besonders viele Huminstoffe auf, wie es andernorts in Brandenburg beobachtet werden kann. Dort werden SAK / DOC-Verhältnisse über 6 und lokal über 8 l/(mg*m) angetroffen.

3.1.6.3 Hy Fu 101/81 UP – vor anthropogenem Einfluss geschütztes Wasser

Die GWM Hy Fu 101/81 UP ist im GWL II über einer mächtigen Holsteinlage ausgebaut. Die GWM befindet sich südöstlich von Hy F 2/90 in der Eberswalder-Storkower Rinne (s. W-E- Profilschnitt 1 in Anlage 6.1). Der Grundwasserleiter ist bedeckt und gespannt. Das Grundwasser strömt aus Osten aus dem Bereich der Hochlage bei Müncheberg zu.

Die Grundwasserprobe zeigt ein vor anthropogenen Einflüssen sehr gut geschütztes gering mineralisiertes **Calcium-Hydrogenkarbonat-Wasser** (99 % Karbonate) ohne eine geogen-salinäre Überprägung an. Die Gehalte an Chlorid 4,93 mg/l (GGV: 0,45; SMK: 10) und Sulfat (2 mg/l) und die Gesamtmineralisation (525 mg/l) sind entsprechend gering (vgl. Genesediagramm in Anlage 6.4, s. Tabelle 3-4). GEBAH schätzt eine nicht salinäre Liegendspeisung von 6 % und eine relative Verweildauer von 30 bis 50 Jahren ein. Das geht mit der Lage des Messstellenfilters im Raum konform (s. Anlage 2.1).

Das Wasser hat eine hohe Härte (Härtegrad III). Die Karbonathärte ist höher als die Gesamthärte, was auf die Ionenaustauschprozesse zurückzuführen ist. Das Alter des Wassers erklärt auch die vergleichsweise hohe Bor-Konzentration von 164 µg/l, die hier nicht auf Abwasser oder sonstige anthropogene Einflüsse zurückzuführen ist. Die Konzentrationen der für eine klassische Aufbereitung relevanten Parameter Eisen, Mangan und Ammonium sind im Vergleich zu anderen Förderstandorten unauffällig (Eisen gelöst 3,49 mg/l, Mangan gelöst 0,2 mg/l, Ammonium 1,11 mg/l). Die DOC-Gehalte sind mit 2,7 mg/l wohl auch noch akzeptabel für eine klassische Aufbereitung. Es dürfte sich überwiegend um niedermolekulare Fulvinsäuren handeln, worauf der niedrige spezifische spektrale Absorptionskoeffizient hinweist (2 l/(mg*m)).

3.1.6.4 Hy Fu 160/82 MP und UP – vor anthropogenem Einfluss geschütztes Wasser

Der Messstellenstandort Hy Fu 160/82 liegt südöstlich von Hy Fu 101/81 ebenfalls in der Eberswalder-Storkower Rinne (s. W-E- Profilschnitt 2 in Anlage 2.2). Der Mittelpegel Hy Fu 160/82 MP (GWL II) ist im Gegensatz zu Hy Fu 101/81 im Liegenden des mächtigen Holsteinhorizonts und in vergleichbarer Tiefe wie Hy F 2/90 ausgebaut. Der Unterpegel Hy Fu 160/82 UP ist sehr tief (ca. -170 m NHN, rd. 200 m u. GOK) in der Eberswalder-Storkower-Rinne verfiltert (GWL III).

Die Grundwasserproben Hy Fu 160/82 OP und UP weisen den Hauptanionen und -kationenanalysen zufolge eine geringe Gesamtmineralisation (rd. 530 mg/l) bei Chloridgehalten von 11,5 mg/l (MP) bzw. 15,8 mg/l (UP) und Sulfatgehalten von <1 mg/l (MP) bzw. 8 mg/l (UP) auf. Es handelt sich um reduzierte **Calcium-Natrium-Hydrogenkarbonat-Wässer** (95 % bzw. 92% Karbonate), die im gegenwärtigen Zustand keine geogen salinare Beeinflussung erkennen lassen (vgl. Genesediagramm in Anlage 6.4 und Tabelle 3-4).

Anhand von GEBAH kann eine relative Verweildauer von mehreren Jahrzehnten für das Grundwasser beider GWM eingeschätzt werden. Das Wasser hat eine mittlere Härte (Härtegrad II). Die Karbonathärte ist höher als die Gesamthärte, was auf die Ionenaustauschprozesse zurückzuführen ist. Das Alter des Wassers erklärt auch die hohe Bor-Konzentration von 189 µg/l (MP) bzw. 166 µg/l (UP), die auch in Hy F2/90 angetroffen wird.

Der DOC-Gehalt im Mittelpegel ist mit 4,3 mg/l höher als im Unterpegel, wo 2 mg/l nachgewiesen werden. Der Mittelpegel weist mit 3,9 l/(mg*m) den höchsten spezifischen spektralen Absorptionskoeffizient der vier untersuchten Altmessstellen auf. Hier werden wahrscheinlich auch pedogene Huminsäuren beteiligt sein.

Tabelle 3-4: Übersicht Hauptanionen- und Kationenanalytik sowie ausgewählte Kennwerte

		Hy F 2/90	Hy Fu 101/81 UP	Hy Fu 160/82 MP	Hy Fu 160/82 UP
Analysenergebnisse		28.02.22	01.03.22	01.03.22	01.03.22
pH		7,85	7,33	7,54	7,62
LF bei 25 °C	µS/cm	1.345	634	619	657
TOC	mg/l	6,1	2,7	4,6	2,2
DOC	mg/l	4	2,7	4,3	2
SAK254/DOC	l/(mg*m)	1,5	2,1	3,9	1,7
Bor gelöst	µg/l	344	164	189	166
NH4	mg/l	0,95	1,11	0,84	0,66
Ca	mg/l	65,4	95,4	66	79,4
Mg	mg/l	11	12,9	7,93	11,8
K	mg/l	3,54	2	1,93	3,22
Na	mg/l	174	11,5	51,7	40,9
Fe	mg/l	6,82	3,49	2,18	1,51
Mn	mg/l	0,1	0,2	0,2	0,1
HCO3	mg/l	385	392	375	387
SO4	mg/l	8,78	2	0,5	8,18
NO3	mg/l	0,0	0,0	0,0	0,0
NO2	mg/l	0,0	0,0	0,0	0,0
Cl	mg/l	202	4,93	11,5	15,8
ortho-PO4	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Härtecharakteristik					
GH	mmol CaO/L	2,1	2,93	1,99	2,49
GH Beschreibung	-	II mittel	III hart	II mittel	II mittel
KH	mmol CaO/L	3,19	3,25	3,11	3,2
NKH	mmol CaO/L	-1,09	-0,31	-1,12	-0,72
Äquivalentgehalte					
NH4	mmol/l	0,05	0,06	0,05	0,04
Ca	mmol/l	3,26	4,76	3,29	3,96
Mg	mmol/l	0,90	1,06	0,65	0,97
K	mmol/l	0,09	0,05	0,05	0,08
Na	mmol/l	7,57	0,50	2,25	1,78
Fe	mmol/l	0,24	0,12	0,08	0,05
Mn	mmol/l	0,00	0,01	0,01	0,00
HCO3	mmol/l	6,31	6,43	6,15	6,35
SO4	mmol/l	0,18	0,04	0,01	0,17
Cl	mmol/l	5,70	0,14	0,32	0,45
Summe Anionen	mmol/l	12,19	6,61	6,49	6,96
Summe Kationen	mmol/l	12,13	6,56	6,37	6,89
Gesamtmineralisation	mmol/l	24,32	13,17	12,86	13,85
Ionenbilanzf. DVWK 128	%	-0,43	-0,58	-1,59	-1,06
Äquivalentanteile					
Hauptkomponente > 25 mmol% Lösungsanteil an Kat- bzw. Anionensumme fett					
NH4	mmol%	0,4	0,9	0,7	0,5
Ca	mmol%	26,9	72,5	51,7	57,5
Mg	mmol%	7,5	16,2	10,2	14,1
K	mmol%	0,7	0,8	0,8	1,2
Na	mmol%	62,4	7,6	35,3	25,8
Fe	mmol%	2,0	1,9	1,2	0,8
Mn	mmol%	0,0	0,1	0,1	0,1
HCO3	mmol%	51,8	97,3	94,8	91,1
SO4	mmol%	1,5	0,6	0,2	2,4
Cl	mmol%	46,7	2,1	5,0	6,4

Im Auftrag des LBGR wurden parallel zur vorangehend beschriebenen Grundwasseranalytik auch Isotopenuntersuchungen an den 6 Alt-Messstellen durchgeführt. Deren Ergebnisse werden zeitnah in einem gesonderten Bericht vorliegen.

3.1.7 Zusammenfassende Ergebnisse der Voruntersuchungen

In der Abbildung 3-2 ist eine Trasse dokumentiert, die zunächst vom LBGR als möglicher Standort für die potenzielle Wasserfassung vorgeschlagen wurde.

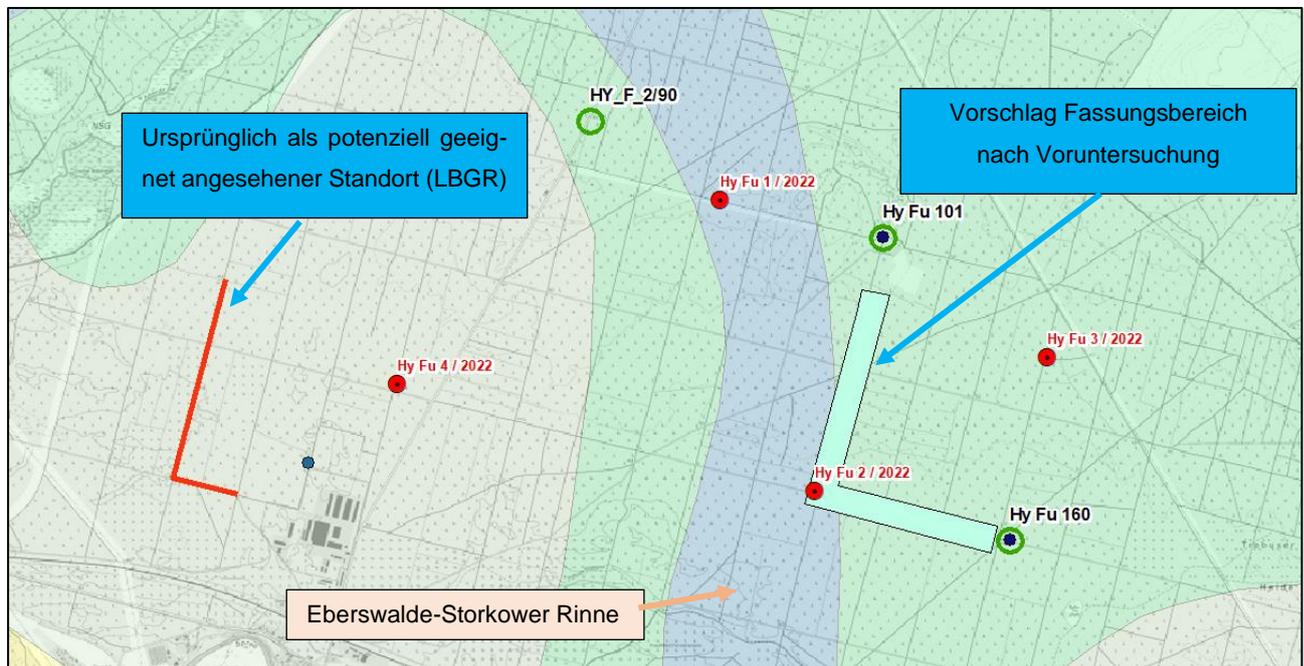


Abbildung 3-2: Karte mit Bohrstandorten mit Varianten für möglichen Fassungsstandort

Folgende Erkenntnisse aus der aktuellen Untersuchung ließen diesen Standort eher kritisch bewerten:

- Der GW-Anstrom von Nordost kommt auch aus Richtung der Hy F2/90, die einen eindeutigen Einfluss mineralisierter Tiefenwässer hat,
- Gemäß Profilschnitt 1 (Anlage 2.1) ist davon auszugehen, dass keine durchgehende hydraulische Trennung zwischen GWL III und dem zur Nutzung vorgesehenen GWL II existiert,
- Daraus leitet sich eine erhöhte Gefahr ab, dass mineralisierte Tiefenwässer in den genutzten GWL aufsteigen,
- Bei dem Erstvorschlag für die Wasserfassung ist von einem erhöhten Konfliktpotenzial bezüglich der grundwasserabhängigen Ökosysteme an der Löcknitz und der Müggelspree auszugehen.

Aus diesen Gründen wurde in dieser Phase der Grundwassererkundung vorgeschlagen, den potenziellen Fassungs Bereich weiter nach Osten zu verschieben. Als potenzieller Förderstandort zeichnet sich ein Bereich in der Mitte der Eberswalde-Storkower Rinne ab (siehe Abbildung 3-2).

Auch andere Wasserwerke in Brandenburg fördern unter vergleichbaren hydrogeologischen und hydrochemischen Situationen das Grundwasser und müssen auf eine Balance zwischen dem Dargebot aus niederschlagsbürtigem jungen Wasser und geogen-salinar geprägten alten Tiefenwasser achten.

Die Brunnen könnten im saalezeitlichen Lockergestein (GWL II) das von Osten heranströmende Grundwasser fördern. Der vorliegenden Analyse von Hy Fu 101/81 UP zufolge hätte das Wasser eine hervorragende Qualität, was jedoch mit Hilfe der weiteren Erkundungsetappen detailliert geprüft werden muss. Die Entnahmemenge wird an das nutzbare Dargebot der Grundwasserneubildung angepasst werden müssen.

Aus den Ergebnissen der Voruntersuchung wurden für die nächste Erkundungsetappe folgende Standorte empfohlen und mit dem LfU / LBGR abgestimmt:

Hy Fu 1/2022 Bohrtiefe 120 m – Messstellenbau GWL I und II DN 80 NORIP

Erkundungsziel: Klärung Lage Basis GWL II, Klärung Beschaffenheit in GWL I und II, Kontrolle auf Salzwasser im GWL II über Rinnenzentrum

Hy Fu 2/2022 Bohrtiefe 120 m (max. 160 m) – Messstellenbau GWL I, II und III DN 80 NORIP

Erkundungsziel: Zentralbereich für potenzielle Wasserfassung, Prüfung Lithologie / Eignung GWL II, Klärung Lage Stauer zwischen GWL II und III, Klärung Beschaffenheit in beiden GWL und Verlauf Salzwasserverteilung im Rinnenzentrum

Hy Fu 3/2022 Bohrtiefe 60 m (max. 80 m) – Messstellenbau GWL I und II DN 80 NORIP

Erkundungsziel: Klärung Ausbildung des GWL II im Anstrom der potenziellen WF, Beschaffenheitsprüfung Anstrom, Messstellen für Präzisierung Hydrodynamik

Hy Fu 4/2022 Bohrtiefe ca. 120 m – Messstellenbau im GWL II und III DN 80 NORIP

Erkundungsziel: Prüfung Lithologie / Eignung GWL II, Klärung Lage Stauer zwischen GWL II und III, Klärung Beschaffenheit in beiden GWL und Verlauf Salzwasserverteilung am Rinnenrand

4 Komplex III - V – Bohrungen und Messstellenbau

4.1 Durchgeführte Arbeiten (Komplex III – V)

4.1.1 Bohrarbeiten und Messstellenbau

Im Ergebnis einer öffentlichen Ausschreibung wurde folgendes Bohrunternehmen beauftragt:

NBB Nord Bohr- und Brunnenbau GmbH, Grimmen

Bohrzeitraum: Januar bis März 2023

Anzahl der Messstellen: 9 Messstellen an 4 Standorten (Lage siehe Abbildung 4-1)

Die Ansatzpunkte befinden sich innerhalb der Gemarkung Hangelsberg auf forstwirtschaftlich genutztem Gebiet. Im Vorfeld der Bohrarbeiten wurden mit dem Landesbetrieb Forst Brandenburg Gestattungsverträge für die Messstellenstandorte abgeschlossen.

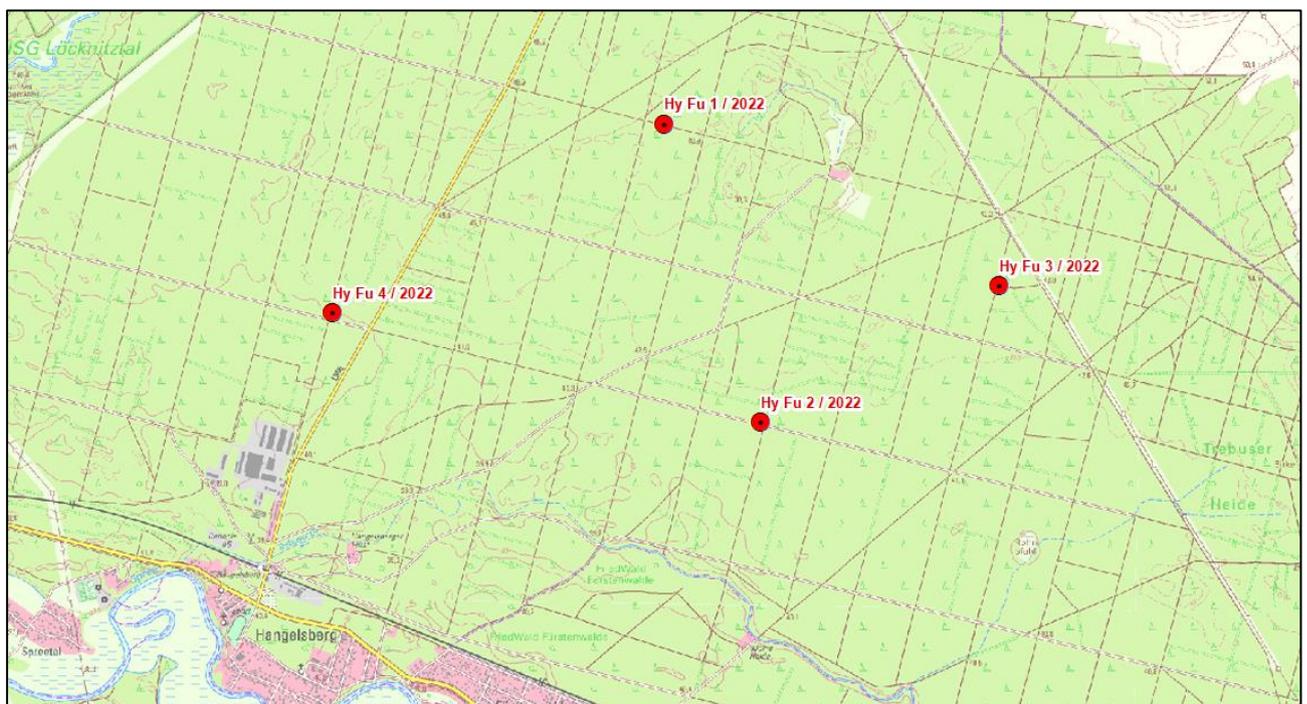


Abbildung 4-1: Lage der neuen Bohrungen und Messstellen im Hangelsberger Forst

Tabelle 4-1: Bohrstandorte

Bohrpunkt	Gemarkung	Flur	Flurstück	Eigentümer	Nutzung derzeit	Nutzung im Rahmen des Bohrvorhabens
Hy Fu 1/2022	Hangelsberg	4	11	LB Forst Brandenburg	Wald	Baustelleneinrichtung, Bohrung, GW-Messstelle dauerhaft
Hy Fu 2/2022	Hangelsberg	5	13	LB Forst Brandenburg	Wald	Baustelleneinrichtung, Bohrung, GW-Messstelle dauerhaft
Hy Fu 3/2022	Hangelsberg	5	13	LB Forst Brandenburg	Wald	Baustelleneinrichtung, Bohrung, GW-Messstelle dauerhaft
Hy Fu 4/2022	Hangelsberg	4	8	LB Forst Brandenburg	Wald	Baustelleneinrichtung, Bohrung, GW-Messstelle dauerhaft

Die 9 Bohrungen wurden im Lufthebeverfahren abgeteuft. Zur Festlegung der Ausbauteufen für die betreffenden Grundwasserleiter wurde an jedem der 4 Standorte generell mit der tiefsten Bohrung begonnen.

Die Bohrungen und der Messstellenausbau wurden wie folgt ausgeführt:

Ablauf:

- Bauanlaufberatung mit Befahrung aller vier Standorte mit beauftragter Bohrfirma und Flächeneigentümer (Landesforst)
- Beginn der tiefsten Bohrung je Standort,
- Beschriftete Auslage der Bohrproben meterweise und zusätzlich bei Schichtwechsel als Haufenproben auf Folie,
- Fortlaufende Fachbegleitung und Schichtenaufnahme durch betreuenden Geologen und Präzisierung der Endteufe,
- fortlaufende Abstimmung mit dem LBGR,
- Bohrlochmessung (Litholog) nach dem Erreichen der Endteufe,
- Auswertung der Messkurven vor-Ort und Festlegung der Filterstrecken für alle Messstellen an einem Standort in Abstimmung mit zuständigem Geophysiker (Ausbau- und Hinterfüllanweisung),
- Ausbau der tiefsten Messtelle,
- Bohren + Ausbau der weiteren Messstellen am Standort gemäß Festlegung,
- Bau der oberen Abschlüsse inkl. Schutzdreieck,
- Entsorgung Restspülung und Bohrgut auf Nachweis,
- Klarpumpen der Messstellen,
- Geophysikalische Ausbaukontrolle,
- Nach Ruhezeit von mind. 14 Tagen nach Klarpumpen - Probenahme für GW-Analytik,
- Probenahme und Grundwasseranalytik: LWU Labor für Wasser und Umwelt GmbH Bad Liebenwerda,
- Vermessung der Messstellen nach Lage und Höhe durch öffentlich bestellten Vermessungsbüro Kühne, Finowfurt).

Technische Parameter:

- Bohrdurchmesser: 250 mm
- Ausbaumaterial: NORIP, DN 80
- Schlitzweiten: 0,5 und 0,75 mm
- Filterlängen 3 bis 4 m
- Schutzrohr: Stahl verzinkt, DN150 (mit Dichtungsgummi zw. Schutz- und Pegelrohr)
- SEBA-Kappe Aluminium, DN 150
- Schutzdreieck Stahl, verzinkt, mit Pegelfahne

Die Bohrarbeiten und der Messstellenbau wurden kontinuierlich ohne relevante Unterbrechungen durchgeführt. Behinderungen durch Steinhindernisse beim Bohren gab es lediglich an der Hy Fu 1/2022, wobei das Hindernis bereits nach einer Stunde beseitigt werden konnte.

Dementsprechend kann von einem reibungslosen Ablauf der Arbeiten gesprochen werden. Der Zeitplan wurde eingehalten und es gab keine besonderen Vorkommnisse.

Die Bauabnahme erfolgte am 03.04.2023 im Beisein folgender Personen Frau Purz (LfU), Herr Dr. Merten (MLUK), Herr Rosin (LBGR), Herr Lehn (Landesforstbetrieb), Herr Hoffmann (NBB) und Dr. Bednorz (HGN).

Eine korrekte Ausführung des Messstellenbaus konnte bestätigt werden. Alle Bohrplätze waren ordnungsgemäß beräumt. Seitens des Flächeneigentümers (Landesforst) gab es keine Beanstandungen bzw. Nachforderungen.



Abbildung 4-2: Messstellenbau an der Hy Fu 1/2022 (links) und an der Hy Fu 3/2022 (rechts)



Abbildung 4-3: Fertiggestellte Messstellen Hy Fu 1/2022 OP/UP (links) Hy Fu 3/2022 OP/UP (rechts)

4.1.2 Geologische Verhältnisse im Ergebnis der neuen Erkundungsbohrungen

Das Erkundungsgebiet befindet sich landschaftsgeografisch im Bereich der Berlin-Fürstenwalder Spreetalniederung. Das Einzugsgebiet einer potenziellen Fassung würde sich aus dem Talsandbereich heraus nach Nordosten über die Flächen des Jänickendorfer Kegelsanders bis in die Grundmoränen bei Beerfelde sowie bis in den Raum Müncheberg erstrecken. Folgender Grundwasserleiteraufbau ist mit dem aktuellen Kenntnisstand ableitbar (siehe Profilschnitte Anlagen 2.1 bis 2.4):

- GWL I - flächenhaft verbreitet quartäre Sande (warthe- und weichselkaltzeitlich), Mächtigkeit mindestens 20 m – in Sanderflächen bis zu ca. 50 m,
- GWL II - Zielhorizont für GW-Gewinnung (drenthe-/warthekaltzeitlich, bzw. sandige Tertiärhochlagen), flächenhaft ca. 20 – 30 m mächtig, westlich L385 geringmächtiger und schluffig ausgebildet,
- GWL III – tertiäre, oft schluffige Sande und in der Rinne elsterzeitliche Sande >50 m mächtig.

In den Bohrungen Hy Fu 1/2022 wurden nach Pollenanalysen des LBGR zwischen 51,0 und 57,0 m warmzeitliche Sedimente des Holstein-Interglazials, teilweise mit zahlreichen gut erhaltenen Schnecken nachgewiesen (*Viviparus diluvianus*, bekannt auch als *Paludina diluviana*). Ebenso in der Hy Fu 3/2022 zwischen 53,0 und 69,0 m. In den Bohrungen Hy Fu 2/2022 und Hy Fu 4/2022 erfolgte ein Holstein-Nachweis innerhalb fluviatiler Sande. Das heißt, das Holstein ist sehr wahrscheinlich in diesem Rinnenbereich ausgeräumt worden.

Unterhalb des Erkundungsgebietes verläuft die Eberswalde-Storkow-Rinne mit einer Tiefe über 230 m, in der der oligozäne Rupelton vollständig ausgeräumt ist.

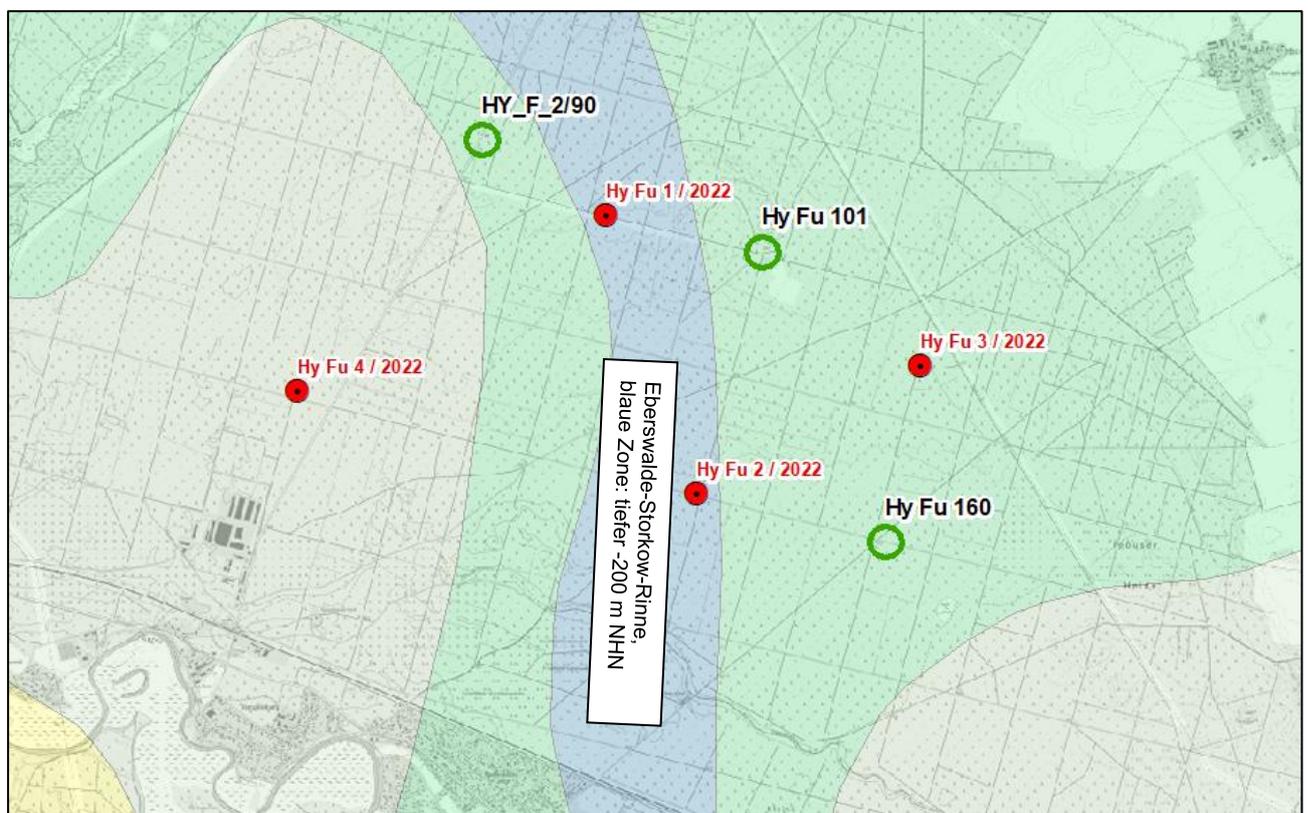


Abbildung 4-4: Lage Erkundungsgebiet mit Bohrungen und Verlauf der Eberswalde-Storkow-Rinne

Bei solchen Rinnenstrukturen sind Salzwasseraufstiege nicht auszuschließen, die oft über durchlässige Bereiche an den Rinnenflanken nach oben kommen.

Nach den hydrogeologischen Schnitten in der Anlage 2 ist der für die Grundwasserförderung vorgesehene GWL II nach unten durch mächtige elsterzeitliche Schluffe überwiegend gut von tieferliegenden Salzwässern abgeschirmt. Wie die Profilschnitte der Anlage 2 zeigen, können aber lokale Salzwasseraufstiege nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Durch Fehlstellen im Geschiebemergel zwischen GWL I und II ist es jedoch wahrscheinlich, dass sich der Grundwasservorrat stärker aus der Grundwasserneubildung erneuert und der Zustrom aus tieferen Stockwerken relativ gering ist.

Die Schichtenprofile und die Ausbaudokumentation der neuen Bohrungen und Messstellen befinden sich in der Anlage 7. Die Ergebnisse der geophysikalischen Messungen im offenen Bohrloch und der Ausbaukontrolle sind in den Anlagen 8 bis 9 dokumentiert.

4.2 Bewertung der Grundwasserstände

Im Rahmen der örtlichen Überwachung der Probenahme durch das Labor LWU wurde von GCI am 4. April 2023 eine Stichtagsmessung durchgeführt. Die Ergebnisse sind sowohl in der Tabelle 4-2 als auch in der Anlage 1.5 dokumentiert.

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Stichtagsmessung GCI vom 04.04.2023

Messstelle	ROK	GWL	Filter	Datum	Abstich 4.4.2023	GW-Stand
	[m NHN]		[m u. GOK]		[m u. MP]	[m NHN]
Hy Fu 101/81 OP	41,78	1	15,0 - 17,0	04.04.2023	3,08	38,70
Hy Fu 101/81 UP	41,16	2	45,0 - 47,0	04.04.2023	3,04	38,12
Hy Fu 160/82 OP	42,49	2	21,0 - 23,0	04.04.2023	4,16	38,33
Hy Fu 160/82 MP	42,26	3	119,0 - 123,0	04.04.2023	4,68	37,58
Hy Fu 160/82 UP	42,16	3	203,0 - 209,0	04.04.2023	4,09	38,07
Hy F 2/90	47,105	3	118,0 - 122,0	04.04.2023	11,06	36,05
Hy FU 1/2022 OP	44,69	1	11,0 - 15,0	04.04.2023	7,39	37,30
Hy FU 1/2022 UP	44,225	2	46,0 - 50,0	04.04.2023	6,72	37,51
Hy FU 2/2022 OP	41,956	1	11,0 - 15,0	04.04.2023	4,30	37,66
Hy FU 2/2022 MP	41,783	2	59,0 - 63,0	04.04.2023	4,15	37,63
Hy FU 2/2022 UP	41,645	3	116,0 - 120,0	04.04.2023	3,99	37,66
Hy FU 3/2022 OP	44,369	1	11,0 - 15,0	04.04.2023	5,84	38,53
Hy FU 3/2022 UP	44,013	2	41,0 - 45,0	04.04.2023	5,55	38,46
Hy FU 4/2022 OP	41,203	1	7,0 - 10,0	04.04.2023	4,89	36,31
Hy FU 4/2022 UP	41,044	3	116,0 - 120,0	04.04.2023	5,19	35,85
35490240	39,5	1	7,0 - 9,0	04.04.2023	3,68	35,82
35490289	40,67	1	7,0 - 9,0	04.04.2023	6,36	34,31
35501620	65,85	2	31,19 - 35,19	04.04.2023	15,48	50,37
35501621	65,8	3	127,25 - 131,25	25.01.2023	16,99	48,81
35501662	53,26	2	80,7 - 84,70	22.03.2023	10,92	42,34

Die Messergebnisse der Stichtagsmessung in der Anlage 1.5 zeigen für die Mehrfachmessstellen mit Ausnahme der Hy Fu 1/2022 etwas höhere Wasserstände im GWL I im Vergleich zu den GWL II und III.

Im Vergleich zum Hydroisohypsenplan des LfU von 2015 liegen die gemessenen Wasserstände teilweise bis zu ca. 2 m tiefer.

Aus den gemessenen Wasserständen an den Altmessstellen Hy Fu 101/81 und Hy Fu 160/82 lassen sich keine Hinweise zu auf eine Kommunikation zwischen den GWL durch undichte Ringräume oder Rohrleckagen ableiten.

4.3 Probennahmen und Analytik

4.3.1 Probennahmen und Analytik Neubaumessstellen 04. und 05.04. 2023

Am 04.04.2023 und 05.04.2023 wurden alle Neubau-GWM von LWU beprobt. Die Planung der durchgeführten Probennahmen erfolgte analog zur Beprobung der Altmessstellen.



Abbildung 4-5: Probennahme an Hy Fu 3/2022 am 04.04.2023

Tabelle 4-3: Stammdaten der Neubaumesstellen im Bereich Hangelsberg

Name	Ostwert	Nordwert	GOK	ROK	FOK	FUK	FOK	FUK	GWL
	ETRS89 33N		[m NHN]	[m NHN]	[m u. GOK]		[m NHN]		
Hy Fu 1/2022 OP	429000	5808790	43,80	44,69	11,0	15,0	33,69	29,69	1
Hy Fu 1/2022 UP	428999	5808786	43,60	44,225	46,0	50,0	-1,77	-5,77	2
Hy Fu 2/2022 OP	429578	5806976	41,10	41,956	11,0	15,0	30,96	26,69	1
Hy Fu 2/2022 MP	429579	5806980	41,00	41,783	59,0	63,0	-17,22	-21,22	2
Hy Fu 2/2022 UP	429580	5806982	41,10	41,645	116,0	120,0	-74,35	-78,35	3
Hy Fu 3/2022 OP	431016	5807814	43,50	44,369	11,0	15,0	33,37	29,37	1
Hy Fu 3/2022 UP	431011	5807814	43,40	44,013	41,0	45,0	3,01	-0,99	2
Hy Fu 4/2022 OP	427028	5807649	40,30	41,203	7,0	11,0	34,2	30,2	1
Hy Fu 4/2022 UP	427025	5807649	40,30	41,044	116,0	120,0	-74,96	-78,96	3

Der Planung der durchgeführten Probenahmen lagen die Grundsätze der technischen Regeln des DVGW-Arbeitsblattes W 112 (A) sowie das LAWA AQS-Merkblatt P-8/2 zugrunde. Auf Basis der vorliegenden Ausbauprofile der beprobten GWM (s. Anl. 7) wurden die Mindestentnahmemengen sowie die Einhängetiefen der UWM-Pumpe (hier: MP1 mit Steigleitung etwa einen Meter über dem Filter) festgelegt.

Die MP1 wurde bei theoretischen Einbautiefen von mehr als 80 m u. Rohroberkante auf die maximal technisch mögliche und doch sichere Entnahmetiefe bei 74 m u. ROK platziert und die Mindestentnahmemenge um das zusätzliche Rohrvolumina ergänzt. Aus den vorliegenden Daten ergeben sich Abpumpvolumina zwischen **540 l** und **1.400 l**. Die Probenahmeprotokolle sind in Anlage 6-1 dokumentiert.



Abbildung 4-6: Probenahme an Hy Fu 3/2023 am 04.04.2023

4.3.2 Nachbeprobung Hy Fu 1/2022 UP und 2/2022 MP am 20.04.2023 zur Klärung von DOC

Zur Überprüfung der im Vergleich zu den Altmessstellen erhöhten DOC-Gehalte der Proben vom Anfang April 2023 (5 bis 14 mg/l DOC) wurden die im GWL II errichteten beiden GWM Hy Fu 1/2022 UP und 2/2022 MP für eine Nachuntersuchung ausgewählt. LWU pumpte die beiden GWM am 20.04.2023 jeweils 3 Stunden mittels einer 3“-UWM-Pumpe ab. Ziel war es dabei, möglichst viel ggf. noch mit Bohrspülung behaftetes Grundwasser vor der Probennahme zu entfernen und Grundwasser aus dem anstehenden GWL zu erhalten.

Es wurden Probengefäße für die Verifizierung der DOC-Gehalte und die nochmalige Überprüfung der in Kapitel 4.2.3 aufgeführten Parameter (ohne organische Schadstoffgruppen) sowie die zusätzliche Überprüfung der Koloniezahl bei 22°C und 36°C abgefüllt (s. Probenahmeprotokolle in Anlage 6-1). Die Proben für die Bakteriologie wurden genommen, um den Einfluss von noch ggf. vorhandenen Bohrspülungsresten überprüfen zu können. Der mikrobielle Abbau der eingesetzten Bohrspülung mit Polymerzusatz Viscopol verursacht Detritus, der temporär zu erhöhten DOC-Gehalten führen kann.

4.3.3 Analysen

Der Analysenumfang wurde seitens LfU / LBGR festgelegt. Dieser umfasst die Basisparameter gemäß technischer Regel DVGW W 254 (A) und ergänzend die Parameter Oxidierbarkeit, Eisen gelöst und Mangan gelöst, Bor, Aluminium, Silicium und TIC („total inorganic carbon“). Darüber hinaus wurden Metalle sowie die organischen Schadstoffgruppen PAK, LHKW, BTEX sowie PSM und deren Metabolite untersucht.

Die Anlage 6.3 fasst die für die Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit relevanten Parameter der Analysen vom April 2023 und März 2022 zusammen. Die organischen Schadstoffparameter lagen jeweils unter Bestimmungsgrenze und sind in Anlage 6.3 nicht mit aufgeführt.

4.3.4 Ergebnisse der Plausibilitätsprüfung

Die vom Labor LWU mit dem Programm AquaC berechneten Ionenbilanzfehler variieren zwischen ca. 1,0% und -1,6%. Die mit der Formel nach DVWK 128/1992 (implementiert in GEBAH) ermittelten Ionenbilanzfehler liegen zwischen 1,0 und -2 %. Einzig für die erste Analyse von Hy Fu 2/2022 MP (GWL II) vom 04.04.2023 wird nach DVWK 128/1992 ein höherer Ionenbilanzfehler (-4,9%) berechnet als mit dem Programm AquaC, was auf einen Überschuss von Anionen bzw. nicht analytisch erfassten Kationen hindeutet. Die erste Grundwasserprobe war noch durch Bohrspülung beeinflusst wie es die Ergebnisse der Nachuntersuchung belegen (s. Kapitel 4.4). Der Ionenbilanzfehler der Untersuchung vom 20.04.2023 war in Ordnung (-1,8%).

Mit dem Programm GEBAH sind Analysen mit Ionenbilanzfehlern von weniger als ± 2 % zuverlässig auswertbar. Auch die Analyse von Hy Fu 2/2022 MP vom 04.04.2023 ist im Kontext der anderen Analysen gut interpretierbar. Allgemein ist gemäß DIN 38402-62 ein Ionenbilanzfehler von ± 5 % tolerierbar.

Die vom Labor LWU mit dem Programm AquaC berechneten Ionenbilanzfehler variieren zwischen ca. 1,0% und -1,6%. Die mit der Formel nach DVWK 128/1992 (implementiert in GEBAH) ermittelten Ionenbilanzfehler liegen zwischen 1,0 und -2 %. Einzig für die erste Analyse von Hy Fu 2/2022 MP (GWL II) vom 04.04.2023 wird nach DVWK 128/1992 ein höherer Ionenbilanzfehler (-4,9%) berechnet als mit dem Programm AquaC,

was auf einen Überschuss von Anionen bzw. nicht analytisch erfassten Kationen hindeutet. Die erste Grundwasserprobe war noch durch Bohrspülung beeinflusst wie es die Ergebnisse der Nachuntersuchung belegen (s. Kapitel 4.4). Der Ionenbilanzfehler der Untersuchung vom 20.04.2023 war in Ordnung (-1,8%).

Mit dem Programm GEBAH sind Analysen mit Ionenbilanzfehlern von weniger als $\pm 2\%$ zuverlässig auswertbar. Auch die Analyse von Hy Fu 2/2022 MP vom 04.04.2023 ist im Kontext der anderen Analysen gut interpretierbar. Allgemein ist gemäß DIN 38402-62 ein Ionenbilanzfehler von $\pm 5\%$ tolerierbar.

Weitere Auffälligkeiten, die sich auf Grundlage einer orientierenden Prüfung gemäß Fachbeitrag „Plausibilitätsprüfung von Grundwasseranalysen“, Heft Nr. 163¹, ergeben, können vor dem im Gutachten dargestellten Kenntnisstand als vernachlässigbar angesehen werden, wie es nachfolgend erläutert wird:

- 1) Das Verfahren PK_2.1 nach Maier&Grohmann (1977)², welches die gemessene elektrische Leitfähigkeit der berechneten Ionenstärke gegenübergestellt, ist eine relativ grobe Abschätzung, die mit zunehmender Mineralisierung und abnehmendem Erdalkali/Alkali-Verhältnis zunehmend schlechter funktioniert. Nach Auswertung des PK_2.1 sowie der genaueren Berechnung der theoretischen Leitfähigkeit nach Rossum³ zeigen die Analysen bei beiden Methoden Abweichungen im mittleren einstelligen Prozentbereich. Lediglich die Proben von Hy Fu 160/82 MP und UP sowie von Hy F 2/90 zeigen bei Maier&Grohmann eine höhere Abweichung (18%, 13% bzw. 35%). Das PK_2.1 (> 25 %-Abweichung) wird nur von der Hy F 2/90 verletzt, was aufgrund ihres hohen Salzgehaltes jedoch kein Hinweis auf eine unplausible Analyse liefert.
- 2) Die Aluminiumkonzentration von 150 $\mu\text{g/l}$ in Hy F2/90 erscheint bei einem pH von 7,9 unplausibel. Die Grundlage der orientierenden LfU-Prüfung PK_2.14 ist die Löslichkeitskurve von Gibbsit, deren exakter Verlauf von den verwendeten thermodynamischen bzw. hydrogeochemischen Datenbasen abhängt. In Kölle⁴, der Grundlage für PK_2.14, liegt die Löslichkeitskurve beispielsweise ein wenig niedriger als in Appelo&Postma⁵. In beiden Fällen liegt die Konzentration 150 $\mu\text{g/l}$ bei pH = 7,9 sehr nahe an der Löslichkeitskurve. Dazu ist außerdem zu bedenken, das Aluminium nicht nur Hydroxy-Komplexe, sondern auch Komplexe mit Sulfat, Fluorid und organischer Substanz (DOC/TOC) bilden kann, was die effektive Löslichkeit erhöht. Der in der ersten Analyse erhöhte DOC-Gehalt in Hy F2/90 wäre eine Erklärungsmöglichkeit für die gegenüber der theoretischen Löslichkeit leicht erhöhte Aluminium-Konzentration in dieser ca. 120 m tiefen GWM. Die anderen Messstellen weisen keine auffälligen Aluminiumgehalte auf. Die Aluminiumgehalte der GWM sollten verifiziert werden und die Porengröße der Membranfilter ggf. angepasst werden. Der festgestellte Aluminiumwert von 150 $\mu\text{g/l}$ in Hy F2/90 stellt kein Ausschlusskriterium für eine weitergehende Erkundung des Förderstandortes dar.

¹ <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/fachbeitrag-163.pdf>

² Maier & Grohmann (1977). Bestimmung der Ionenstärke natürlicher Wässer aus deren elektrischer Leitfähigkeit. Zeitschrift für Wasser- und Abwasser-Forschung, 10, 1, 9 – 12.

³ ROSSUM, J.R. (1975) Checking the accuracy of water analysis through the use of conductivity. Journal of the American Water Works Association, 67, 4, 204-205, Washington.

⁴ Kölle, W. (2017). Wasseranalysen, richtig beurteilt: Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltsstoffe. Grenzwerte nach Trinkwasser-verordnung und EU-Trinkwasserrichtlinie. Wiley-VCH, 4. Auflage. ISBN 10:3527342850.

⁵ Appelo, C. A. J.; Postma, D. (2005): Geochemistry, groundwater and pollution. 2nd edition. Balkema Publishers

Die Vorortmessungen der Wassertemperatur in den rd. 120 m tief ausgebauten neuen GWM Hy Fu 2/2022 UP und 4/2022 UP (13 bzw. 12,4 C) belegen eine Temperaturzunahme von 2-3 Kelvin auf rund 100 m. Das entspricht dem Durchschnittswert für Mitteleuropa. Eine ähnliche Temperaturzunahme wird vom Gutachter auf dem nahe gelegenen Schmöckwitzer Werder gemessen. Auffällig ist dahingegen, dass die in rd. 200 m Tiefe ausgebaute Altmessstelle Hy Fu 160/82 UP lediglich eine Wassertemperatur von 11,5 °C aufweist. Diese relativ niedrige Wassertemperatur in Kombination mit einem Sulfatnachweis von 8 mg/l könnte auf eine hydraulische Verbindung des Filters zu oberflächennahem Grundwasser hindeuten.

4.4 Auswertung der Analysenergebnisse

4.4.1 GWL I (Fu 1/2022 OP, Fu 2/2022 OP, Fu 3/2022 OP, Fu 4/2022 OP)

Die Filteroberkanten der vier neuen im oberen unbedeckten Grundwasserleiterkomplex 1 (GWL I) ausgebauten GWM liegen zwischen 3 m und 7,5 m unter dem Grundwasserspiegel. Die vorliegenden Grundwasseranalysen dokumentieren ein junges anthropogen überprägtes Grundwasser (**Calcium-Hydrogenkarbonat-Calcium-Sulfat-Wässer**). Die GWM eignen sich für die Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit des jüngeren Grundwasserneubildungswassers im Umfeld der potenziellen Wasserfassung.

Es sind vor allem die Sulfat-Konzentrationen dieser GWM auffällig. Die drei GWM Fu 2/2022 OP, Fu 3/2022 OP und Fu 4/2022 OP weisen mit 44 mg/l bis 99 mg/l Sulfat für brandenburgische Verhältnisse auf eine geringe bis leichte Beeinflussung in dieser Teufenlage hin. Die Probe von Hy Fu 1/2022 OP deutet dagegen mit 186 mg/l Sulfat auf eine starke Beeinflussung des Grundwassers hin.

Chlorid wird in den drei zuerst genannten GWM in der Größenordnung von nur 7 bis 17 mg/l festgestellt, was im Landesvergleich eine niedrige Konzentration darstellt. In der hoch mit Sulfat belasteten GWM Hy Fu 1/2022 OP wird ein etwas höherer Chloridgehalt (50 mg/l) angetroffen, der in dieser Teufe eine mittlere und damit noch unauffällige Konzentration darstellt. Die geringen Kalium- und Borgehalte lassen annehmen, dass das Sulfat und Chlorid in Hy Fu 1/2022 OP nicht aus Abwassereinträgen rühren. Auch die drei anderen GWM zeigen diese niedrigen Bor- und Kaliumgehalte (6 bis 27 µg/l Bor, 0,9 bis 1,4 mg/l Kalium). Nach Auswertung mit GEBAH (s. Anlage 6.4) sind alle vier GWM nicht geogen-salinar überprägt.

Die DOC-Häufigkeitsverteilung der GWM des Landesmessnetzes zeigen im GWLK 1 lognormal-verteilte Werte um 4,6 mg/l DOC. Konzentrationen, die darüber liegen betrachtet das Landesumwelt gegenwärtig als auffällig (sog. Prüfwert des LfU für den GWLK I). Der DOC-Gehalt der mit Sulfat beeinflussten GWM Hy Fu 1/2022 OP ist mit 7,3 mg/l DOC folglich auffällig erhöht. Allerdings könnte dies auf Bohrspülungsreste zurückzuführen sein, was der Fall wäre, wenn die nächste Untersuchung einen deutlich niedrigeren DOC-Gehalt ergeben würde. Die DOC-Gehalte der anderen drei GWM repräsentieren dahingegen mit 3 bis 4 mg/l in dieser Filterlage mittlere Gehalte innerhalb Brandenburgs.

Die GWM Hy Fu 1/2022 OP ist am stärksten von den vier GWM beeinflusst und deutet nach vorliegendem Kenntnisstand aufgrund des hohen Sulfatwertes (186 mg/l) auf stattfindende Nitratabbauprozesse im GWL I hin. Da Nitrat in allen vier GWM nicht nachgewiesen wird, ist davon auszugehen, dass das Pyritabbau Potenzial im GWL I noch vorhanden ist.

Um abzuklären, ob und in welchem Umfang die Sulfatgehalte auf einen anthropogen verursachten Pyritabbau infolge Denitrifikation zurückzuführen sind und das verbleibende Pyritabbau Potenzial abzuschätzen, sollten

möglichst alle vier GWM nach der Stickstoff/Argon-Methode untersucht werden. Dabei wird der Sulfatanteil aus dem Pyritabbau sowie der maskierte Nitrateintrag in das Grundwasser ermittelt.

Der GWL I ist im Anstrom und auch im Umfeld der potenziellen Wasserfassung mit dem GWL II (avisierter Förderhorizont) hydraulisch verbunden, weshalb bei Betrieb der Wasserfassung mit einer Aufhängung des Förderwasser zu rechnen ist.

4.4.2 GWL II (Fu 1/2022 UP, Fu 2/2022 MP, Fu 3/2022 UP, Fu 101/81 UP, Fu 160/82 MP)

Der potenzielle Förderhorizont der Wasserfassung, GWL II, ist den geologischen Kenntnissen zufolge im östlichen Anstrom von Geschiebemergel überdeckt. Hier ist von einer sehr guten bis guten Geschütztheit des GWL II auszugehen, was die Grundwasseranalysen bestätigen. Der Hinweis auf mögliche Fehlstellen der Überdeckung bzw. hydraulische Wegsamkeiten im östlichen Anstrom wird durch den erhöhten Sulfatgehalt in Hy Fu 3/2022 UP (65 mg/l) und die höhere Chlorid-Konzentration (17 mg/l) impliziert. Die GWM liegt im Anstrom auf den potenziellen Fassungsstandort, ungefähr auf Höhe der Bohrung Hy Fu 2/2022. Das Schichtenverzeichnis der Bohrung Hy Fu 2/2022 deutet darauf hin, dass der östlich verbreitete Hangendstauer vor dem geplanten Fassungsbereich auskeilen könnte bzw. im Umfeld der Bohrung Hy Fu 2/2022 ein hydraulisches Fenster zwischen den GWL I und II bestehen könnte.

Die untersuchten GWM zeigen für den GWL II ein unbeeinflusstes reduziertes Grundwasser (**Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser**), dessen Alter gemäß Tritium-/Heliumanalytik mehr als 70 Jahre beträgt (Sulfat <2 mg/l; Chlorid 5-10 mg/l, Ausnahme Fu 3/2022 UP). Die elektrische Leitfähigkeit beträgt im Mittel 640 µS/cm und die pH-Werte schwanken zwischen 7,2 und 7,7. Die gegenüber der Trinkwasserverordnung erhöhten Konzentrationen von Ammonium (1 bis 2,1 mg/l), Eisen (1,5 bis 3,8 mg/l) und Mangan (0,35-0,57 mg/l) sind geogen verursacht und könnten mit einer klassischen naturnahen Aufbereitung unter geltende Trinkwassergrenzwerte reduziert werden.

Die Analysen der neuen GWM bestätigen im Wesentlichen die Ergebnisse der im Jahr 2022 untersuchten „Altmessstellen“ Fu 101/81 UP und Fu 160/82 MP. Die beiden Altmessstellen (2,7 bzw. 4,3 mg/l DOC) zeigten im Gegensatz zu den Erstuntersuchungen der neuen GWM jedoch keine auffällig hohen DOC-Gehalte an. Die DOC-Nachweise in Fu 1/2022 UP, Fu 2/2022 MP und Fu 3/2022 UP (14 mg/l bzw. 5,2 mg/l bzw. 6,9 mg/l), die anhand von Untersuchungen an Rückstellproben bestätigt wurden, sind für den GWL II außergewöhnlich hoch und würden eine aufwändigere Aufbereitung erfordern. Die Ergebnisse aus der am 20.04.2023 veranlassten Nachuntersuchung von Fu 1/2022 UP und Fu 2/2022 MP widerlegen jedoch die hohen DOC-Gehalte der Erstuntersuchung von Anfang April 2023. Die Koloniezahlen in der Nachuntersuchung lassen den Schluss zu, dass die DOC- und TOC-Gehalte der Erstuntersuchungen von Bohrspülung (enthielt Polymerzusatz Viscopoll) beeinflusst waren. Die DOC- und TOC-Gehalte der Proben vom 04.04.2023 sind wahrscheinlich bei allen GWM (auch GWL I und III) erhöht und müssen mit der nächsten Untersuchung verifiziert werden.

Mittels GEBAH ist keine geogen-salinare Beeinflussung festzustellen (s Anlage 6.4).

4.4.3 GWL III (Fu 2/2022 UP, Fu 4/2022 UP, Fu 160/82 UP, Fu 2/90)

Die untersuchten GWM im tiefen GWL III der elsterzeitlichen Eberswalder-Storkower Rinne bzw. dem tertiären GWL III dokumentieren ebenfalls ein sehr altes Grundwasser (**Calcium-Hydrogenkarbonat-Wasser**).

Die Chlorid- (ca. 4-16 mg/l), Ammonium- (0,25 bis 0,66 mg/l) und DOC-Gehalte (2 bis 6,3 mg/l) sind für die drei GWM Fu 2/2022 UP, Fu 4/2022 UP und Fu 160/82 UP unauffällig. Mittels GEBAH ist keine geogen-salinare Beeinflussung dieser GWM festzustellen (s Anlage 6.4).

Anders verhält es sich in der tief ausgebauten „Altmessstelle“ Hy F 2/90, wo auch eine deutlich erhöhte Mineralisation nachgewiesen wird (0,95 Ammonium, 200 mg/l Chlorid, 174 mg/l Natrium). Die DOC-Konzentration von Hy F 2/90 ist mit 4 mg/l relativ niedrig.

4.5 Zusammenfassende Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse Analysenergebnisse

Die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen wurden mit dem Programm GEBAH des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg zur Bewertung salinärer Einträge in das Wasser ausgewertet (siehe Anlage 6.4).

GWL I Alle im GWL I ausgebauten Messstellen haben Neubildungsbeeinflusstes junges Wasser, tlw. mit einer Überprägung von Sulfat (bis 186 mg/l) und Chlorid (bis 50 mg/l).

GWL II ist für die Grundwassergewinnung vorgesehen.

In den oberen Bereichen des GWL II sind teilweise eher jüngere Wässer mit GW-Neubildungs-Dominanz zu beobachten. Zur GWL-Basis hin ändert sich die genetische Zusammensetzung zu deutlich älteren Wässern. Die lokal fehlende Stauerüberdeckung des GWL II lässt erwarten, dass bei hydraulischer Belastung des GWL II diese Wässer durch Neubildungswässer ersetzt werden.

GWL III Lediglich an der im Nordwesten gelegenen Messstelle Hy F 2/90 an der Straße zw. Hangelsberg und Kienbaum ist für den GWL III ein signifikanter Einfluss geogen-salinärer Tiefenwässer festgestellt worden (44 % Na Cl). Anthropogene Beeinflussungen können ausgeschlossen werden. Mittels GEBAH waren in den anderen GWM des GWL III keine geogen-salinaren Beeinflussungen erkennbar.

Da im Umfeld der potenziellen Wasserfassung bekanntermaßen mit dem Aufstieg von geogen-salinarem Tiefenwasser zu rechnen ist, bedarf es einer nachhaltigen Bewirtschaftung des GWL II am Standort der geplanten Wasserfassung. Die Brunnen müssen so dimensioniert und betrieben werden, dass sie überwiegend Grundwasserneubildungswasser fördern. Die potenzielle Fördermenge und deren Verteilung auf geeignet platzierte Brunnen könnte modellgestützt ermittelt werden. Bei dem in der nächsten Phase durchzuführenden Pumpversuch wären entsprechende hydraulische Parameter für die Modellkalibrierung zu gewinnen.

4.6 Isotopenuntersuchungen an Altmessstellen Fu 101/81 OP/UP, Fu 160/82 OP/MP/UP und Fu 2/90

Parallel zu den Voruntersuchungen an den Altmessstellen wurden im Auftrag des LBGR Cottbus eine Beprobung der Isotope Tritium, Helium-3, Helium-4, Deuterium, Sauerstoff-18 sowie Schwefel-34 und Sauerstoff-18 am Sulfat beauftragt. Die Ergebnisse sind im HGN-Bericht vom 31.7.2023 dokumentiert.

Ziel dieser Untersuchung war es, das Einflusspotenzial mineralisierter Tiefenwässer und der Grundwasserneubildung zu untersuchen.

Tabelle 4 Ergebnisse der Alters- / Verweilzeitbestimmungen für Tritium/Helium-3

lfd.	Projekt	GWL	Filter m u. GOK m NHN	Probenahme-Datum	Alter nach Tritium / Helium3 [a]	Anteil tritium-freien Wassers	14C-Alter [a] mit Anfangsgehalt 65 pmc
1.	Hy Fu 160/82 OP	II _{oben}	21,0 - 23,0	07.02.22	57	85 – 90 %	2.300
2.	Hy Fu 160/82 MP	III	119,0 – 123,0	07.02.22	>70	>99 %	13.500
3.	Hy Fu 160/82 UP	III _{tief}	203,0 – 209,0	07.02.22	>70	>99 %	4.000
4.	Hy Fu 101/81 OP	I	15,0 - 17,0	11.02.22	42	0 – 20 %	240
5.	Hy Fu 101/81 UP	II _{tief}	45,0 - 47,0	11.02.22	>70	>98 %	2.700
6.	Hy F 2/90	III	118,0 – 122,0	07.02.22	>70	>99 %	8.500

Die für ⁴He ermittelten Werte als Indikator für alte Wässer beschränken sich auf die Messstellen Hy Fu 160 MP und Hy F 2/90.

So weist auch die ¹⁴C-Analytik für diese Messstellen die ältesten Wässer aus. Der ¹⁴C-Befund bestätigt den Verdacht aus dem D/¹⁸O-Ergebnis, dass die Messstelle Hy Fu 160 UP offenbar jüngerer Wasser hat als der MP. Die Ursache liegt wahrscheinlich in Zuflüssen über weiter oben liegende Rohrverbindungen. Die Messstelle hatte bei der Probenahme einen relativ schlechten Zufluss, der sich erst langsam mit zunehmender Abpumpzeit verbesserte. Es ist möglich, dass diese Zuflussverbesserung über die Aktivierung der Rohrleckagen eingetreten ist. Fehlendes Tritium/Helium-3 belegt hier jedoch eindeutig, dass dieser Zufluss nicht aus den oberen neubildungsgeprägten GWL erfolgt.

Signifikante Nachweise neubildungsgeprägter jüngerer Wässer <70 Jahre beschränken sich auf die im GWL I bis in eine Tiefe von max. 23 m ausgebauten Messstellen Hy Fu 101 OP und Hy Fu 160 OP.

Das mit einem Anfangsgehalt von 65 pmc berechnete relativ hohe ¹⁴C-Alter für die Messstelle Hy Fu 160 MP dieser beiden Messstelle wird im Prinzip durch den D/¹⁸O-Befund gestützt. Die kälteren Bildungstemperaturen sind belegt, erreichen aber noch nicht den für eiszeitliche Wässer typischen Größenordnung Bereich mit $\delta^{18}\text{O} < -10 \text{ ‰}$ und $\delta^2\text{H} < -70 \text{ ‰}$. Daraus leitet sich die Vermutung ab, dass insbesondere das ¹⁴C-Alter des Wassers aus der Hy Fu 160 MP durch toten Kohlenstoff aus Braunkohlenablagerungen von außerhalb der Rinne beeinflusst sein könnte.

Bezüglich der mit dem Genesemodell (GEBAH) interpretierten Einschätzung der GW-Genese leitet sich folgende isotopenhydrogeologische Gesamteinschätzung ab:

GWL I **Isotopendaten bestätigen die Dominanz neubildungsgeprägter Wässer.**

GWL II ist für die Grundwassergewinnung vorgesehen.

Die Isotopendaten bestätigen, dass in den oberen Bereichen des GWL II ein Einfluss jüngerer Neubildungswässer gegeben ist. Zum Liegenden sind aktuell keine Wässer jünger als 70 a Jahre.

GWL III Die Isotopendaten können die genetische Bewertung präziser untersetzen. So wurde belegt, dass die Hy Fu 160 UP eindeutig defekt ist und einen Zufluss über undichte Rohrverbindungen haben muss. Die genetische Interpretation für diese Messstelle ist dadurch mit Unsicherheiten behaftet. Ansonsten werden die genetischen Aussagen bestätigt und bezüglich der Verweilzeiten untersetzt.

Für die Hy Fu 101/81 MP und Hy F 2/90 sind keine Zuflüsse jüngerer Komponenten über undichte Ringräume oder Rohrleckagen ableitbar.

4.7 Abschätzung des Einzugsgebietes für Förderrate 10.000 m³/d

Für die Abschätzung des Einzugsgebietes für eine Grundwasserentnahme von 10.000 m³/d wurde der Hydroisohypsenplan des Landes Brandenburg Stand 2015 (Quelle: Landesamt für Umwelt) und die für diesen Zeitpunkt vorliegende Grundwasserneubildung des Landes Brandenburg (Quelle: Landesamt für Umwelt nach Bagrov-Glugla) herangezogen. Davon ausgehend wurde eine Einzugsgebietsfläche ermittelt, auf der überschlägig die 10.000 m³/d neugebildet werden. Das Einzugsgebiet würde sich demnach in einer Breite von ca. 3,3 km nach Osten schmäler werdend bis zu einer Entfernung von 18 km nach Nordosten erstrecken (siehe Anlage 1.4).

Um gleichzeitig auch eine Vorstellung zu den möglichen Auswirkungen des Klimawandels zu bekommen, wurde seitens des LfU eine Neubildungsprojektion für die Jahre 2031 bis 2060 mit einer Reduzierung entsprechend 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates IPCC RCP 8.5 vorgenommen. Unter diesen Bedingungen würde sich das Einzugsgebiet im fassungsnahen Bereich auf 4,1 km verbreitern. Eine signifikante Verlängerung des Einzugsgebietes ist aufgrund der Wasserscheide in der östlichen Hochfläche nicht zu erwarten (Anlage 1.4).

Konfliktpotenziale bezüglich der Wasserwerke Hohenbinde und Fürstenwalde sind nicht erkennbar.

Das relativ kleine Wasserwerk Beerfelde (Wasserrecht 411 m³/d - ungeprüfte Angabe) würde innerhalb des Einzugsgebietes der WF Hangelsberg liegen (siehe Anlage 1.4). Ein maßgebliches Konfliktpotenzial ist wahrscheinlich auch hier nicht gegeben, da sich aus dem Betrieb der WF Hangelsberg für die WF Beerfelde voraussichtlich nur Absenkungen des Grundwasserspiegels < 1m ergeben werden. Diese Abschätzung wäre bei einer späteren Bearbeitungsstufe zu prüfen.

Gemäß Grundwasserbilanzierung Land Brandenburg, Arbeitsstand, Mai 2023 befindet sich das Einzugsgebiet für die potenzielle Wasserfassung Hangelsberg im Bilanzgebiet 5816, das lediglich einen Auslastungsgrad des nutzbaren Grundwasserbedarfes von 17 % hat. Somit kann abgeleitet werden, dass in diesem Bilanzgebiet das erforderliche Grundwasserdargebot bilanzseitig zur Verfügung steht.

Inwiefern Einschränkungen für grundwasserabhängige Ökosysteme wirksam werden könnten, muss in den nachfolgenden Erkundungsetappen geprüft werden.

5 Gesamteinschätzung für eine Wasserfassung

- Der untersuchte Fassungsstandort im Bereich der Bohrung Hy Fu 2/2022 ist aus hydrgeologischer und hydrogeochemischer Sicht für weitere Erkundungsmaßnahmen mit dem Ziel der Errichtung einer Wasserfassung geeignet. Die Gutachter HGN und GCI halten nach den Ergebnissen der Vorerkundung den **GWL II** für weitergehend erkundungswürdig, da Mächtigkeit, petrographische Ausprägung und Verbreitung der grundwasserleitenden Schichten eine Wassergewinnbarkeit über vertikale Filterbrunnen erwarten lassen. In diesem Zusammenhang wird explizit die **Durchführung einer Detailerkundung empfohlen**.
- Auch der GWL III ist erkundungswürdig. Da hier jedoch mit einem statischen Grundwasservorrat mit einem sich nur sehr langsam neubildenden Grundwasserdargebot aus jüngerem Neubildungswasser und der Intrusion von geogen-salinarem Grundwasser zu rechnen ist, empfehlen die Gutachter, diesen GWL in einem eventuellen zweiten Schritt zu erkunden. Dies könnte z.B. eine Option werden, wenn der hangende GWL II nicht das erforderliche Dargebot liefert oder Nutzungskonflikte dies erfordern. Es wäre auch eine Mischung der Grundwässer aus beiden GWL denkbar, wobei die Folgen für Aufbereitung und Ausfällungen vorab geprüft werden müssen.
- Durch das sich nach Nordosten erstreckende Einzugsgebiet ergeben sich voraussichtlich keine relevanten Konflikte mit Wasserrechten Dritter.
- Nach den vorliegenden Informationen gibt es kein relevantes Konfliktpotenzial mit Altlasten im Einzugsgebiet.
- Es könnte jedoch Beeinflussungen grundwasserabhängiger Ökosysteme, Biotope im näheren Einzugsgebiet geben (Trebuser Fließ, Moor bei Hy Fu 101). Zur Beweissicherung sollten in diesen Bereichen bereits in der nächsten Erkundungsetappe flache Messstellen errichtet werden, welche mit Datenloggern ausgerüstet werden.

Die folgenden Erkundungsschritte beziehen sich auf die weitere Erkundung des GWL II. Dazu sind folgende Schritte erforderlich:

- Errichtung von Versuchsbrunnen (etwa DN 300) an zwei Standorten im GWL II (Nähe Hy Fu 2/2022 und Nähe Hy Fu 160/82). Die Brunnen sollen auch später als Förderbrunnen nutzbar sein.
- Errichtung von weiteren GWM-Gruppen je Förderstandort im GWL I, GWL II und ggf. GWL III, abhängig vom Pumpversuchskonzept
- Durchführung eines mindestens 30 Tage andauernden analytisch begleiteten Demonstrativpumpversuchs (DemPV) mit ggf. Verlängerung, um gesicherte Aussagen zu geohydraulischen Kennwerten des GWL I und GWL II und Qualität bzw. Entwicklung des voraussichtlich gewonnenen Rohwassers zu erreichen (die geogen-salinare Beeinflussung steht dabei nicht im Hauptfokus, da diese sich erst nach Jahren einstellen kann, was dann i. d.R. über die Fördermenge und die Betriebsweise des Wasserwerkes zu beherrschen ist).

- Beschaffenheitsuntersuchungen sollten nach Beginn des DemPV in ca. 8 Stunden, 7 Tagen und weiteren 14 Tagen durchgeführt werden. Bei einer Verlängerung sind weitere Untersuchungen in regelmäßigen Abständen erforderlich.
 - Der Untersuchungsumfang jeder Probennahme sollte mindestens eine genetische Bewertung nach GEBAH und die Abschätzung der Wasseraufbereitungsmöglichkeiten ermöglichen.
 - vor Ende des DemPV sollte eine Non-Target-Untersuchung durchgeführt werden, um anthropogene Grundwasserbelastungen ausschließen zu können, die den Förderstandort passieren.
 - Stickstoff / Argon-Untersuchung zur Bestimmung des stickstoffbürtigen Sulfatanteils und maskierten Nitratanteils in den Grundwasserproben.
- Aufbau und Kalibrierung eines stationären geohydraulischen Modells, Anpassung auf Basis der Pumpversuchsergebnisse und Simulation der Auswirkungen auf den GW-Stand bei verschiedenen Förderraten, Abschätzung Beeinflussung grundwasserabhängiger Ökosysteme,
 - Nachweis GW-Vorrat (4 Mio. m³/a), wasserhaushaltliche Bilanzierung. Ausweisung des hydrodynamischen Einzugsgebietes und Abschätzung des nutzbaren Grundwasserdargebots,
 - Bewertung der Ergebnisse inkl. UVP-Vorprüfung, FFH-Vorprüfung, WRRL-Fachbeitrag,
 - Bau von Messtellen im Bereich grundwasserabhängiger Ökosysteme im voraussichtlichen Einflussbereich der GW-Entnahme und Ausrüstung mit Datenloggern,
 - Monitoringkonzept inkl. Begleitmonitoring Pumpversuche

Für die weiterführende Erkundung ist zu berücksichtigen:

- 1.) Die Mächtigkeit des für die Nutzung vorgesehenen GWL II nimmt im Bereich Gölsdorf/ Tempelberg ab. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die verfügbaren GW-Menge sollte modelltechnisch geprüft werden.
- 2.) Nördlich der geplanten Wasserfassung befindet sich ein Biotop, das als FFH-Lebensraumtyp Waldkiefern-Moorwald eingestuft ist.
- 3.) Des Weiteren ist der ökologische Mindestabfluss der Spree mit dem Pegel Große Tränke mit einem MNQ von 2,8 m³/s und Qök von 6,8 m³/s als mögliches Konfliktpotenzial zu berücksichtigen.
- 4.) Die nicht gelieferten Angaben zu Wasserrechten von der UWB des Landkreises LOS sollten bei der weiteren Erkundung erneut abgefordert werden.

6 Kostenschätzung für die Detailerkundung

Tabelle 6-1: Kostenschätzung für die Detailerkundung

Pos.	Leistung	Kosten (netto)
1.	Errichtung 2 Brunnen ca. 60 m inkl. Vorbohrung und Ausbaukontrolle BLM ohne Brunnenstube und Armaturen	200.000 €
2.	Errichtung weiterer Messstellen (Schätzungsansatz: GWL I = 2 Messstellen, GWL II = 4 Messstellen)	120.000 €
3.	Durchführung Pumpversuch 30 Tage an 2 Brunnen inkl. Ableitung, Abpumpwasser und Begleitanalytik gem. Regelwerk DVGW W111 A	80.000 €
4.	Geohydraulisches Modell	80.000 €
5.	Planung, Fachbegleitung	100.000 €
	Gesamt netto	580.000 €