**G.E.O.S.**
Ingenieurgesellschaft mbH

09633 Halsbrücke
Schwarze Kiefern 2

09581 Freiberg, Postfach 1162
Telefon: +49(0)3731 369-0
Telefax: +49(0)3731 369-200
E-Mail: info@geosfreiberg.de
www.geosfreiberg.de

# Abschlussbericht
# Hydrogeologisches Gutachten
# für eine geplante Deponie DK I
## im Kiessandtagebau Luggendorf
## (Ergänzung 2018)

Projekt-Nr.: 30180205




Auftraggeber: PS Bauschutt GmbH
OT Groß Buchholz
Reetzer Chaussee 1
19348 Perleberg

Halsbrücke, 29.11.2018

Geschäftsführer:
Jan Richter

Beiratsvorsitzender:
Dr. h. c. Lothar de Maizière

HRB 1035 Amtsgericht
Registergericht Chemnitz

Sparkasse Mittelsachsen
IBAN:
DE30 8705 2000 3115 0191 48
SWIFT (BIC): WELADED1FGX

Deutsche Bank AG
IBAN:
DE59 8707 0000 0220 1069 00
SWIFT (BIC): DEUTDE8CXXX

USt.-IdNr. DE811132746



ISO 9001:2015
BUREAU VERITAS
Certification

## Bearbeitungsnachweis

| | |
|---|---|
| **Titel:** | Hydrogeologisches Gutachten für eine geplante Deponie DK I im Kiessandtagebau Luggendorf (Ergänzung 2018) |
| **Auftraggeber:** | PS Bauschutt GmbH<br>OT Groß Buchholz<br>Reetzer Chaussee 1<br>19348 Perleberg |
| **Projekt-Nr. G.E.O.S.:** | 30160201 + 30180205 |
| **Bearbeitungszeitraum:** | November 2016 - November 2018 |
| **Bearbeiter:** | Dipl.-Ing. f. Geotechnik Egbert Raithel |
| **Land/Landkreis/Kommune:** | Brandenburg/Landkreis Priegnitz/Groß Pankow, Kuhsdorf, Bullendorf |
| **Messtischblatt:** | 2838 Groß Pankow |
| **Seitenanzahl Text:** | 36 |
| **Anzahl der Anlagen:** | 11 |

Halsbrücke, 29.11.2018

i. V.

Egbert Raithel
Fachbereichsleiter Hydrogeologie

# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

**1 Veranlassung und Aufgabenstellung ..... 7**

***1.1 Veranlassung ..... 7***

***1.2 Aufgabenstellung ..... 7***

**2 Verfügbare Unterlagen und durchgeführte Arbeiten ..... 8**

***2.1 Verfügbare Unterlagen ..... 8***

***2.2 Durchgeführte Arbeiten ..... 9***

**3 Ergebnisse der Grundlagenrecherche ..... 10**

***3.1 Angaben zum Kiessandtagebau Luggendorf ..... 10***

***3.2 Hydrographische Verhältnisse ..... 10***

**3.2.1 Fließende Gewässer ..... 10**

**3.2.2 Stehende Gewässer ..... 11**

**3.2.3 Trinkwasserschutzgebiete ..... 11**

**3.2.4 Klimatologische Verhältnisse ..... 12**

***3.3 Hydrogeologische Verhältnisse ..... 13***

**3.3.1 Allgemeine hydrogeologische Lagerungsverhältnisse ..... 13**

**3.3.2 Hydrogeologische Eigenschaften des G 13 im Kiessandtagebau Luggendorf ..... 15**

**3.3.3 Grundwasserverhältnisse ..... 16**

***3.4 Bemessungsgrundwasserstand ..... 23***

**3.4.1 Berechnung im Analogieschlussverfahren ..... 23**

**3.4.2 Bemessungswasserstand nach den Messwerten im Tagebau ..... 24**

**3.4.3 Schlussfolgerung aus dem Bemessungswasserstand ..... 25**

***3.5 Wasserhaushaltsbetrachtungen während und nach dem Betrieb der Deponie ..... 26***

**3.5.1 Ausgangsdaten ..... 26**

**3.5.2 Wasserhaushaltsbetrachtung vor Beginn des Tagebaues ..... 26**

**3.5.3 Wasserhaushaltsbetrachtung über dem offenen Tagebau ..... 26**

**3.5.4 Wasserhaushaltsbetrachtung während des Deponiebetriebes ..... 27**

**3.5.5 Wasserhaushaltsbetrachtung nach Abschluss der Deponie ..... 28**

**3.5.6 Wasserhaushaltsbilanz ..... 28**

***3.6 Starkregenereignis im Tagebau ..... 30***

***3.7 Grundwasserqualität ..... 30***

***3.8 Wasserqualität im schwebenden Grundwasser ..... 31***

***3.9 Einfluss der geplanten DK I-Deponie auf die hydrogeologischen Verhältnisse im Territorium ..... 32***

**4 Zusammenfassung der hydrogeologischen Untersuchungsergebnisse für eine geplante Deponie ..... 33**

**5 Empfehlungen für ein Grundwassermonitoring ..... 34**

***5.1 Bestand an Grundwassermessstellen ..... 34***

***5.2 Umfang des Grundwassermonitorings ..... 35***

# TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1: Stark vereinfachtes hydrogeologisches Modell am Standort Kiessandtagebau Luggendorf ..... 15
Tabelle 2: Ergebnisse der Kurzpumpversuche in den Grundwassermessstellen ..... 16
Tabelle 3: Hauptzahlen aus den Messreihen im Tagebau Luggendorf ..... 23
Tabelle 4: Hauptzahlen staatlicher Messstellen der Messreihen 1979/2017 (nach LfU vom 19.04.2017) ..... 24
Tabelle 5: Jahresdurchschnittliche Wasserhaushaltsbilanzen ..... 28

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Seite

Abbildung 1: Blicke in den offenen Kiessandtagebau Luggendorf ..... 10
Abbildung 2: Oberirdisches Einzugsgebiet der Vorflut bei und TWSZ (blau markiert) im Umfeld von Luggendorf ..... 11
Abbildung 3: Jahressummen der Niederschläge 2003 - 2017 ..... 12
Abbildung 4: Hydrogeologischer Übersichtsschnitt nach EG Kiessand Luggendorf, 1994 /11/ (ohne Maßstab) ..... 14
Abbildung 5: Darstellung der Funktionsweise der GWBR (B)97 nach den Anlagen 2 und 3 ..... 17
Abbildung 6: Auszug aus Grundwasserisohypsenplan des LfU Brandenburg Frühjahr 2011 ..... 19
Abbildung 7: Verlauf der Niederschläge im Kontrollzeitraum 2013 bis 2018 ..... 21
Abbildung 8: Grundwasserspiegelganglinien im Tagebau Luggendorf ..... 21
Abbildung 9: bisherige Grundwasserspiegelmessungen m Südteil der geplanten Deponiefläche. ..... 22
Abbildung 10: Vorschlag für Kontrollmessstellen (GWM neu) zur Überwachung der Deponie Luggendorf (nach Messstellenplan der M&S GmbH vom 31.08.2017) ..... 35

# ANLAGENVERZEICHNIS


| | |
|---|---|
| Anlage 1 | Übersichtskarte mit Lage des Kiessandtagebaues, den recherchierten Bohrungen und der Lage des hydrogeologischen Übersichtsschnittes |
| Anlage 2 | Stammdaten der Grundwassermessstellen |
| Anlage 3 | Grundwasserspiegelmessungen |
| Anlage 4 | Lageplan mit Oberkante Geschiebemergel und Grundwasserisohypsen G 13, Stand 29.08.2018, M 1 : 1.000 |
| Anlage 5 | Hydrogeologische Grunddaten |
| Anlage 6.1 | Hydrogeologischer Schnitt 1 |
| Anlage 6.2 | Hydrogeologischer Schnitt 2 |
| Anlage 7 | Vergleichstabellen Grundwasserchemie |
| Anlage 8 | Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010 |
| Anlage 9 | Lageplan Wiedernutzbarmachung, Kompensation und Maßnahmeplan, M 1 : 1.000 (nach M&S Umweltprojekt GmbH von 08/2017) |
| Anlage 10 | Kurzprofile der Bohrsondierungen BS 1/18 bis BS 8/18 Deponie Luggendorf |
| Anlage 11 | Fachkurzbeitrag zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie, geplante Deponie DK I im Kiessandtagebau Luggendorf |

# 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

## *1.1 Veranlassung*

Die PS Bauschutt GmbH beabsichtigt in einem Teil des ehemaligen Kiessandtagebaues Luggendorf eine Deponie der DK I gemäß Deponieverordnung (DepV) auf einer Aufstandsfläche von 5,5 ha zu errichten.

Im Ergebnis des Scopingtermins vom 13.01.2016 mit dem Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg in Groß Pankow wurde ein hydrogeologisches Gutachten gefordert, welches insbesondere die Belange des Grundwassers untersucht.

## *1.2 Aufgabenstellung*

Mit dem vorliegenden Zwischenbericht soll gemäß Position 1 der Aufgabenstellung vom 30.08.2016 eine Grundlagenermittlung bzgl. der hydrogeologischen Verhältnisse erarbeitet werden. Es ist in einer zweiten Phase (Position 2 der o. g. Aufgabenstellung) vorgesehen, das hydrogeologische Gutachten in Anlehnung an die Rahmengliederung für geotechnische Gutachten des sächsischen Oberbergamtes zu erarbeiten.

In den Stellungnahmen des LfU, Abteilung W13 vom 06. Februar 2018 und der Abteilung T16 vom 20.03.2018 wurden einerseits Hinweise zu den Grundwasserverhältnissen und Messstellen und andererseits eine Empfehlung zu zusätzlichen Erkundungsbohrungen im Südteil der geplanten Deponie gegeben. Ziel dieser zusätzlichen Aufschlüsse sollte der Nachweis der Höhe der Oberfläche des Geschiebemergels unter Tagebausohle und die Einrichtung von Kontrollmessstellen zur Bestimmung der Höhe des Grundwasserspiegels in diesem Bereich sein.

# 2 Verfügbare Unterlagen und durchgeführte Arbeiten

## *2.1 Verfügbare Unterlagen*

/1/ LfU Brandenburg Geologische Karte 1 : 100.000 (Internetportal des LfU)

/2/ LBGR Brandenburg Geologische Karte 1 : 25.000 (Internetportal des LBGR)

/3/ LfU Brandenburg Hauptzahlen der staatlichen Grundwassermessstellen 1979/2017

/4/ LfU Brandenburg GeoBasis-DE/BKG 2016, oberirdische Einzugsgebiete

/5/ LfU Brandenburg W12 Hydrologischer Landesdienst. Wasserschutzgebiete Brandenburg

/6/ Lageplan Vermessung Betriebszustand 02/2012 M. 1 : 1.000. M&S Umweltprojekt GmbH, Plauen, 13.11.2013

/7/ Unterlagen der PS Kieswerke GmbH: Grundwasserspiegelmesswerte, Schichtenverzeichnisse, Grundwasseranalysenergebnisse bis 2016

/8/ Anwendung Hydrologie LfU Brandenburg. Niederschlags-Abflussmodell ArcEGMO 1991 – 2010

/9/ DWD-Station Kyritz. (Internetportal des DWD)

/10/ Aktenvermerk Scopingverfahren für die geplante DK I - Deponie Luggendorf. LUGV, T 16, Potsdam, den 03.12.2015

/11/ Auszüge aus dem Ergebnisbericht Kiessand Luggendorf. Ingenieurgesellschaft für Geologie Dr. Hultzsch GmbH. 1994

/12/ Grundwassergleichenplan Brandenburg, Frühjahr 2011, Blatt L 2938 Pritzwalk M 1: 50.000. LfU Brandenburg 2012

/13/ Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung, Teil A. Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 13.11.2015

/14/ Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016

/15/ Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), zuletzt geändert am 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465), Anhang 2, Punkt 3.1

/16/ Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV). BGBl. IS. vom 09. November 2010, zuletzt geändert am 04. Mai 2017

## *2.2 Durchgeführte Arbeiten*

Aus den unter Punkt 2.1 aufgeführten Daten und Unterlagen wurden die hydrogeologisch relevanten Daten herausgefiltert und in Form von Tabellen und/oder Ganglinien dargestellt. Dies betraf insbesondere die Grundwasserspiegelmessungen im Kiessandtagebau Luggendorf, die seit 2013 lückenlos vorlagen sowie grundwasserchemische Dokumente. Die Grundwasserspiegelmessungen und Grundwasserprobenahmen führte ein externes Ingenieurbüro durch. Über die Internetportale des LfU und des LBGR Brandenburg wurden weitere Unterlagen, wie

- das oberirdische Einzugsgebiet,
- die Trinkwasserschutzzonen,
- Angaben zu den hydrogeologischen Verhältnissen,
- Hauptzahlen der staatlichen Grundwassermessstellen und
- klimatologisch relevanten Daten nach dem Modell ArcGEMO eingeholt.

Zur Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse wurde auf die Unterlagen zum Rahmenbetriebsplan Kiessandtagebau Luggendorf 1994 und auf die Dokumentationen der Klarpumpversuche für die Grundwassermessstellen 3/16 und 4/16 zurückgegriffen.

Im Zuge der Ergänzung des hydrogeologischen Gutachtens vom 03.11.2017 wurden die Grundwassermonitoringsergebnisse 2017 und 2018, welche der Auftraggeber zur Verfügung stellte, sowohl hinsichtlich der Grundwasserstandsentwicklung als auch der Entwicklung der Grundwasserqualität eingearbeitet.

Die Beurteilung der Grundwasserqualität erfolgte rückwirkend nach den seit 2016 geltenden Grenzwerten nach LAWA /14/ und BBodSchV /15/.

Die vom LfU geforderten zusätzlichen Bohrungen und Messstellen wurden vom Auftraggeber an ein örtliches Unternehmen vergeben. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen (Kurz-Schichtenverzeichnisse (Anlage 10), Ausbaudaten der Messstellen und 14-tägige Messungen der Grundwasserstände in diesen zusätzlichen Messstellen wurden vom Auftraggeber an den Gutachter übergeben. Diese Ergebnisse wurden in den vorhandenen Anlagen ergänzt.

# 3 Ergebnisse der Grundlagenrecherche

## *3.1 Angaben zum Kiessandtagebau Luggendorf*

Der Kiessandtagebau wurde im Trockenschnitt (Abbildung 1) gefahren, das heißt es wurde beim Kiessandabbau weder Grundwasser angeschnitten noch musste eine Grundwasserhaltung betrieben werden. Das Tiefste des Tagebaues liegt nach dem Lageplan Vermessung des Auftraggebers (Betriebszustand 03/2017) bei 75,0 m NHN. Die geplante Deponie DK I soll in einem Bereich errichtet werden, wo gegenwärtig die Tagebausohle zwischen 75,2 m NHN und 76,7 m NHN schwankt. Nach Osten und Norden hin steigt die Tagebausohle auf > 78 m NHN an.



Abbildung 1: Blicke in den offenen Kiessandtagebau Luggendorf

## *3.2 Hydrographische Verhältnisse*

### 3.2.1 Fließende Gewässer

Der Kiessandtagebau Luggendorf gehört zum Einzugsgebiet der Stepenitz. Die Stepenitz entwässert ihr Einzugsgebiet bei Wittenberge in die Elbe.

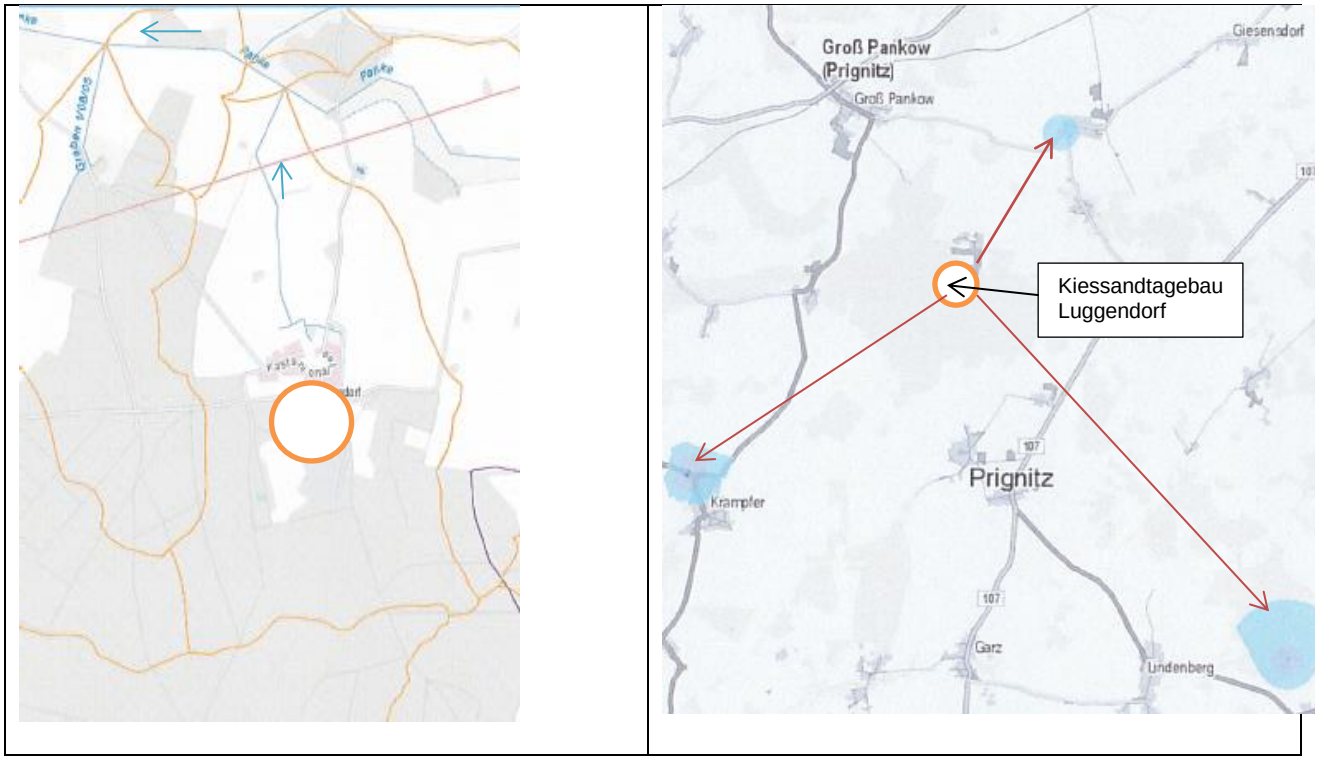



Abbildung 2: Oberirdisches Einzugsgebiet der Vorflut bei und TWSZ (blau markiert) im Umfeld von Luggendorf

Das Einzugsgebiet des Tagebaues wird über einen Graben in die Panke in Richtung Stepenitz entwässert (Abbildung 2, links).

### 3.2.2 Stehende Gewässer

Natürliche stehende Gewässer gibt es im unmittelbaren Umfeld der Ortslage Luggendorf nicht.

### 3.2.3 Trinkwasserschutzgebiete

In Abbildung 2, rechtes Bild, sind die Wasserschutzgebiete nach dem Internetportal des LfU Brandenburg dargestellt. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die ausgewiesenen Trinkwasserschutzzonen

- in Bullendorf ca. 3,5 km nordöstlich,
- in Krampfer ca. 5,5 km südwestlich und
- bei Lindenberg ca. 8 km südöstlich

vom Kiessandtagebau und damit der geplanten Deponie entfernt liegen.

### 3.2.4 Klimatologische Verhältnisse

Zur Beschreibung der klimatologischen Verhältnisse wurden über das Internetportal des DWD für die Wetterstation Kyritz /9/ die Niederschlagshöhen und in Abbildung 6 deren monatlicher Verlauf dargestellt.

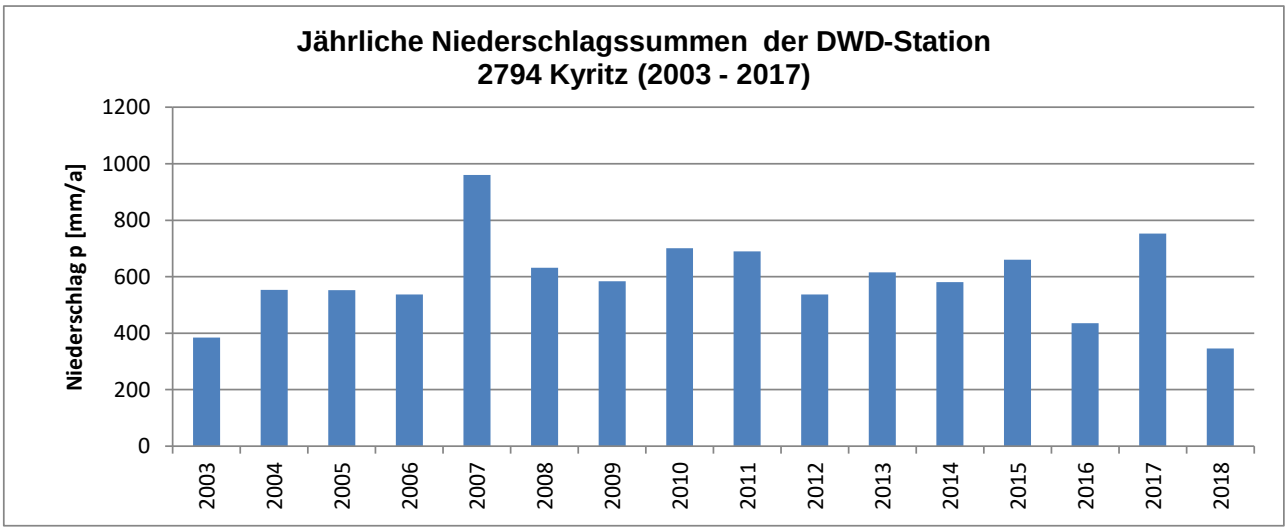



Abbildung 3: Jahressummen der Niederschläge 2003 - 2017

Der Messwert in Abbildung 3 für 2018 ist als vorläufiger Messwert zu sehen, da die Messungen ab Oktober 2018 noch fehlen.

Aus dem Niederschlags-Abflussmodell ArcEGMO 1991 - 2010 /8/ wurden die korrigierten Niederschlagshöhen und die reale Verdunstung übernommen. Die reale Verdunstung gilt jedoch für natürliche Bewuchs (hier: vorwiegend Wald- und Ackerflächen).

Aus diesem Modell werden folgende Daten der Messreihe 1991/2010 übernommen:

- Mittlere jährliche korrigierte Niederschlagshöhe $P_{korr}$: 677,5 mm
- Mittlere jährliche reale Verdunstungshöhe $P_V$: 522,8 mm
- Mittlerer jährlicher Gesamtabfluss Q: 167,4 mm
- Der Anteil des oberirdischen Abflusses $Q_o$ liegt bei: 0,7 mm/a

Das heißt, der **unterirdische Abfluss $Q_u$** (Gesamtabfluss Q – oberird. Abfluss $Q_o$) über den Sandböden **dominiert mit 166,7 mm/a**. Die GWN beträgt im Jahresdurchschnitt 3,7 l/skm².

Innerhalb des devastierten Kiessandtagebaues mit praktisch fehlendem Bewuchs ist die Verdunstungsrate deutlich geringer und die GWN entsprechend höher als unter normalen Bedingungen. Die mittlere jährliche Verdunstung über devastierten Flächen $P_{Vdep}$ wird aus Erfahrungswerten des Gutachters mit ca. 57 % angenommen:

$$P_{Vdep} \sim 386 \text{ mm/a bzw. } \sim 12{,}2 \text{ l/skm}^2$$

Nach KOSTRA-DWD 2010 (Anlage 8) muss am Standort Luggendorf mit einem Starkregenereignis $rN_{(n=1,\ T=15)}$ von 97,2 l/sha gerechnet werden.

## *3.3 Hydrogeologische Verhältnisse*

### 3.3.1 Allgemeine hydrogeologische Lagerungsverhältnisse

Die geologischen Verhältnisse wurden nach /10/ in den Unterlagen zur Ergänzung des Abschlussbetriebsplanes der Kiesgrube Luggendorf hinreichend beschrieben. Nachfolgend wird sich deshalb auf die hydrogeologischen Verhältnisse beschränkt.

Die hydrogeologischen Lagerungsverhältnisse gestalteten sich nach /11/ innerhalb des heute weitestgehend ausgekiesten Tagebaues relativ unkompliziert.

An der Basis der ursprünglich im Durchschnitt 15 m mächtigen pleistozänen Kiessande der Saale (Warte)-II-Kaltzeit (qsWA//gf) lagert praktisch als Grundwasserstauer ein großflächig verbreiteter Saale-II-Geschiebemergel (qsWA//Lg). Die Oberfläche des Geschiebemergels steigt von Norden her (B 1/97 bzw. GWM HyA/97) von < 68,26 m NHN bis auf etwa 72 m NHN am Südrand der geplanten Deponie an. Weiter südlich steigt die Oberfläche des Geschiebemergels auf über 75 m NHN an. Die nach den Aufschlüssen von 2018 überarbeitete Oberfläche des Geschiebemergels liegt in Anlage 4 vor.

Anlage 4 wurde anhand der verfügbaren Datenlage (vgl. Anlage 5) erarbeitet. Dabei wurden neben den eindeutigen Hinweisen in den Schichtenverzeichnissen zur Oberkante des Geschiebemergels auch die Hinweise aus /11/ von 1994 (siehe auch Abbildung 34) berücksichtigt.

Besonders gegenüber den in Abbildung 4 (nach /11/) dargestellten hydrogeologischen Verhältnissen ergeben sich als Folge der ergänzenden Untersuchungen von 2018 innerhalb der geplanten Deponie einige präzisierende Erkenntnisse. Hintergrund der zu überarbeitenden Oberfläche des Geschiebemergels war, dass – obwohl ein Teil der Sondierungen von 2018 technisch bedingt die

Oberfläche des Geschiebemergels nicht erreichten – ein Grundwasserstand angetroffen wurde, der höher, als bislang erwartet, liegt.

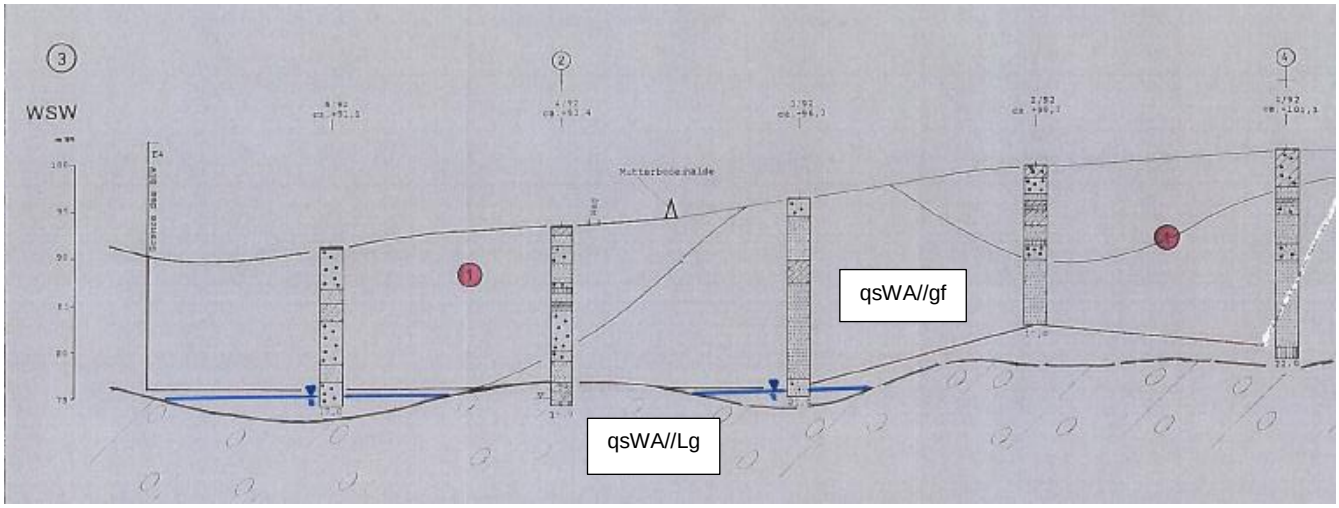



Abbildung 4: Hydrogeologischer Übersichtsschnitt nach EG Kiessand Luggendorf, 1994 /11/ (ohne Maßstab)

Die angetroffenen Grundwasserstände wurden durch mehrfache Messungen (Abbildung 9) bestätigt. Um diese zu erklären, wurde zwischen den Aufschlüssen GWM 4/16, B 12/92, B 13/92 und BS (Pegel) 8/18 eine flache Geschiebemergelhochlage (73,2 bis 75,8 m NHN) interpretiert, über die das Grundwasser nach Westen und Osten in die ebenfalls flachen Rinnenstrukturen (< 69 m NHN im Westen und < 71 m NHN im Osten) abfließen kann (Anlage 4). Die beiden Tops der Hochlage in B 12/92 und BS 8/18 sind trocken.

Darüber hinaus konnten auch die flächig begrenzten Schlufflagen innerhalb des G 13 (in Anlage 4 symbolisch dargestellt) bestätigt werden. Über diesen gibt es entweder keine oder nur eine temporäre Grundwasserführung. Aufgrund der Lage dieser Schlufflinsen kann es lokal vorkommen, dass das Grundwasser, bezogen auf diese Schlufflinsen leicht gespannt ist (vgl. Anlagen 4 und 6).

Einige Bohrungen haben im Liegenden des Geschiebemergels sowohl Sandlinsen im als auch Sande unter dem Geschiebemergel nachgewiesen. In Anlage 2 wurde die hier ausgebaute GWM 1/15 dem G 15 zugeordnet.

Die überarbeiteten hydrogeologischen Schnitte in den Anlagen 6.1 und 6.2 stellen die Lagerungs- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der geplanten DK I-Deponie dar. Die Schnittdarstellungen beruhen einerseits auf den verfügbaren Schichtenverzeichnissen und andererseits auf

den Interpretationen in /11/. Die u. a. in den Anlagen 6.1 und 6.2 gekennzeichneten Bereiche mit Auffülle innerhalb des Kiessandtagebaues resultieren aus den Differenzen der Geländehöhen in den Rissen von 2012 und 2016 (Abschlussprofilierung des Tagebaugeländes in 2016).

### 3.3.2 Hydrogeologische Eigenschaften des G 13 im Kiessandtagebau Luggendorf

Am Standort des Kiessandtagebaues Luggendorf wurden 1988, 1991 und 1992 Erkundungsbohrungen mit unterschiedlichen Teufen niedergebracht. Die in den Schichtenverzeichnissen dokumentierten Ergebnisse bzgl. der geplanten DK I-Deponie wurden in Anlage 5 zusammengefasst.

Tabelle 1: Stark vereinfachtes hydrogeologisches Modell am Standort Kiessandtagebau Luggendorf

| ca. Teufe [m u. Ansatz] | Teufe [m NHN] | Stratigr. Horizont | Gestein | GWL | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,2 - 0,4 | | Saale-II-Kaltzeit (qsWA//gf) | humoser Sand | 13 | innerhalb des Tagebaues nicht mehr vorhanden |
| 10 - 15 | < 68 bis 85 | | gelbe bis hellbraune Kiessande mit teilweise stark wechselhaften Schluffanteilen u/o Schlufflagen | | im Tagebau bis auf ein Niveau von 75 - 79 m NHN abgebaut |
| an der Basis des G 13 | | Saale-II-Geschiebemergel (qsWA//Lg) | toniger Schluff, sandiger Schluff | | tw. gespanntes GW führende Sandlinsen sind möglich |

Nach den zur Verfügung stehenden Unterlagen wurden zu keiner Zeit Korngrößenanalysen mit $k_f$-Wert-Bestimmungen durchgeführt. Allerdings wurden in einigen Bohrungen, die zu Grundwassermessstellen ausgebaut wurden, Klarpumpversuche durchgeführt. Obwohl die Datenlage teilweise gering ist, können die Pumpversuche mittels einer Auswertung nach BABUSCHKIN, 1974 grob ausgewertet werden. Für vollkommene Brunnen, d. h. Brunnenfilter erfasst den grundwasserführenden Horizont vollständig, gilt:

$$k = (Q/2\pi \cdot s_o \cdot l) \cdot (\ln 1{,}32 \cdot l/r_o)$$

Der gravitativ entwässerbare Porenanteil $n_e$ errechnet sich nach HENNING mit

$$n_e = 0{,}05 \cdot \log k_f + 0{,}4.$$

Tabelle 2: Ergebnisse der Kurzpumpversuche in den Grundwassermessstellen

| GWM | wassererfüllte Filterlänge [m] | Q [l/s] | ln $\frac{1{,}32\ l}{r_o}$ | Ruhe-wasser-spiegel | Absenkung $s_o$ bei KPV [m] | k-Wert [m/s] | $n_e$ - Wert |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hy A/97 (1/97) | 2,0 | 0,14 | 4,19 | 5,10 | 2,4 | $1{,}9 \cdot 10^{-5}$ | 16,4 |
| GWBR (B)97E (2/97) | 1,4 | 0,08 | 3,83 | 11,1 | 1,4 | $2{,}6 \cdot 10^{-5}$ | 17,1 |
| GWM 3/16 | 1,52 | 0,08 | 3,91 | 5,58 | 0,27 | $1{,}2 \cdot 10^{-4}$ | 20,4 |
| GWM 4/16 | 0,29 | 0,17 | 2,26 | 9,91 | 0,29 | $7{,}3 \cdot 10^{-4}$ | 24,3 |

(1/97)… Bezeichnung der Bohrungsnummer in Anlage 4

Die Ergebnisse in Tabelle 2 bestätigen, dass es sich im Bereich des Kiessandtagebaues Luggendorf um sehr wechselhafte Sande und Kiese, aber auch schluffige Sande handelt. Gelegentliche Schlufflinsen wurden oberhalb des Grundwasserspiegels angetroffen (vgl. Anlagen 6.1 und 6.2). Über diesen Schlufflinsen können sich nach längeren Niederschlägen lokale, aber temporäre Wasseransammlungen bilden (GWM (B)97 (Abbildung 4).

Aus hydrogeologischer Sicht stehen sowohl gut bis sehr gut entwässerbare Kiessande ($n_e$-Wert > 20) als auch teilweise fast schwer entwässerbare Sande ($n_e$-Wert <15) an.

### 3.3.3 Grundwasserverhältnisse

#### 3.3.3.1 Allgemeines

Nach Sichtung aller verfügbaren Unterlagen gibt es im unmittelbaren Umfeld des Kiessandtagebaues Luggendorf nur die in den Anlagen 2, 3 und 4 dargestellten Grundwassermessstellen (GWM). Davon sind

- **4 GWM** langfristig im Kontrollprogramm (Anlage 3) und im oberflächennahen GWL G 13 (vgl. Punkt 3.3.1 und 3.3.2) ausgebaut.
- Per August 2018 kommen **7 GWM**, als Rammpegel im G 13 ausgebaut, hinzu.

**GWBR(B)97E** ist per Juli 2017 versandet und damit nicht repräsentativ. Diese Messstelle kennzeichnete ohnehin nicht den Grundwasserspiegel im G 13 sondern ein temporär schwebendes Grundwasser über einer Schlufflinse im G 13 (Anlage 6.2). Diese GWM war zuvor praktisch trocken (vgl. Abbildung 5 ). Die in Abbildung 5 als FIUK bezeichnete Linie entspricht der Filterunterkante der Messstelle. Der ab Mai 2016 einsetzende Anstieg des Wasserstandes in der GWM war nach Ansicht des Gutachters ein Zeichen der beginnenden Versandung der Messstelle. Gestützt wird diese Ansicht dadurch, dass die anderen Messstellen im Bereich des Tagebaues Luggendorf einen derartigen Grundwasseranstieg nicht aufwiesen (vgl. Abbildung 8).

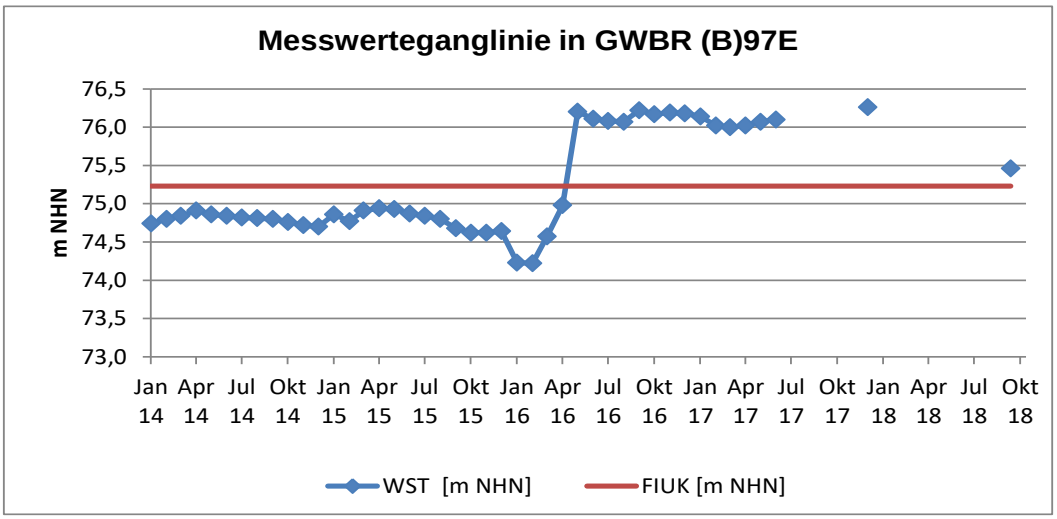



Abbildung 5: Darstellung der Funktionsweise der GWBR (B)97 nach den Anlagen 2 und 3

**GWM 1/15** wurde in einem mehr oder weniger sandigen Horizont innerhalb des Saale-II-Geschiebemergels (Anlage 6.2) errichtet.

Die Grundwasserspiegel aller GWM werden durch die PS Bauschutt GmbH monatlich gemessen und sind in Anlage 3 dokumentiert.

Die in der Aktennotiz zum Scopingverfahren /11/ aufgeführten Messstellen in der Umgebung, welche künftig in das Kontrollprogramm aufzunehmen wären, gibt es nach den Aufsuchungen mit Hilfe eines Vermessungsbüros nicht (oder nicht mehr). Der Gutachter geht eher davon aus, dass es sich bei den in /11/ genannten Messstellen um Bohrungen, nicht aber um GWM handelte.

Staatliche Grundwassermessstellen mit langjährigen Messreihen gibt es im näheren Umfeld von Luggendorf nicht. Um Hinweise zu den natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen anhand langjähriger Messreihen zu erhalten, wurden beim LfU Brandenburg /3/ die drei nächstgelegenen Messstellen abgefordert. Die dem Standort Luggendorf am nächsten gelegene staatliche Messstelle befindet sich anstromseitig in 5,5 km Entfernung in der Ortslage Groß Woltersdorf.

#### 3.3.3.2 Historische Grundwasserverhältnisse im G 13

Im Rahmen der sogenannten Standorterkundung von 1992 wurde u. a. ein Grundwasserisohypsenplan erstellt, welcher die Grundwasserverhältnisse im Kiessandtagebau Luggendorf 1992 /11/ anhand der dokumentierten Grundwasseranschnitte zeigte.

Der vorbergbauliche Grundwasserstand lag danach zwischen 70 m NHN im Nordwesten und etwa 75 - 76 m NHN im Süden (u. a. heute geplantes Areal der Deponie) des Tagebaues. Die Bohrung 12/92 wurde offenbar ohne Grundwasser angetroffen. Unmittelbar nördlich dieser Bohrung fällt der Grundwasserspiegel nach HyA/97 (und heute GWM 4/16) überlaufartig auf deutlich unter 72 m NHN ab.

#### 3.3.3.3 Aktuelle Grundwasserverhältnisse im G 13

Abbildung 5 zeigt die überregionalen Grundwasserverhältnisse mit Stand 2011. Überregional betrachtet, gehört der G 13 offenbar zu einem großräumigen Grundwasserhorizont, welcher das Untersuchungsgebiet in nordwestliche Richtung (Groß Pankow) entwässert.

Die Grundwasserstände im Bereich des Kiessandtagebaues Luggendorf liegen nach Abbildung 5 zwischen 70 m NHN und 71 m NHN.

Der Grundwasserflurabstand im Umfeld des Kiessandtagebaues Luggendorf, bezogen auf die natürlichen Geländeverhältnisse, beträgt etwa 4 m im Nordwesten und > 15 m im Süden und Südwesten des Tagebaues.

Innerhalb des Tagebaugeländes wurden 2015, 2016 und nunmehr auch 2018 zusätzliche Grundwassermessstellen errichtet, so dass die in Abbildung 5 dargestellten Grundwasserverhältnisse im lokal begrenzten Bereich des Tagebaues Luggendorf präzisiert werden konnten.Die aktuellen Grundwasserverhältnisse wurden beispielgebend für den 12.09.2018 in Anlage 4 erarbeitet.

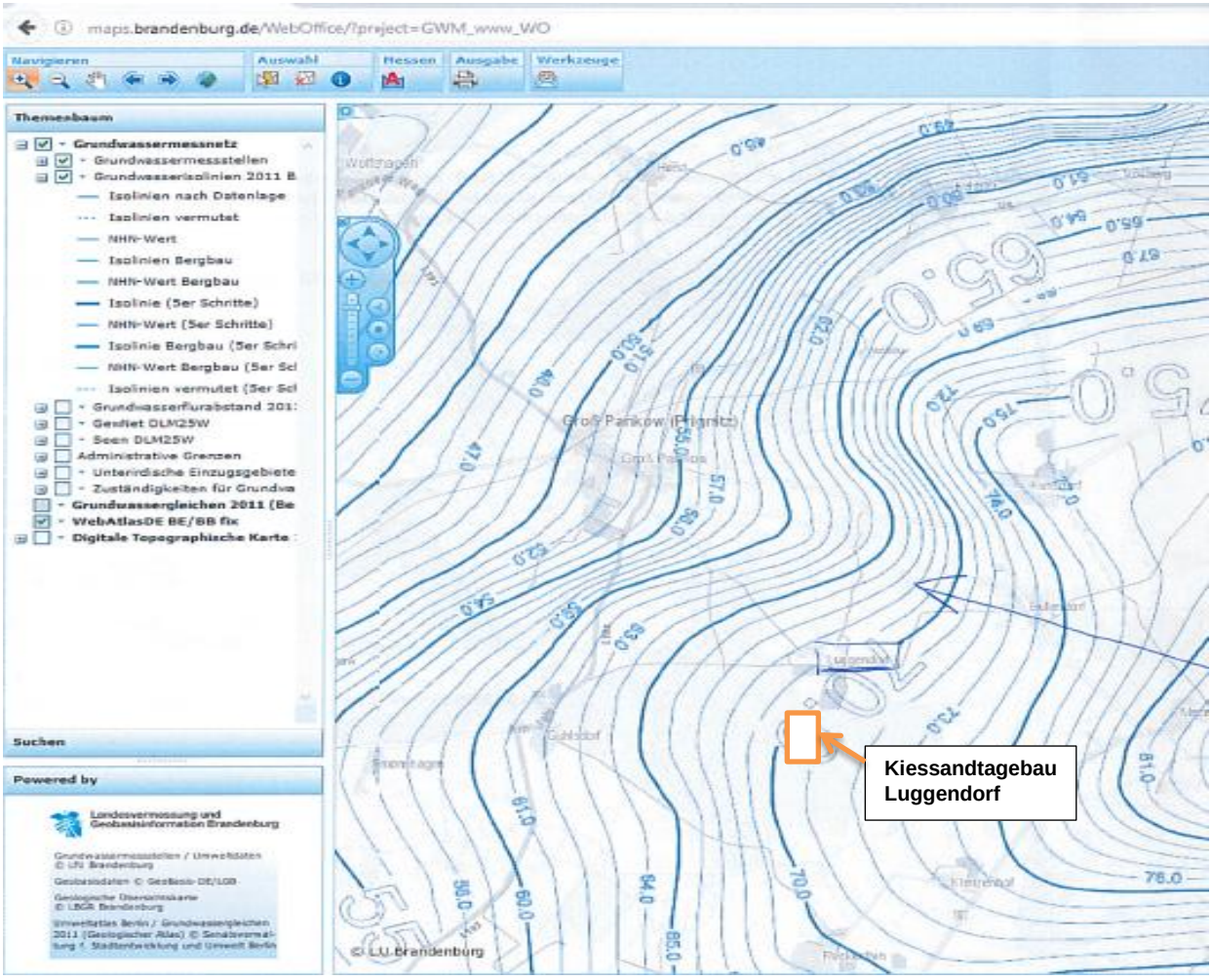



Abbildung 6: Auszug aus Grundwasserisohypsenplan des LfU Brandenburg Frühjahr 2011

Im Gutachten von 2017 wurde davon ausgegangen, dass die meisten der 1992 dokumentierten Grundwasserstände, aufgrund der deutlich tiefer lagernden Oberfläche des Geschiebemergels im Sinne von schwebendem Grundwasser über Schlufflinsen angetroffen wurden und die schwebenden Grundwässer mit dem Tagebau ausbluteten. Dabei zeigt das Beispiel der Bohrung B 13/92, dass die Grundwasserstände von 1992 vor allem im offenen Tagebau nicht mehr stimmen können: Wasserspiegel in B 13/92 bei 76,4 m NHN, Tagebausohle aktuell bei 76,2 m NHN.

Im Ergebnis der 2018 durchgeführten Bohrsondierungen und Errichtung von Grundwassermessstellen wurde einerseits das Vorhandensein von lokalen Schlufflinsen und andererseits der relativ hohe Grundwasserstand von etwa 74 m NHN im Bereich der Deponieaufstandsfläche bestätigt. Da diese hohen Grundwasserstände weder mit der nachgewiesenen Oberkante des Geschiebemergels noch mit den Grundwasserständen der umliegenden Messstellen erklärbar waren, wurde

im Zentralbereich der geplanten Deponie eine Hochlage des Geschiebemergels (Anlage 4) konstruiert, welche die Messwerte in den Messstellen Pegel 1/18 bis 7/18 erklären würde.

Nach den überarbeiteten Erkenntnissen, in denen soweit vertretbar die Angaben zu den Wasseranschnitten von 1992 mit einflossen, fließt das Grundwasser im G 13 von Süden kommend in das Tagebaugelände. Der Grundwasserspiegel liegt anstromseitig des Tagebaues mutmaßlich bei > 75 m NHN (Angaben von 1992).

Über die o. g. konstruierte Hochlage des Geschiebemergels im Zentralbereich der geplanten Deponie, mit Grundwasserständen von ca. 74,6 bis 74,8 m NHN, fließt das Grundwasser beiderseitig des Rückens in die flachen Rinnenstrukturen (Anlage 4) nach Nordwesten ab. Die Grundwasserstände liegen in den Rinnen mit etwa 73,9 m NHN, 73,6 m NHN und 72,9 m NHN im Westen und etwa 72,9 m NHN im Osten deutlich tiefer als im Bereich der vermuteten Hochlage. Ob die Rinnen südlich der Linie Pegel 1/18 - Pegel 3/18 - Pegel 6/18 möglicherweise in Verbindung stehen und damit die konstruierte Hochlage eine „Insel“ darstellt, kann nicht ausgeschlossen werden. Das leicht gespannte Grundwasser in Pegel 3/18 spricht eher dagegen.

Es ist zu vermuten, dass der in B 6/1992 angetroffene Wasserstand von 76,2 m NHN neben dem Pegel 4/18 (Wsp. ~ 74 m NHN), ähnlich wie in (B)97, über einer Schlufflinse lag, die heute nicht mehr vorhanden ist. Die Wasseranschnitte in den Aufschlüssen B 3/92, B 4/92 und B 5/92 am Tagebaurand, könnten in etwa einen heute noch realen GW-Spiegel zeigen.

Abstromseitig der geplanten Deponiefläche liegt der Grundwasserspiegel unter 72 m NHN. Die für die geplante Deponie maßgebenden Grundwasserstände stellen die 2018 neu errichteten Rammpegel mit gemessenen Grundwasserständen von etwa 74,6 bis 74,8 m NHN dar.

In den folgenden Abbildungen wurden die monatlichen Niederschläge (Abbildung 6) den Ganglinienverläufen der längerfristig gemessenen Grundwassermessstellen (Abbildung 7) gegenüber gestellt.

Der direkte Vergleich der Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigt, dass die Grundwasserstände mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung vom Niederschlagsaufkommen abhängen. Besonders deutlich wird dies in der Ganglinie der langjährig messbaren Messstelle Hy A/97.

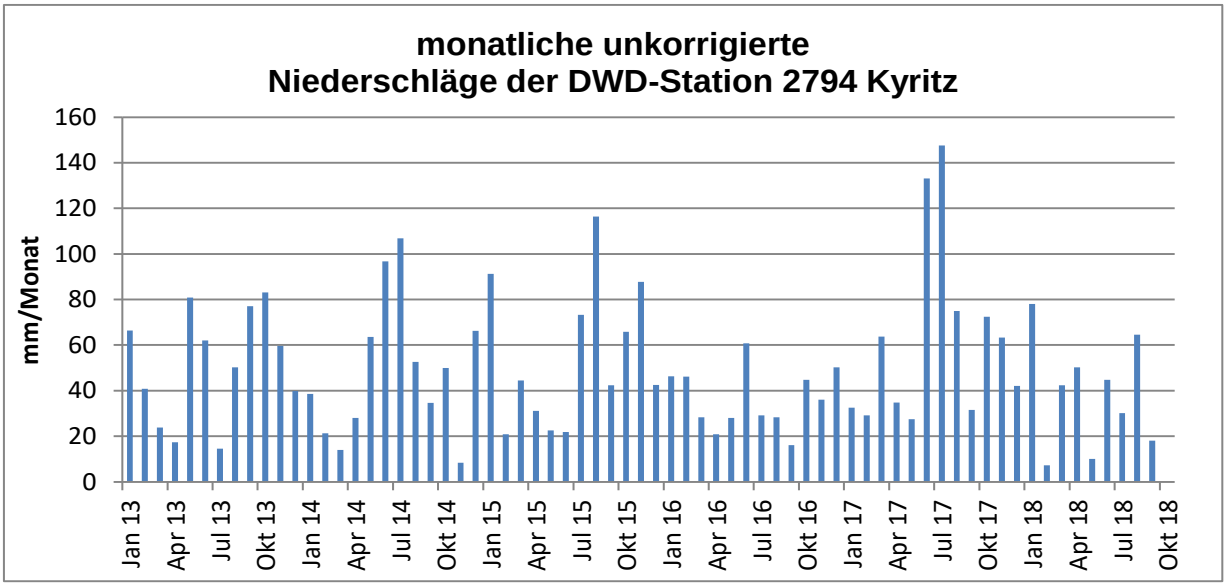



Abbildung 7: Verlauf der Niederschläge im Kontrollzeitraum 2013 bis 2018

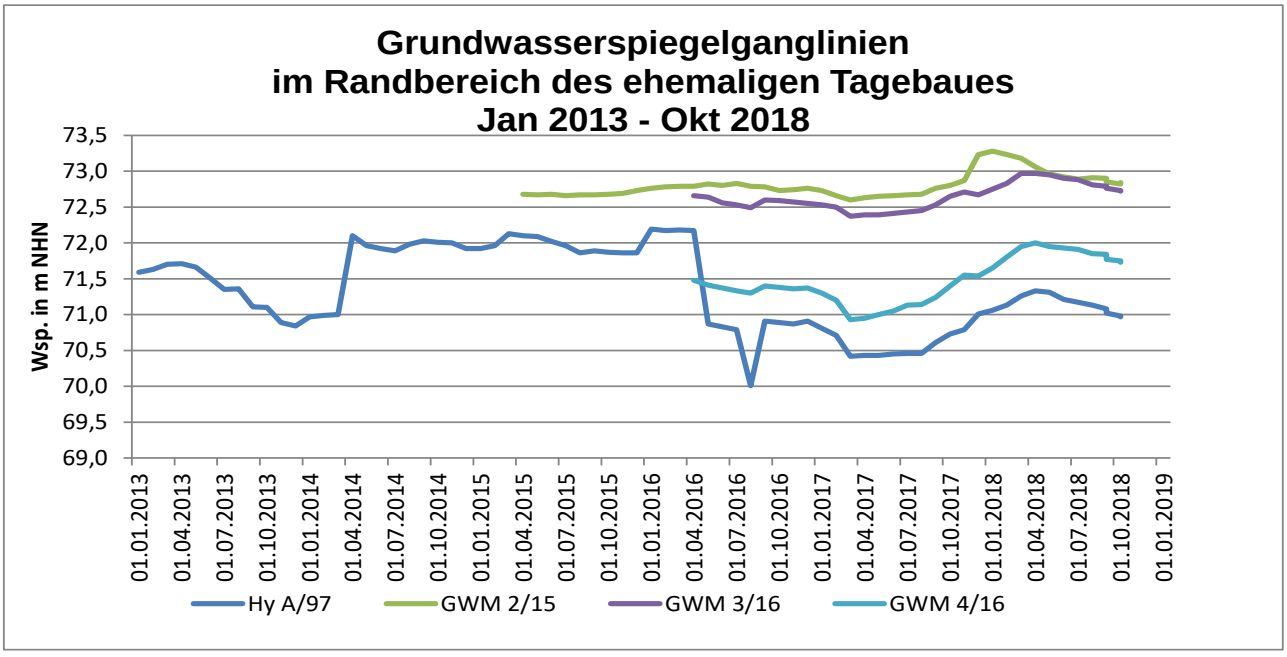



Abbildung 8: Grundwasserspiegelganglinien im Tagebau Luggendorf

In Abbildung 9 wurden die bisher gemessenen Grundwasserstände in den sogenannten Rammpegeln (Pegel 1/18 bis Pegel 7/18) dargestellt.

Der kurze Zeitraum der Messungen zeigt lediglich, dass in 2018 als Folge der geringen Niederschläge auch hier (vgl. Abbildung 8) die Grundwasserspiegel rückläufig sind.

Der höchste bisher gemessene Grundwasserspiegel innerhalb der geplanten Deponiefläche lag in Pegel 7/18 bei 74,81 m NHN (Anlage 3).

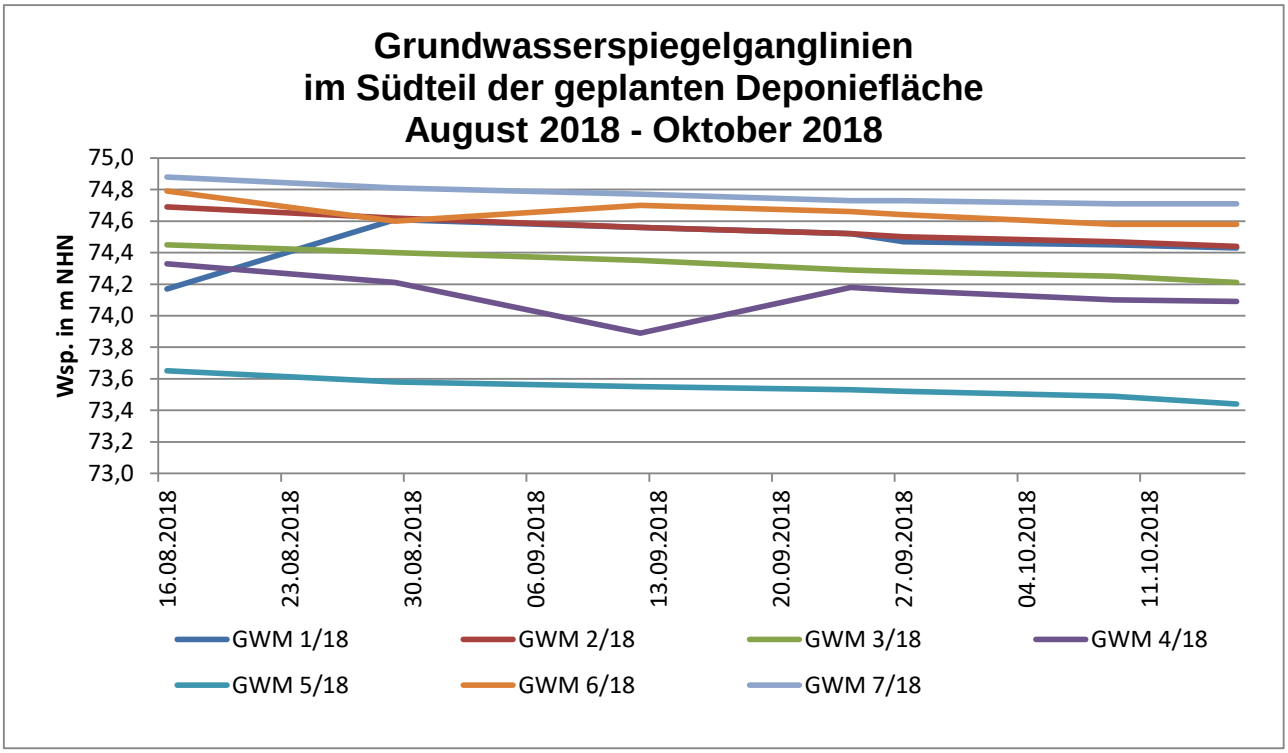



Abbildung 9: bisherige Grundwasserspiegelmessungen m Südteil der geplanten Deponiefläche

### 3.3.3.4 natürliche Grundwasserspiegelschwankungen im G 13

Die natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen im Tagebau Luggendorf können anhand der seit 2013 (Anlage 3) vorhandenen monatlichen Messungen abgeleitet werden. Langjährige und damit statistisch gesicherte Untersuchungen zu den Hauptzahlen (Niedrigwasser, Mittelwasser und Hochwasser) des Grundwassers gibt es in Luggendorf wegen fehlender Messstellen nicht. Nach den verfügbaren Grundwasserspiegelmesswerten im Tagebau Luggendorf lassen sich nachfolgende Hauptzahlen für die Messstellen ableiten.

Tabelle 3: Hauptzahlen aus den Messreihen im Tagebau Luggendorf

| GWM | Hy A/97 | GWM 2/15 | GWM 3/16 | GWM 4/16 |
|---|---|---|---|---|
| Messreihe | 01/2013 - 10/2018 | 05/2015 - 10/2018 | 03/2016 - 10/2018 | 03/2016 - 10/2018 |
| NW | 70,01 | 72,60 | 72,37 | 70,93 |
| MW | 71,33 | 72,81 | 72,65 | 71,49 |
| HW | 72,19 | 73,28 | 72,97 | 72,00 |
| 29.08.2018 | 71,13 | 72,91 | 72,81 | 71,85 |

Im 2017 vorgelegten Gutachten wurde festgestellt, dass die verfügbaren Messwerte und die in Tabelle 3 abgeleiteten Hauptzahlen aufgrund der relativ kurzen Messreihen nicht die maximalen natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen repräsentieren. Daher wurde der Bemessungswasserstand 2017 im Analogieschluss zu den verfügbaren aber relativ weit entfernt gelegenen staatlichen Messstellen ermittelt (Pkt. 3.4).

## *3.4 Bemessungsgrundwasserstand*

### 3.4.1 Berechnung im Analogieschlussverfahren

Für die Deponieplanung ist der höchst mögliche Grundwasserstand maßgebend für die weiteren Planungen.

Beim LfU Brandenburg wurden die Hauptzahlen der nächstgelegenen staatlichen Grundwassermessstellen, welche ebenfalls im oberflächennahen Grundwasserleiter ausgebaut wurden, abgefordert. In Tabelle 4 wurden die Daten der staatlichen Messstellen zusammengestellt.

Für die Ermittlung des Bemessungsgrundwasserspiegels wurden die Hauptzahlen der Messstellen im Tagebau Luggendorf (Tabelle 3) verwendet. Dieser entspricht in etwa einem mittleren Grundwasserstand (MW). Aus Tabelle 4 wird von der Messstelle 2839 0112 die Differenz zwischen einem MW und dem HW ermittelt und dieser Betrag dem höchsten MW-Wert im Tagebau aufgeschlagen.

Tabelle 4: Hauptzahlen staatlicher Messstellen der Messreihen 1979/2017 (nach LfU vom 19.04.2017)

| **Messstellenkennzahl (MKZ)** | **2938 8005** | **2839 0112** |
|---|---|---|
| Ortslage | Groß Woltersdorf | Buchholz, B 103 |
| Messpunkthöhe (m NHN) | 99,67 | 82,46 |
| Geländehöhe (m NHN) | 98,60 | 81,90 |
| Filteroberkante (m u. GOK) | 9,00 | 5,90 |
| Filterunterkante (m u. GOK) | 11,00 | 8,90 |
| NW (m NHN) | 95,37 | 75,68 |
| MW (m NHN) | 95,61 | 76,89 |
| HW (m NHN) | 95,60 | 78,53 |
| Δ HW-MW | 0,01 | 1,64 |

Der Bemessungsgrundwasserstand wurde aus dem höchsten MW-Wert in Tabelle 3 (72,81 m NHN) und der Differenz zwischen HW und MW aus Tabelle 4 (1,64 m) ermittelt und würde nach dieser Vorgehensweise per 09/2018 bei 74,60 m NHN liegen.

### 3.4.2 Bemessungswasserstand nach den Messwerten im Tagebau

Per Oktober 2018 stehen für die Ermittlung des Bemessungswasserstandes sowohl aktualisierte Niederschlagsmesswerte von 2017 als auch zusätzliche Messwerte im Bereich der geplanten Deponieaufstandsfläche (Pegel 1/18 bis 7/18 und BS 8/18) zur Verfügung.

Abbildung 3 zeigt, dass die Jahressumme der Niederschläge von 2017 den höchsten Betrag seit Beginn der Grundwasserspiegelmessungen im Tagebau Luggendorf aufwies. Dies spiegelte sich auch in den Grundwasserspiegelganglinien (Abbildung 8) deutlich wider.

Die höchsten Grundwasserspiegelmesswerte in den langjährig kontrollierten Messstellen lagen nach Tabelle 3 und Anlage 3 zwischen 72,00 m NHN in GWM 4/16 abstromseitig und 72,97 m NHN in GWM 3/16 anstromseitig der geplanten Deponiefläche.

Mit den 2018 neu errichteten Rammpegeln wurden neue Erkenntnisse zu den Grundwasserständen innerhalb der geplanten Deponiefläche gewonnen. Der höchste bisher hier gemessene Grundwasserspiegelmesswert lag in Pegel 7/18 am 29.08.2018 bei 74,81 m NHN (Anlage 3 und Abbildung 9).

Bezogen auf diesen Stichtag lag die Differenz in den für die Deponie maßgebenden GWM 2/15, GWM 3/16 und GWM 4/16 zwischen dem HW und dem Messwert am 29.08.2018 (Tabelle 3) zwischen 0,37 und 0,15 m.

Der **Bemessungswasserstand** wird mithin aus 74,81 m NHN (höchster Messwert in Pegel 7/18) zuzüglich 0,37 m (höchste Differenz zwischen dem HW in GWM 2/15 und dem Stichtagsmesswert vom 29.08.2018) mit 75,18 m NHN, also **75,20 m NHN** eingeschätzt.

Dieser Messwert kann als plausibel eingeschätzt werden, da das Grundwasser aufgrund der exponierten Lage der vermuteten Geschiebemergelhochlage immer rasch allseitig ins tiefer gelegene Grundwasserniveau in den randlichen Rinnen abfließen wird.

### 3.4.3 Schlussfolgerung aus dem Bemessungswasserstand

Nach dem aktuellen Tageriss des Kiessandtagebaues Luggendorf befindet sich der tiefste Punkt im Bereich der geplanten Deponie (vgl. Anlage 4) bei 75,2 m NHN. Zwischen dem festgelegten Bemessungswasserstand und dem tiefsten Punkt im Tagebau beträgt die Differenz 0,0 m. Nach der DepV von 2012 hat zwischen der Oberkante der geologischen Barriere und dem höchsten zu erwartenden freien Grundwasserspiegel (Bemessungsgrundwasserstand) ein Abstand von mindestens 1 m vorzuliegen. Da es im vorliegenden Kiessandtagebau keine geologische Barriere gibt (vgl. Anlage 6.1 und 6.2), muss für die geplante Deponie DK I nach DepV, Punkt 2.2, Tabelle 1 eine **geologische Barriere als sogenannte „Erste Abdichtkomponente“** errichtet werden.

## *3.5 Wasserhaushaltsbetrachtungen während und nach dem Betrieb der Deponie*

### 3.5.1 Ausgangsdaten

Für die Berechnungen stehen folgende Angaben zur Verfügung:

- Größe des offenen Tagebaues ~ 0,18 km²
- geplante Grundfläche der Deponie DK I = 5,5 ha
- Größe des Zwischenlagers = 4,0 ha
- Größe der sonstigen versiegelten Flächen = 2,8 ha, davon nur 0,5 ha versiegelt
- Klimatologische (Angaben liegen unter Punkt 3.2.4 vor)

Die Planungen gehen davon aus, dass die versiegelten Flächen über Randgräben entwässert werden und die anfallenden Niederschläge dezentral im Tagebaugelände versickern. Auch die Zuwegungen sollen lediglich mit einer Frostschutzschicht und einer Schottertragschicht befestigt werden.

### 3.5.2 Wasserhaushaltsbetrachtung vor Beginn des Tagebaues

Die jahresdurchschnittliche Grundwasserneubildung Q über dem Tagebau vor Beginn der Abbautätigkeiten errechnet sich nach

$$Q = qu \cdot A_{Tgb}$$
$$= 3{,}7 \text{ l/skm}^2 \cdot 0{,}18 \text{ km}^2$$

**Q ~ 0,67 l/s**.

### 3.5.3 Wasserhaushaltsbetrachtung über dem offenen Tagebau

Die jahresdurchschnittliche Grundwasserneubildung über dem devastierten, also offenen Tagebau (IST-Zustand) errechnet sich

$$Q = 12{,}2 \text{ l/skm}^2 \cdot 0{,}18 \text{ km}^2$$

**Q ~ 2,2 l/s**.

Hieraus folgt, dass in der Folge des Kiessandabbaues eine lokal begrenzt günstigere Grundwasserneubildung als vor dem Tagebau möglich wurde. Da der natürliche Grundwasserspiegel unter der Tagebausohle ansteht, spielt die Morphologie im Tagebau keine Rolle.

### 3.5.4 Wasserhaushaltsbetrachtung während des Deponiebetriebes

Die Betriebsflächen außerhalb der Deponiefläche versickern die anfallenden Niederschläge entweder direkt oder indirekt über Randgräben in den Untergrund. Das heißt, von einer vernachlässigbar leicht erhöhten Verdunstung über den versiegelten Betriebsflächen angesehen, stehen auch diese Niederschläge der Grundwasserneubildung zur Verfügung.

Die Deponie benötigt wegen der fehlenden geologischen Barriere eine technische Barriere mit einem k-Wert ≤ $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Die technische Barriere erhält die notwendigen Gefälle, um den Abfluss der Niederschlagswässer zu den Randgräben zu gewährleisten. Hieraus ergibt sich, dass die letztendlich zur Versickerung kommenden Wässer zwischen Neubau der technischen Barriere und dem laufenden Betrieb der Deponie abnehmen werden:

- Über der neugebauten technischen Barriere fließen die anfallenden Niederschläge praktisch ohne nennenswerte Verdunstung den Randgräben zu. Das heißt, bei einem jahresdurchschnittlichen korrigierten Niederschlag von 677,5 mm (vgl. Pkt. 3.2.4) würden über der Deponiefläche von 0,055 km² im Jahresdurchschnitt etwa 1,2 l/s anfallen.
- Mit dem kontinuierlichen Betrieb der Deponie geht das vorgenannte Wasseraufkommen zurück, da das Deponiegut in Abhängigkeit seiner Durchlässigkeit die Niederschläge temporär zurückhält und die Verdunstung über dem Deponiegut entsprechend zunimmt.
- In Deponien der DK I dürfen prinzipiell Bauschutt, Boden und mineralische Abfälle deponiert werden. Die Durchlässigkeit dieser Materialien kann sehr stark schwanken, so dass die Sickerwasseraufkommen ebenfalls sehr stark schwanken kann.
- In der Literatur wird bei Niederschlägen von ca. 600 mm/a empfohlen, mit Sickerwassermengen zwischen 0,01 l/sha und 0,2 l/sha zu rechnen. Bezogen auf die Deponie Luggendorf und den versiegelten Flächen (etwa 6,0 ha) wären das 0,06 l/s bzw. 1,2 l/s.
- Für die Betriebsphase der Deponie sollte deshalb planungsseitig im Jahresdurchschnitt mit dem Anfall von 1 l/s Sickerwasser gerechnet werden.
- Einen messbaren Einfluss auf den Wasserhaushalt hat dies nicht, da sich die Grundwasserneubildungsbedingungen im Umfeld der Deponie nicht verändern.
- Für die Dimensionierung der Randgräben sind die Starkregenereignisse nach KOSTRA 2010 (Anlage 8) maßgebend.

### 3.5.5 Wasserhaushaltsbetrachtung nach Abschluss der Deponie

Der Wasserhaushalt über einer abgeschlossenen Deponie wird nach BOWAHALD berechnet. Die hierfür notwendigen meteorologischen Zahlen, die der DWD bereitstellen muss, und letztendlich maßgebenden Planungen zur Abdeckung der tatsächlich entstandenen Deponie liegen gegenwärtig nicht vor. Verallgemeinernd kann festgestellt werden, dass mit der Endabdeckung der Deponie das Sickerwasseraufkommen aus dem Deponiekörper unterbunden wird. Wasserhaushaltlich wirksam werden die anfallenden Niederschläge (abzüglich Verdunstung) über der abgedeckten Deponieoberfläche. Wird unterstellt, dass mit der Rekultivierungsschicht über der Deponie ein Boden aufgetragen wird, dessen Durchlässigkeit der im Umfeld des Kiessandtagebaues anstehenden Schichten entspricht, werden sich über der Deponie letztendlich Grundwasserneubildungsverhältnisse, wie sie vor Beginn des Kiessandabbaues herrschten, einstellen. Das heißt, über der 0,055 km² großen Deponie stellt sich, vereinfacht betrachtet, eine jahresdurchschnittliche Grundwasserneubildungsrate von etwa 3,7 l/skm² (vgl. Pkt. 3.2.4) bzw. 0,2 l/s ein, die versickert werden soll.

### 3.5.6 Wasserhaushaltsbilanz

In Tabelle 5 wurden die unter Pkt. 3.5.3 bis 3.5.5 genannten Daten zusammengestellt. Es ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die Zahlen der aus dem Deponiekörper austretenden Sickerwässer lediglich Annahmen sind, da die Zusammensetzung der Deponiekörpers jetzt nicht bekannt ist. Alle über der Deponiefläche anfallenden Niederschlagswässer und die entstehenden Sickerwässer im Deponiekörper werden gesammelt und einer Kläranlage zugeführt.

Tabelle 5: Jahresdurchschnittliche Wasserhaushaltsbilanzen

| lfd. Nr. | Bezeichnung | Fläche [km²] | $q_u$ [l/skm²] | Q [l/s] | Bilanz [l/s] |
|---|---|---|---|---|---|
| **A** | offener Tagebau (IST-Zustand) | 0,180 | ~12,2 | ~2,20 | |
| **B** | offener Tagebau zum Beginn der Deponierung (ohne Flächen C) | 0,120 | ~12,2 | ~1,46 | |
| **C** | versiegelte Deponie- und teilbefestigte Flächen ohne Deponiegut | 0,06 | | 0 | B+C ~1,46 |
| **D** | Betriebszustand, d. h. Deponie und Zwischenlager werden benutzt | | | | |

| lfd. Nr. | Bezeichnung | Fläche [km²] | $q_u$ [l/skm²] | Q [l/s] | Bilanz [l/s] |
|---|---|---|---|---|---|
| **$D_1$** | Deponie und Zwischenlager mit überwiegend bindigem Material | 0,095 | | ~0,095 | $B+D_1$ ~ 1,14 |
| **$D_2$** | Deponie und Zwischenlager mit überwiegend rolligem Material | 0,095 | | ~1,90 | $B+D_2$ ~ 2,94 |
| **E** | Zustand nach Abschluss der Deponie | | | | $B+E_1+E_2$ ~ 2,07 |
| **$E_1$** | Deponie abgedeckt und rekultiviert | 0,055 | 3,7 | ~0,20 | |
| **$E_2$** | Zwischenlager und sonstige versiegelte Flächen zurückgebaut | 0,068 | 12,2 | ~0,83 | |

Nach Tabelle 5 kann abgeleitet werden, dass es innerhalb des offenen Tagebaues Luggendorf zu Veränderungen in der Wasserhaushaltsbilanz kommen wird:

- Mit Fertigstellung der technischen Barriere der Deponie und der Teilbefestigung der Betriebsflächen in der Anfangsphase der Deponierung kommt es zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung gegenüber dem IST-Zustand um max. 0,74 l/s [(B+C)-A, da die anfallenden Wässer über der Deponie und den (anteilig geringen) teilversiegelten Flächen gesammelt und entsorgt werden.
- In der Zeit der Verfüllung der Deponie und der damit verbundenen Verdunstung über dem Deponiegut geht die Grundwasserneubildung im Tagebau je nach Durchlässigkeit des Deponiegutes um ca. 1,06 l/s [Δ A-(B+$D_1$)] zurück oder steigt um ca. 0,74 l/s [A- (B+$D_2$)].
- Nach erfolgter Rekultivierung der Deponie und dem Rückbau der sonstigen versiegelten Flächen geht die Grundwasserneubildung im Tagebau um 0,13 l/s gegenüber dem IST-Zustand zurück.

Anlage 1 und Abbildung 6 zeigen, dass die wasserhaushaltlichen Veränderungen als Folge der Deponie Luggendorf, gemessen am gesamten Grundwasserleiterkomplex G 13, praktisch ohne Bedeutung sind.

## *3.6 Starkregenereignis im Tagebau*

Während und nach einem Starkregenereignis (vgl. Anlage 8) kann es im offenen Tagebau über stärker bindigen Schichten (Durchlässigkeiten von < $1 \cdot 10^{-5}$ m/s) temporär zu Aufstauungen der Niederschläge kommen. Unter Bezug auf das in Punkt 3.2.4 gewählte Starkregenereignis $rN_{(n=1;T=15)}$ von 97,2 l/sha heißt das, dass im offenen (ca. 18 ha) großen Kiessandtagebau Luggendorf in 15 Minuten etwa 1.575 m³ Niederschlag anfallen könnten. Von Bedeutung ist ein solches Starkniederschlagsereignis für die versiegelten Flächen und besonders für die Deponie sowie für das geplante (ca. 1.000 m²) große Sickerwasserspeicherbecken. Wird davon ausgegangen, dass nur die abgedeckte Deponie an das Sickerwasserspeicherbecken angeschlossen wird, fallen über der Deponie (5,2 ha) ca. 455 m³ Niederschlag an.

## *3.7 Grundwasserqualität*

Durch die PS Bauschutt GmbH werden die vorhandenen Grundwassermessstellen seit 2013 jährlich einmal im Herbst abgepumpt, Grundwasserproben entnommen und im Labor analysiert. Die Originaldokumente liegen beim Auftraggeber vor. In den Anlagen 7.1 - 7.6 wurden die Messergebnisse in Form von Vergleichstabellen je Messstelle zusammengestellt.

Die Bewertung der Grundwasseranalysenergebnisse erfolgte im Bericht 2017 nach der Empfehlung des LfULG von 2015 /13/ bzgl. der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GfS).

Im vorliegenden, ergänzten Bericht erfolgte die Bewertung nach LAWA, 2016 /14/, GrwV, 2017 /16/ und BBodSchV, 2017 /15/. In den Anlagen 7.2 bis 7.5 wurden die Wasserinhaltsstoffe im G 13, welche entweder den GfS-Wert nach LAWA oder den Grenzwert nach BBodSchV überschreiten, farbig gekennzeichnet.

Vorauszuschicken ist, dass es nach LAWA, 2016 zu einer Verschärfung der Grenzwerte gegenüber den Grenzwerten in /13/ kam.

Aus den bisherigen Untersuchungen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Nach der Grundwasserverordnung GrwV, welche die Schwellenwerte für die Beurteilung des chemischen Zustandes in Grundwasserkörpern (GWK) festlegt, wurden keine Überschreitungen der Schwellenwerte festgestellt.
- Nach der BBodSchV von 2017 wurden praktisch keine Grenzwertüberschreitungen im Grundwasser festgestellt. Die Messwerte in GWM (B)97 sind nicht relevant, da nach Abbildung 5 entweder Standwasser im Schlammfang und/oder ein Mischwasser aus Sickerwasser und Niederschlag (erkennbar an den geringen Leitfähigkeitswerten von < 350 µS/cm ab 2015) beprobt wurden.
- Nach den LAWA-Grenzwerten von 2016 werden in den GWM HyA97, GWM 2/15, GWM 3/16 und GWM 4/16 praktisch immer die Grenzwerte von Kupfer und in unterschiedlichem Maße die Arsen-, Blei-, Chrom- und Cobalt-Gehalte (meist jedoch nur geringfügig) überschritten. Da auch das Grundwasser in den anstromseitigen Messstellen betroffen ist, ist die Ursache nicht im ehemaligen Tagebau zu sehen. Ob es hierfür geogene Hintergründe gibt, ist nicht bekannt.
- Eine Überschreitung des GfS-Wertes nach LAWA bei den organischen Inhaltsstoffen im Grundwasser (MKW, PCB, BTEX, LHKW, PAK, Phenole) wurde nicht nachgewiesen.
- Das Grundwasser im G 15 (GWM 1/15, Anlage 7.6) weist ebenso wie die Messstellen im G 13, Überschreitungen des GfS-Wertes nach LAWA, 2016 bei Chrom, Cobalt und Kupfer auf.
- Die bisher untersuchten Wasserinhaltsstoffe genügen nach Auffassung des Gutachters nicht, um die Grundwasserqualität einer Deponie DK I zu überwachen. Es sollten künftig schon im Vorfeld die Parameter Ca, Mg, Fe, Mn, $SO_4$ und Cl mit untersucht werden.
- Für den Deponiebetrieb wird der Untersuchungsumfang nach LAGA, Januar 2014 (M 28), welche die WÜ 98 ersetzt, empfohlen.

## *3.8 Wasserqualität im schwebenden Grundwasser*

In Anlage 7.1 sind Analysenergebnisse der GWBR (B)97E dokumentiert. Es wurde unter Punkt 3.3.3 und mit Abbildung 5 nachgewiesen, dass diese Messstelle bis 2016 praktisch immer trocken war. Die gemessenen und dokumentierten Wasserstände lagen bis dahin immer im Schlammfang der Messstelle. Nach 2016 kam es zu einem unerklärlichen Anstieg der Wasserstände in der Messstelle und zu Analysenwerten, die eher dem Niederschlagswasser zuzuordnen waren.

Die Messstelle ist für die Überwachung der künftigen Deponie nicht geeignet und sollte verwahrt werden.

### *3.9 Einfluss der geplanten DK I-Deponie auf die hydrogeologischen Verhältnisse im Territorium*

Die geplante Deponie soll im offenen Kiessandtagebau Luggendorf errichtet werden. Das natürlich gewachsene Gelände im Umfeld der Deponie weist Geländehöhen von etwa 104 m NHN südöstlich bzw. etwa 90 m NHN südwestlich und etwa 77 m NHN am Nordrand der Deponie auf. In der nördlich des Kiessandtagebaues gelegenen Ortslage Luggendorf liegen die Geländehöhen um 74 m NHN (Anlage 1 und Anlage 4). Der in den mehrjährig kontrollierten Grundwassermessstellen nachweisbare Hochwasserspiegel (HW) im Grundwasser fällt nach Tabelle 3 von etwa 72,81 m NHN anstromseitig auf etwa 71,2 m NHN abstromseitig des Tagebaues ab. Das heißt, dass der natürliche Grundwasserspiegel immer flurfern (≥ 1,5 m unter Gelände) ansteht.

An dieser Aussage ändert sich auch nach der überarbeiteten Bewertung der Grundwasserverhältnisse nichts, da die mutmaßlichen Grundwasserstände von 1992 anstromseitig des Tagebaues mit etwa 75 - 76 m NHN nach wie vor flurfern sind.

Die geplanten baulichen Veränderungen (bindige Deponiesohle, versiegelte Betriebsflächen – vgl. Pkt. 3.5 ff) im Tagebau führen zu nur unerheblichen Beeinflussungen im Wasserhaushalt innerhalb des Tagebaues.

Außerhalb des Tagebaues ändert sich durch diese Deponie weder an den Grundwasserabflussverhältnissen noch am Wasserhaushalt im Grundwasser (Tabelle 5 unter Pkt. 3.5.6) etwas.

Veränderungen hinsichtlich der Grundwasserqualität sind praktisch ausgeschlossen, da die anfallenden Sickerwässer gesammelt und einer Kläranlage zugeführt werden. Das Kontrollmonitoring des Grundwassers hat daher die Aufgabe, die Wirksamkeit der Entwässerungssysteme nachzuweisen. Es ist bekannt, dass es in Bauschuttdeponien zu einer Akkumulation der Sulfat- und Chloridgehalte, ggf. der Eisen- und Mangangehalte einhergehend mit dem Rückgang des pH-Wertes, kommt. Dies geschieht unabhängig davon, dass das angelieferte Material den Zuordnungskriterien für DK I-Deponien entspricht.

Ist die Deponierung abgeschlossen und die Deponie rekultiviert, nimmt das Potential der Akkumulation der Sulfat- und Chloridgehalte wegen dann fehlendem Wasserzufluss allmählich ab.

# 4 Zusammenfassung der hydrogeologischen Untersuchungsergebnisse für eine geplante Deponie

Aus hydrogeologischer Sicht lassen sich die Erkenntnisse wie folgt zusammenfassen:

- Die Deponie soll in einem ehemaligen Kiessandtagebau errichtet werden. Der geologische Untergrund wird praktisch von überwiegend gut durchlässigen Kiessanden (Tabelle 2) gebildet, in denen lokal mehr oder weniger bindige Lagen enthalten sein können. Diese Kiessande gehören dem großflächig verbreiteten Grundwasserleiter G 13 an.
- Die Kiessande stellen für eine Deponie keine natürliche Barriere dar.
- Der natürliche Grundwasserspiegel befindet sich unterhalb der Tagebausohle. Der höchste Grundwasserstand kann temporär zu lokalen Vernässungen an der Tagebausohle führen.
- Mit der ergänzenden Erkundung von 2018 und der Vervollständigung der Niederschlagsreihen bis September 2018 lagen gegenüber dem bisherigen Gutachten Daten vor, die eine Überarbeitung des Bemessungswasserstandes notwendig machten.
- Anhand der seit 2018 vorliegenden Grundwasserspiegelmesswerte im Tagebau wurde der höchste Grundwasserstand ermittelt. Er liegt bei 75,20 m NHN.
- Dieser Wert wird als plausibel angesehen, da die Niederschläge von 2017 seit 2007 die höchsten Niederschläge waren und somit im Tagebau die höchste Grundwasserneubildung und damit den höchsten Grundwasserstand hervorriefen.
- Der Deponieneubau im ehemaligen Kiessandtagebau hat aus hydrogeologischer Sicht weder auf den natürlichen Wasserhaushalt noch auf die Grundwasserverhältnisse im umliegenden (vor allem abstromseitigen) Territorium einen signifikanten Einfluss.
- Da die anfallenden Deponiesickerwässer gesammelt und einer Kläranlage zugeführt werden, ist praktisch auch die Beeinflussung des Grundwassers ausgeschlossen.
- Die bisher vorliegenden Grundwasseranalysenergebnisse wurden anhand der sogenannten GfS-Werte nach LAWA /14/ und nach BBodSchV /15/ beurteilt. Bezogen auf die BBodSchV gibt es keine Grenzwertüberschreitungen im Grundwasser. Nach LAWA, 2016 wurden Überschreitungen des GfS-Wertes bei einzelnen Schwermetallen dokumentiert. Da Schwermetalle im Rahmen eines Kiessandabbaues keine Rolle spielen und die Schwermetallnachweisungen im Grundwasser auch anstromseitig und im tieferen GWL G 15 nachweisbar waren, ist ein geogener Hintergrund wahrscheinlich.
- Die Kontrolle des Grundwassers vor, während und nach Abschluss der Deponie erfordert ein auf die Belange der DK I-Deponie abgestimmtes Monitoring.

# 5 Empfehlungen für ein Grundwassermonitoring

Ziel des Grundwassermonitorings ist es, vor, während und nach Abschluss der Deponiearbeiten die Entwicklung der Grundwasserverhältnisse zu überwachen. Mit dem vorliegenden hydrogeologischen Gutachten wurden die hydrogeologischen und grundwasserdynamischen Verhältnisse präzisiert, so dass das notwendige Grundwassermonitoring an die Belange einer DK I-Deponie angepasst werden kann und muss.

## *5.1 Bestand an Grundwassermessstellen*

Die Untersuchungen zeigten, dass die Messstelle GWBR(B)/97E (befindet sich neben GWM 3/16) nicht mehr funktionstüchtig ist und deshalb zurückgebaut werden kann. Die Messstelle GWM 1/15 kontrolliert nicht den Grundwasserhorizont, in welchem die Deponie eingebaut werden soll. GWM 3/16 kontrolliert nicht den direkten Grundwasseranstrombereich zur geplanten Deponie (Anlage 4).

In Abbildung 10 sind neben dem bestehenden GWM-Bestand auch die, aus hydrogeologischer Sicht, zusätzlich notwendigen GWM als „neu“ bezeichnet, dargestellt.

Unmittelbar abstromseitig der Deponie wird die GWM 7 neu empfohlen. In Richtung der Ortslage Luggendorf sollte eine zusätzliche Kontrollmessstelle (GWM 8 neu) errichtet werden. Beide GWM werden im G 13 ausgebaut.

Anstromseitig wird empfohlen, zwei neue Grundwassermessstellen (GWM 5 neu und GWM 6 neu) im Grundwasserleiter G 13 zu errichten.

Die Messstelle GWM 1/15 kann zum Zwecke der Grundwasserstandskontrolle weiter genutzt werden.

Im Ergebnis der neuen Pegel 1/18 bis 7/18 ist es sinnvoll, östlich der geplanten Deponie eine dauerhafte GWM (GWM 9 neu) zu errichten, da die vorgenannten Pegel im Zuge des Deponiebaues liquidiert werden müssen und der Grundwasserstand hier bisher nur vermutet wurde.




Abbildung 10: Vorschlag für Kontrollmessstellen (GWM neu) zur Überwachung der Deponie Luggendorf (nach Messstellenplan der M&S GmbH vom 31.08.2017)

## *5.2 Umfang des Grundwassermonitorings*

Die zusätzlichen Messstellen sind zeitlich so zu errichten, das diese für den Beginn der Untersuchungen ab mindestens 1 Jahr vor Beginn der Deponierung zur Verfügung stehen. Damit wird eine sichere „Nullmessung“ sowohl für den Grundwasserstand als auch für die Grundwasserqualität erhalten.

Die Messstellenpässe für die zusätzlichen Messstellen und - sofern noch nicht vorhanden - auch für die vorhandenen Messstellen sind zu erarbeiten und fortlaufend zu ergänzen.

Die Messung der Grundwasserstände hat, wie bereits gegenwärtig, monatlich zu erfolgen.

Die Kontrolle der Grundwasserqualität sollte 1 Jahr vor Beginn der Deponierung beginnen. Die Grundwasserprobenahme sollte in einem halbjährlichen Zyklus (Frühjahr und Herbst) jeden Jahres in den in allen Messstellen durchgeführt werden.

Die Grundwasserqualitätskontrolle hat grundsätzlich nach folgenden Regeln zu erfolgen:

- Durchführung der Kurzpumpversuche inklusive der Kontrolle der Vor-Ort-Parameter unter Einhaltung der hydraulischen und hydrochemischen Kriterien nach DWA A 909 von 2011.
- Die Häufigkeit und der Parameterumfang der Grundwasseranalytik erfolgt gemäß LAGA, 2014 (M 28), Anhang 2.
- Die im o. g. Anhang 2 unter Paket BÜ aufgeführten, zu untersuchenden, Metalle sollten Arsen, Blei, Bor, Cadmium, Chrom (gesamt), Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink umfassen.
- Aus Sicht des Gutachters könnte auf die Untersuchung von Kresole und Biotests im Grundwasser verzichtet werden.

Die Häufigkeit und der Parameterumfang zur Kontrolle der Sickerwässer erfolgt gemäß LAGA 2014 (M 28), Anhang 1.