



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Dipl.-Geograph Ingo-Holger Meyer  
&  
Dr. rer. nat. Mark Overesch

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

## Hydrogeologisches Gutachten

### Projekt: 4983-2021

## Abbau von Sanden im Trocken- und Nassabbauverfahren in Ramsloh

**Auftraggeber:** Niemeyer GmbH & Co. KG  
Industriestraße 13  
26683 Ramsloh (Saterland)

**Verfasser:** Büro für Geowissenschaften M&O GbR  
Bernard-Krone-Str. 19  
48480 Spelle

**Bearbeiter:** Dr. rer. nat. Mark Overesch  
M. Sc. Geow. Svenja van Schelve

**Datum:** 18.09.2024

---

**Büro für Geowissenschaften M&O GbR**

**Büro Spelle:**  
Bernard-Krone-Str. 19, 48480 Spelle  
Tel: 0 59 77 / 93 96 30  
Fax: 0 59 77 / 93 96 36

**Büro Sögel:**  
Zum Galgenberg 7, 49751 Sögel  
Tel: 0 59 52 / 90 33 88  
Fax: 0 59 52 / 90 33 91

e-mail: [info@mo-bfg.de](mailto:info@mo-bfg.de)  
Internet: [www.mo-bfg.de](http://www.mo-bfg.de)

Die Vervielfältigung des vorliegenden Gutachtens in vollem oder gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

## **INHALTSVERZEICHNIS:**

<b>1 Vorbemerkungen</b> .....	<b>1</b>
1.1 Veranlassung / Aufgabenstellung .....	1
1.2 Verwendete Unterlagen .....	1
<b>2 Lage des Abbauvorhabens</b> .....	<b>2</b>
2.1 Geographische Lage .....	2
2.2 Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten sowie Altlastenverdachtsflächen .....	2
<b>3 Durchgeführte Untersuchungen</b> .....	<b>3</b>
<b>4 Naturräumliche Gegebenheiten</b> .....	<b>3</b>
4.1 Klima und Hydrologie .....	3
4.2 Geologie .....	4
4.3 Hydrogeologie .....	5
4.4 Böden .....	7
<b>5 Beschreibung des Abbauvorhabens</b> .....	<b>7</b>
<b>6 Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel</b> .....	<b>8</b>
6.1 Auswirkungen auf die Wasserbilanz .....	9
6.2 Auswirkungen durch horizontale Einregelung .....	17
6.3 Insgesamt zu erwartende Änderungen des Grundwasserspiegels und Reichweiten .....	19
<b>7 Prognostizierte Grundwasserflurabstände</b> .....	<b>24</b>
<b>8 Auswirkungen auf die Grundwasserqualität</b> .....	<b>25</b>
<b>9 Auswirkungen auf Oberflächengewässer</b> .....	<b>28</b>
<b>10 Auswirkungen auf Gebäude, Verkehrswege und sonstige bauliche Anlagen</b> .....	<b>28</b>
<b>11 Konzept für ein Beweissicherungsprogramm</b> .....	<b>29</b>
11.1 Monitoring des Grund- und Seewasserspiegels .....	29
11.2 Monitoring der See- und Grundwasserqualität .....	29
<b>12 Zusammenfassung</b> .....	<b>30</b>
<b>13 Schlusswort</b> .....	<b>31</b>

# 1 Vorbemerkungen

## 1.1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Die Firma Niemeyer GmbH & Co. KG, Industriestraße 13, 26683 Ramsloh (Saterland) plant eine Erweiterung der Bodenabbaustätte in Ramsloh in der Gemeinde Saterland. Die Sandgewinnung soll im Trockenabbauverfahren und daran anschließend im Nassabbauverfahren unterhalb des Grundwasserspiegels erfolgen.

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR aus Spelle wurde beauftragt, das vorliegende Hydrogeologische Gutachten zur Abschätzung der Folgen des Abbauvorhabens auf das Grundwasserströmungsfeld und die Grundwasserqualität zu erstellen.

## 1.2 Verwendete Unterlagen

Tabelle 1 gibt die zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens verwendeten Planunterlagen wieder. Die verwendeten Unterlagen wurden vom Verfasser überwiegend nachrichtlich in das Gutachten übernommen und inhaltlich nicht überprüft. Sollten Abweichungen festgestellt werden, wird dies an entsprechender Stelle vermerkt.

Tabelle 1: Verwendete Unterlagen

Nr.	Unterlage	Datum	Verfasser, Quelle
1	Geologische Karte 1:25.000	-	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (Kartenserver NIBIS)
2	Bodenübersichtskarte 1:50.000	-	
3	Hydrogeologische Karte 1:50.000	-	
4	Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000	-	
5	Geologischer und Hydrostratigrafischer Schnitt 'Mittlere ,Leda_Jümme_links_PS04_PS200268'	25.05.2020	
6	Geologischer und Hydrostratigrafischer Schnitt 'Leda_Jümme_links_PS03_PS200053'	25.05.2020	
7	Bohrprofil ,Waskönig BR 1'	19.02.1970	
8	Bohrprofil ,GW 6 Ramsloh'	30.06.1999	
9	Bohrprofil ,GW 7 Ramsloh'	01.07.1999	
10	Bohrprofil ,B-GWM 16'	12.10.2020	
11	Bohrprofil ,Ramsloh'	06.09.1979	
12	Bohrprofil ,A15/78 Elisabethfehn'	22.01.0979	NLWKN
13	Messwerte Grundwassermessstelle ,A15/78 Elisabethfehn'	2000 -2021	
14	Beweissicherung Sandabbau 'Brachvogeldamm' in Saterland-Ramsloh der Fa. Erd- und Kulturbau Herwig Bußmann	2009-2020	Ökochemie+Umwelt- analytik Oldenburg GmbH

Nr.	Unterlage	Datum	Verfasser, Quelle
15	Beweissicherung Sandabbau ‚Rehweg‘ in Ramsloh der Fa. Niemeyer GmbH & Co. KG	2012-2017	Ökochemie+Umwelt-analytik Oldenburg GmbH
16	Beweissicherung Sandabbau ‚Elisabethfehner Str.‘ in Ramsloh der Fa. Niemeyer GmbH & Co. KG	2009-2020	
17	Abbauplan, inkl. Geländehöhen	05.09.2024	Diekmann · Mosebach & Partner

## 2 Lage des Abbauvorhabens

### 2.1 Geographische Lage

Die geplante Erweiterung der bestehenden Abbaustätte befindet sich im Landkreis Cloppenburg in der Gemeinde Saterland (Anlage 1). Die Erweiterung ist südlich der Elisabethfehner Straße auf den Flurstücken 44, 45, 46, 58, 59, 60, 61, 62 und 63 Flur 16 in der Gemarkung Ramsloh Gemeinde Saterland geplant. Des Weiteren sind durch den Anschluss an das bestehende Gewässer die Flurstücke 43, 47 und 49 Flur 16 in der Gemarkung Ramsloh Gemeinde Saterland von den Abbaumaßnahmen betroffen. Im Bereich der Abbaustätte liegen die Geländehöhen im ungestörten Zustand zwischen rd. 3 bis 5 mNHN.

### 2.2 Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten sowie Altlastenverdachtsflächen

Die geplante Abbaustätte befinden sich nördlich der Naturschutzgebiete ‚Hollener Moor‘ (rd. 2,3 km), Schwaneburger Moor-Nord (rd. 5,3 km) und Schwaneburger Moor (rd. 8,4 km). Die Moore liegen im oder nahe des Grundwassereinzugsgebietes des geplanten Abbaugewässers (Lage s. Anlage 13). Bei den Naturschutzgebieten handelt es sich um abgetorfte bis teilabgetorfte Hochmoorreste. Das Schwaneburger Moor ist nur gering anthropogen beeinflusst (NLWKN).

Rd. 2 km südwestlich der betrachteten Abbaustätte nahe des ermittelten Grundwassereinzugsgebiet befindet sich die Altablagerung ‚Kampstraße‘ (Standortnummer: 4530134006) (Lage s. Anlage 13).

### **3 Durchgeführte Untersuchungen**

Zur Erkundung der geologischen Schichtenfolge wurde durch die Firma Vulhop+Becker GmbH & Co.KG aus Rastede zwischen dem 15.03. und dem 18.03.2016 eine Aufschlussbohrung (B1) im Bereich des bereits entstanden Abbaugewässers und eine weitere Aufschlussbohrung (B2) am westlichen Randbereich der geplanten Abbaufäche bis in eine Tiefe von 35 m unter GOK durchgeführt (B1, B2, Lage: Anlage 2, Profile: Anlage 6). Zur Erkundung der (hydro-) geologischen Verhältnisse wurde zudem ebenfalls von der Firma Vulhop+Becker GmbH & Co.KG aus Rastede zwischen dem 30.09. und dem 01.10.2020 eine Bohrung für die Installation einer Grundwassermessstelle am südöstlichen Randbereich der geplanten Abbaufäche bis in eine Tiefe von 25,5 m unter GOK durchgeführt (GWM 16, Lage: Anlage 2, Profil: Anlage 6).

Aus dem Bohrgut dieser Bohrungen wurden 17 repräsentative Proben aus unterschiedlichen Tiefen ausgewählt, um an ihnen die Korngrößenanalysen mittels Trockensiebung zu untersuchen. Der  $k_f$ -Wert der Proben wurde auf Grundlage der Körnungslinie nach BEYER abgeleitet (Anlage 7).

### **4 Naturräumliche Gegebenheiten**

#### **4.1 Klima und Hydrologie**

Das Untersuchungsgebiet ist der Klimaregion ‚Maritim-Subkontinentale Flachlandregion‘ des niedersächsischen Flachlandes zuzuordnen. Das Klima weist maritime-subkontinentale Züge (mittelfeucht) auf, mit einem gedämpften Tages- und Jahresgang der Temperatur.

Die Grundwasserneubildungsrate, welche mittels GROWA-Methode (mGROWA22) auf Grundlage der Niederschlagsdaten von 1991 bis 2020 abgeleitet wurde, liegt im westlichen Bereich der Abbaustätte zwischen 350 und 500 mm/a und im östlichen Abbaubereich der geplanten Erweiterung zwischen 0 und 200 mm/a (NIBIS).

Im Bereich des in Anlage 10 dargestellten Grundwassereinzugsgebietes des Abbaugewässers liegt die Grundwasserneubildung überwiegend zwischen 100 bis 400 mm/a, wobei das nordwestliche Gebiet Werte von rd. 350 mm/a und der südöstliche von rd. 150 mm/a aufweist. Im Mittel kann im Einzugsgebiet des Gewässers von einer Grundwasserneubildung von mindestens 250 mm/a ausgegangen werden.

## 4.2 Geologie

Anhand der Angaben aus der Geologischen Karte 1:25.000 (NIBIS), den Geologischen Profilschnitten ‚Leda\_Jümme\_links\_PS04\_PS200268‘, welcher rd. 7 km südlich und ‚Leda\_Jümme\_links\_PS03\_PS200053‘, welcher rd. 7,5 km westlich des geplanten Abbaubereiches verläuft sowie den Bohrungen ‚B-GWM 16‘, ‚GW 6 Ramsloh‘, ‚GW 7 Ramsloh‘ sowie ‚Waskönig BR 2‘, den Aufschlussbohrungen ‚A15/78 Elisabethfehn‘ und ‚Ramsloh‘ (vgl. Tab. 1 Unterlagen 5 bis 12, Lage s. Anlage 1, NIBIS), lässt sich die prinzipielle Geologie des Untersuchungsgebietes in etwa wie folgt beschreiben:

Für den Tiefenbereich bis 2,0 m unter GOK liegen überwiegend Torfe aus dem Holozän vor, welche bis etwa -10 mNHN von rd. 5 bis 10 m mächtigen fluviatil abgelagerten Sanden der Weichsel-Kaltzeit unterlagert werden. Darunterliegend stehen bis in eine Tiefe von -50 mNHN glazifluviatil abgelagerte kiesige Sande aus dem Drehnte Stadium und der Elster-Kaltzeit an. Diese bilden die Quartärbasis. Es folgt bis in eine Tiefe von rd. -160 mNHN Sand aus dem Pliozän. Im Liegenden lagern bis in unbekannte Tiefe miozäne Sande (Tertiär).

Die Aufschlussbohrungen ‚Waskönig BR 1‘ und ‚Ramsloh‘ westlich des geplanten Abbaubereiches zeigen mehrere Meter mächtige Tonlagen. Die Aufschlussbohrung ‚Ramsloh‘ liegt rd. 3,5 km westlich und zeigt ab einer Tiefe von 4 m unter GOK bzw. rd. -1,5 mNHN eine rd. 41 m mächtige Ton-Schicht (Lauenburg-Schichten) auf. Die Aufschlussbohrung ‚Waskönig BR 1‘ liegt rd. 2 km westlich und zeigt zwischen 6 und 24 m unter GOK bzw. -2,6 und -20,6 mNHN Ton-Lagen auf, diese lassen sich vermutlich ebenfalls den Lauenburger-Schichten zuordnen. Entsprechende Tone stehen jedoch im vorhandenen Abbaugewässer und gemäß der unten aufgeführten Bohrungen auch im Bereich der Erweiterung nicht in der Tiefe des geplanten Sandabbaus an.

Die Bohrungen der Grundwassermessstellen ‚GW 6 Ramsloh‘ und ‚GW 7 Ramsloh‘ zeigen im oberen Bereich bis 2,3 m unter GOK bzw. 2,2 mNHN eine Torf-Lage aus dem Holozän. Diese wird von einer rd. 0,3 bis 0,4 m mächtigen Schluffschicht unterlagert, welche mit organischen Bestandteilen durchsetzt ist. Es folgt bis zur Endteufe von 15 m unter GOK bzw. rd. -10,5 mNHN Feinsand mit variierenden Nebengemengeanteilen. Im Tiefenbereich von 9 bis 15 m unter GOK bzw. -4,5 bis -10,5 mNHN sind z.T. fossile Holzkohlereste eingelagert.

Die im Bereich der Abbaustätte durchgeführte Trockenbohrung der Grundwassermessstelle ‚B-GWM 16‘ ergibt hinsichtlich der geologischen Schichtenfolge folgendes Bild: In den oberen 0,5 m unter GOK liegt eine Resttorfschicht vor. Diese wird unterlagert bis in eine Tiefe von 18,5 m unter GOK von Feinsand. Ab einer Tiefe von 6 m unter GOK treten z.T. Holzkohlereibsel auf. Im Tiefenbereich von rd. 18,5 bis 21 m unter GOK liegt eine Mittel- bis Grobsandschicht vor. Darunter ist bis zur Endteufe von 25,5 m unter GOK Feinsand mit Kohlereibsel und kleine Holzkohlestücke anzutreffen, innerhalb dieser Feinsandschicht liegt

im Tiefenbereich von 22,5 bis 23 m unter GOK eine Lage mit Holz und Holzkohle vor.

### 4.3 Hydrogeologie

Der Nassabbau wird den Grundwasserkörper ‚Leda-Jümme Lockergestein links‘ erfassen. Die Basis des oberen, überwiegend aus Sanden gebildeten, Grundwasserleiterkomplexes liegt hier laut Hydrogeologischer Übersichtskarte 1:200.000 zwischen -100 und -200 mNHN, die Aquifermächtigkeit bei 50 bis 100 m. Anhand der jeweils rd. 7 km entfernten hydrostratigraphischen Profilschnitte ‚Leda\_Jümme\_links\_PS04\_PS200268‘ und ‚Leda\_Jümme\_links\_PS03\_PS200053‘ (s. Anlage 5, Lage: s. Anlage 1) wird für die Lokation des geplanten Sandabbaugesbietes eine Aquifermächtigkeit von 100 m angenommen.

Die Hydrogeologische Karte 1:50.000 zeigt für den betrachteten Standort eine mittlere Lage der Grundwasseroberfläche zwischen etwa >2,5 und 5 mNHN sowie eine ungestörte Grundwasserfließrichtung Richtung Nordnordwest.

Der Grundwasserspiegel wurde in den Grundwassermessstellen GWM 2 bis GWM 9 und GWM 15 (flach und tief) bis GWM 18 an dem Stichtag 16.06.2022 eingemessen. Die Messwerte sind der Anlage 8 zu entnehmen. Im Falle der Doppelmessstelle GWM 15 wurde der Wert der tiefen Messstelle herangezogen. Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung lag der Grundwasserspiegel in den Anstrommessstellen (GWM 7 und GWM 16) zwischen 2,77 und 2,89 mNHN. In den Abstrommessstellen (GWM6 und GWM 15 t) lag der Grundwasserspiegel zwischen 2,58 und 2,62 mNHN.

Auf Grundlage der Messwerte der Stichtagsmessungen der Grundwassermessstellen GWM 2, GWM 6 bis 9 und GWM 15 t bis 18 wurde ein Grundwassergleichenplan erstellt. Dieser zeigt ein nordnordwestlich gerichtetes Potenzialgefälle von 0,04 %, welches etwa den Angaben der Hydrogeologischen Karte entspricht (Anlage 9).

Anhand des gemessenen Grundwasserspiegels in den Abstrommessstellen (GWM 6 und GWM 15t) zeigt sich eine westliche Ablenkung der Grundwasserfließrichtung im Bereich des bereits bestehenden Gewässers. Dies lässt sich vermutlich auf das bereits bestehende Abbaugewässer zurückführen. Durch die horizontale Einregelung des Seewasserspiegels kommt es nahe der Uferlinie im Grundwasseranstrom des Gewässers zu einer Grundwasserstandsabsenkung, im Abstrombereich zu einer Aufhöhung des Grundwasserspiegels (s. Abschn. 6.2). Diese Änderungen zeigen sich aufgrund der Nähe der Grundwassermessstellen zum vorhanden Abbaugewässer in den Grundwassergleichen.

Zur Einschätzung des möglichen langjährigen Grundwasserschwankungsbereiches wurden Grundwasserpegeldaten der Messstelle ‚Elisabethfehn I‘ des NLWKN der Jahre 2000 bis 2022 herangezogen. Diese Messstelle befindet sich rd. 4 km nordöstlich der geplanten Erweiterung

des Abbaus (s. Anlage 1) und ist von 16 bis 18 m unter GOK bzw. -18 bis -28 mNHN verfiltert. Die Referenzmessstelle ‚Elisabethfehn I‘ spiegelt näherungsweise die hydrogeologischen Standortverhältnisse der betrachteten Abbaustätte wider.

Die Daten der Referenzmessstelle und der berechnete Mittel-, Minimal- und Maximalwert des angegebenen Beobachtungszeitraums sind in Anlage 8 beigefügt. Der Grundwasserstand am 15.06.2022 der Messstelle ‚Elisabethfehn I‘ (NLWKN) lag 0,19 m unter dem langjährigen Mittelwert für den Zeitraum 2000 bis 2022. Es ist entsprechend davon auszugehen, dass auch die ermittelten Grundwasserstände in den Messstellen GWM 2 bis GWM 9 und GWM 15 bis GWM 18 zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung (15.06.2022) 0,19 m unter dem langjährigen Mittelwert lagen. Daher wurden die an diesem Tag gemessenen Grundwasserstände um 0,19 m korrigiert, um für die weitere Auswertung den langjährigen Mittelwert abzuleiten.

Anlage 9 zeigt den Grundwassergleichenplan mit den angeleiteten mittleren Grundwasserspiegelhöhen. Die Werte liegen im Bereich des Abbaugewässers zwischen 2,68 mNHN (GWM 8) im Südwesten und 3,08 mNHN (GWM 16) im Südosten. Im Gewässerzentrum beträgt der Wert etwa 2,8 mNHN. Es ist zu erwarten, dass der zukünftige Seewasserspiegel etwa diese Höhe aufweisen wird (vgl. Abschn. 6.2).

Die Grundwasseramplitude in der Messstelle ‚Elisabethfehn I‘ (NLWKN) betrug im Zeitraum 2001 bis 2022 rd. 1,4 m (Mittelwert: 1,3 mNHN, Maximum: 2,01 mNHN, Minimum: 0,64 mNHN, s. Anlage 8). Es ist daher damit zu rechnen, dass der ungestörte Seewasserspiegel in einem Bereich von mind. 0,7 m über und unter dem Mittelwert schwanken kann.

Aus den Kornsummenkurven der mittels Erkundungsbohrung sowie Brunnenbohrung beprobten Sande aus der gesättigten Zone im Bereich der Abbaustätte ergeben sich nach BEYER gesättigte Wasserleitfähigkeiten ( $k_f$ ) von rd.  $6,9 \times 10^{-5}$  m/s bis  $2,3 \times 10^{-4}$  m/s (s. Anl. 7, Tab. 2). Für die im Folgenden erläuterten Berechnungen der Auswirkungen des Bodenabbaus auf das Grundwasser wird für den gesamten Einflussbereich ein mittlerer  $k_f$ -Wert von  $1,6 \times 10^{-4}$  m/s angenommen.

Der durchflusswirksame Hohlraumanteil ( $n_f$ ) des sandigen Untergrundes kann näherungsweise mit 20 % angesetzt werden. Aus der Durchlässigkeit ( $k_f$ ), dem Grundwassergefälle ( $l$ ) und dem durchflusswirksamen Hohlraumanteil ( $n_f$ ) kann die Grundwasserfließgeschwindigkeit (Abstandsgeschwindigkeit,  $v_a$ ) wie folgt berechnet werden:

$$v_a = \frac{k_f \cdot l}{n_f}$$

Für den Hauptgrundwasserleiter ergibt sich eine mittlere Abstandsgeschwindigkeit ( $v_a$ ) im ungestörten Zustand von 10 m/a ( $l = 0,04$  %,  $k_f = 1,6 \times 10^{-4}$  m/s,  $n_f = 20$  %).

Tabelle 2: Zusammenfassung Bodenart und der Durchlässigkeitsbeiwerte nach BEYER, Proben Aufschlussbohrung (B1 und B2) und Brunnenbohrung (B-GWM 16)

Rammkernsondierung	Tiefe [ m u. GOK]	Bodenart	$k_f$ [m/s]
B-GWM 16	2,8 bis 4,0	fS, ms	$6,9 \times 10^{-5}$
	4,0 bis 6,0	mS, gs*, fs'	$1,5 \times 10^{-4}$
	6,0 bis 14,0	fS, ms	$1,4 \times 10^{-4}$
	14,0 bis 17,0	mS, fs*	$1,7 \times 10^{-4}$
	18,5 bis 21,0	mS, gs*, fs'	$2,3 \times 10^{-4}$
	23,0 bis 25,5	fS, ms	$1,9 \times 10^{-4}$
Bohrung B1	1,1 bis 8,0	fS, ms	$9,7 \times 10^{-5}$
	8,0 bis 9,2	fS, ms*	$1,1 \times 10^{-4}$
	13,1 bis 16,0	fS, ms*	$1,5 \times 10^{-4}$
	20,2 bis 22,3	fS, mS, gs'	$1,6 \times 10^{-4}$
	22,3 bis 31,0	mS, fs*, gs'	$2,0 \times 10^{-4}$
	31,0 bis 34,0	mS, fs, gs'	$2,1 \times 10^{-4}$
Bohrung B2	2,1 bis 3,4	fS, ms*	$1,5 \times 10^{-4}$
	3,4 bis 15,0	fS, ms*	$1,6 \times 10^{-4}$
	15,0 bis 17,0	fS, mS	$1,7 \times 10^{-4}$
	20,0 bis 24,5	mS, fs*, gs'	$2,0 \times 10^{-4}$
	28,9 bis 34,0	fS, mS	$1,9 \times 10^{-4}$

#### 4.4 Böden

In der Bodenübersichtskarte 1:50.000 (NIBIS) ist im Bereich der Abbaustätte als Bodentyp sehr tiefes Erdhochmoor ausgewiesen. Die Böden sind jedoch land- und forstwirtschaftliche Nutzung in dem betrachteten Bereich bearbeitet worden.

## 5 Beschreibung des Abbauvorhabens

Tabelle 3 zeigt die Kenngrößen des geplanten Abbauvorhabens im Endzustand. Anlage 2 zeigt einen Lageplan mit dem geplanten Abbaugewässer.

Am betrachteten Standort existiert bereits ein Abbaugewässer mit einer Größe von etwa 28,5 ha. Die genehmigte Wasserfläche beträgt 34,9 ha. Nach der aktuell geplanten Erweiterung soll das Abbaugewässer eine Größe von rd. 58,8 ha aufweisen. Die Sohlhöhe des Gewässers soll bei  $\geq -26,0$  mNHN liegen und die maximale Wassertiefe bei der zu erwartenden Wasserspiegellhöhe (s.u.) entsprechend ca. 28,8 m aufweisen.

Der Sandabbau unter der Wasserlinie in der Erweiterungsfläche mittels Saugbagger soll vom genehmigten und bereits vorhandenen Abbaugewässer aus begonnen werden.

Der mittlere Seewasserspiegel wird gem. der in Abschnitt 6.2 erläuterten Prognose bei etwa 2,8 mNHN liegen. Die Wasserwechselzone, welche den Schwankungsbereich des Seewasserspiegels und den Bereich des Einflusses des Wellenschlages auf die Abbauböschung umfasst, wird sich näherungsweise bis 1 m über und unter dieser Seewasserspiegelhöhe erstrecken und damit zwischen 1,8 und 3,8 mNHN liegen.

Die Überwasserböschung oberhalb von 3,8 mNHN wird mit einer Böschungsneigung von ca. 1:5 ausgebildet, die Wasserwechselzone von 1,8 und 3,8 mNHN wird mit einer Böschungsneigung von  $\geq 1:5$  und die Unterwasserböschung unterhalb von 1,8 mNHN mit einer Neigung von 1:4.

Tabelle 3: Kenndaten des Abbauvorhabens gem. Planung

Größe Wasserfläche bei mittlerer Wasserspiegelhöhe		[ha]	rd. 58,8
Höhe GOK Bereich Abbaustätte		[mNHN]	3,5 bis 5
maximale Abbautiefe		[mNHN]	-26,0
zu erwartende mittlere Höhe Seewasserspiegel		[mNHN]	2,8 <sup>a</sup>
maximale Gewässertiefe bei mittlerer Seewasserspiegelhöhe		[m]	28,8
Böschungsneigung	Überwasserböschung (>3,8 mNHN)	[1: ]	ca. 5
	Wasserwechselzone (1,8 bis 3,8 mNHN)		$\geq 5$
	Unterwasserböschung (<1,8 mNHN)		4

<sup>a</sup>s. Abschn. 6.2, Schwankungsbereich etwa +/- 1 m

Die Sandgewinnung oberhalb von 1,8 mNHN soll mittels Löffelbagger, die Sandgewinnung unterhalb von 3,8 mNHN und damit unterhalb der Wasserwechselzone soll im Nassabbauverfahren mittels Saugbagger erfolgen. Das entnommene Sand-Wasser-Gemisch soll mit dem Saugbagger in ein Spülfeld gespült werden. Hier wird der Sand entwässert und das überschüssige Wasser wird in das Abbaugewässer zurückgeführt.

## 6 Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel

Im Folgenden werden die möglichen Einflüsse des geplanten Abbauvorhabens auf den Grundwasserspiegel erläutert. Die berechneten Auswirkungen beziehen sich auf den aktuellen Zustand der Fläche vor dem Nassabbaubeginn sowie auf die mittleren Grundwasserspiegelhöhen.

## 6.1 Auswirkungen auf die Wasserbilanz

### Boden- und Wasserverluste während des Abbaubetriebes

Während des Sandabbaus mittels Saugbagger wird See- und Grundwasser entnommen. Der Abbau erfolgt im Kreislaufverfahren, d.h. das zum Spülen verwendete Wasser gelangt in den Abbau zurück, während der Sand im Spülfeld entwässert wird. Im Spülverfahren können u.a. durch Verdunstung und Versickerung Spülverluste auftreten, so dass nicht die gesamte entnommene Wassermenge zurück in das Abbaugewässer gelangt.

Weiterhin muss der unter dem Grundwasserspiegel entnommene Sand durch einen Zufluss von Grundwasser ersetzt werden. Dieser sog. Matrixverlust ist einem Grundwasserverlust gleichzusetzen. Mit dem Sand wird auch das Grundwasser aus den Porenräumen des Sandes entnommen. Während der Wasseranteil in den entwässerbaren Poren im Zuge der Entwässerung im Spülfeld wieder in das Abbaugewässer zurückgeführt wird (s.o.), geht der Wasseranteil in den nicht entwässerbaren Poren verloren. Dieser Wasserverlust wird dem Matrixverlust zugerechnet.

Bei der Betrachtung möglicher Auswirkungen der mit dem Abbau verbundenen Boden- und Wasserentnahme muss zwischen einer kurzfristigen Wasserspiegelabsenkung im See bei Saugbaggerbetrieb und einer länger anhaltenden Absenkung durch den Eingriff in die Wasserbilanz des Sees (s.u.) unterschieden werden.

Bei Betrieb des Saugbaggers kommt es durch die Sand- und Wasserentnahme zu einer Absenkung des Seewasserspiegels, die stark von der Größe der bereits geschaffenen Wasserfläche abhängt. Sie ist zu Beginn des Nassabbaus in kleinen Initialgewässern sehr hoch und nimmt mit der Größe der geschaffenen Wasserfläche ab. Da im vorliegenden Fall gem. Genehmigung bei Abbau in der Erweiterungsfläche bereits ein 34,9 ha großes Gewässer vorliegen wird, sind die Grundwasserabsenkungen hier gering (s.u.).

Tabelle 4 zeigt die potenzielle verfahrensbedingte Absenkung des Grundwasserspiegels durch den Saugbaggerbetrieb. Die Absenkung wurde mit der theoretisch möglichen, maximalen täglichen Sandentnahmemenge durch einen Saugbagger von 1.500 m<sup>3</sup> (Feststoff), dem hieraus resultierenden Matrixverlust sowie der mit der Sandentnahme verbundenen Wasserentnahmemenge berechnet.

Der Matrixverlust wurde als Sandentnahmevolumen abzüglich des entwässerbaren Porenvolumens berechnet, welches mit 20 Vol.-% angesetzt worden ist. Der abbaubedingte Wasserverlust wurde aus dem Sandentnahmevolumen mit einem Feststoff-Wasser-Verhältnis von 1:3 berechnet. Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass während des Sandabbaus über einen Abbautag kein Rückfluss in das Gewässer und kein Ausgleich des Volumenverlustes durch Grundwasserzustrom stattfinden. Weiterhin wird angenommen, dass

die Absenkung am nächsten Abbautag durch Rückfluss des Wassers aus dem Spülfeld und durch Grundwasserzufluss in das Abbaugewässer wieder größtenteils ausgeglichen ist.

Tabelle 4: Potenzielle kurzfristige Grundwasserabsenkung durch Wasserentnahme während des Spülvorganges

	<b>Gemeinigtes Abbaugewässer</b>	<b>Geplantes Abbaugewässer</b>
<b>Sandentnahme</b>		
maximale Spüleistung Feststoff [m <sup>3</sup> /d]	1.500	1500
<b>Wasserverlust durch Wasserentnahme</b>		
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]	3	3
Wasserbedarf bei voller Leistung [m <sup>3</sup> /d]	4.500	4.500
<b>Wasserverlust durch Matrixverlust</b>		
entwässerbarer Porenanteil Boden [Vol.-%]	20	20
Wasserverlust durch Matrixverlust [m <sup>3</sup> ]	1.200	1.200
<b>Wasserverlust gesamt</b>		
pot. täglicher Wasserverlust gesamt [m <sup>3</sup> ]	5.700	5.700
<b>Grundwasserabsenkung während Abbaubetrieb</b>		
Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	349.000 <sup>a</sup>	588.000
max. mögliche Absenkung durch Wasserentnahme [m]	0,02	0,01

<sup>a</sup> bereits genehmigtes Abbaugewässer

Die berechnete entnahmebedingte Grundwasserabsenkung nimmt mit zunehmender Wasserfläche ab. Entsprechend beträgt sie 0,02 m für den Einsatz des Saugbaggers im genehmigten 34,9 ha großen Abbaugewässer und 0,01 m für das Abbaugewässer bei Erreichen der Gesamtwasserfläche von rd. 58,8 ha.

Die beschriebenen pot. starken kurzfristigen entnahmebedingten Auswirkungen, werden durch den Rückfluss des Wassers aus dem Spülfeld und den Grundwasserzufluss rel. schnell wieder ausgeglichen, jedoch verbleibt während des Abbaueitraums in Abhängig der Wasserbilanz des Abbaugewässers eine gewisse Restabsenkung durch Spül- und Matrixverluste.

Die jährliche Sandentnahmemenge wird voraussichtlich einen Wert von 100.000 m<sup>3</sup> nicht überschreiten. Bei einem Feststoff-Wasser-Verhältnis von 1:3 entspricht dies einer Wasserentnahme von 300.000 m<sup>3</sup>/a. Der v.a. durch Verdunstung und Versickerung hervorgerufene Spülverlust wird mit etwa 10 % angesetzt. Die Spülverluste führen so bei aktivem Sandabbaubetrieb zu einer Abnahme der Wasserbilanzsumme des Abbaugewässers von maximal etwa 30.000 m<sup>3</sup>/a (s. Tab. 5.1 und 5.2). Hinzu kommen die jährlichen, durch einen Grundwasserzufluss zu ersetzenden Matrixverluste. Diese betragen bei der genannten

jährlichen Sandentnahmemenge abzüglich des entwässerbaren Porenanteils von 20 % etwa 80.000 m<sup>3</sup>/a.

### **Verdunstung und Grundwasserneubildung**

Durch die Offenlegung des Grundwassers im Zuge des Sandabbaus ist eine Beeinflussung des Grundwasserhaushaltes zu erwarten. Zu vermuten ist, dass die Grundwasserneubildung aufgrund einer im Vergleich zum Ausgangszustand erhöhten Verdunstung von der Seeoberfläche zumindest temporär abnehmen wird.

Anlage 11 zeigt die Berechnung der Verdunstung ( $ET_a$ ) für den Ausgangszustand mit einer ackerbaulichen Nutzung der Fläche und für die Seeoberfläche. Die Berechnungen wurden gem. ATV-DVWK (2002) durchgeführt. Die Bodenparameter im effektiven Wurzelraum wurden für die überwiegend an der Oberfläche auftretenden Fein- bis Mittelsande nach BUG et al. (2020) abgeleitet. Als Klimadaten wurden dabei zum einen langjährige monatliche Mittelwerte des Niederschlages, der Lufttemperatur und der Sonnenscheindauer der Stationen des Deutschen Wetterdienstes Friesoythe-Altenoythe herangezogen (1991-2020). Zum anderen wurden die jährlichen Daten der z.T. sehr trockenen und warmen Jahre 2018 bis 2022 für die Berechnung herangezogen, um den Einfluss der Mehrverdunstung von der Seeoberfläche auf die Grundwasserneubildung in Trockenjahren zu prüfen.

Bei der Abschätzung des kapillaren Aufstiegs aus dem Grundwasser wurde entsprechend der in Abschnitt 8 erläuterten Werte für den Hauptgrundwasserleiter von einem mittleren Grundwasserflurabstand von rd. 0,8 bis 2,2 m ausgegangen. Für die vorliegende Nutzung als Grünland ergibt sich so auf Grundlage der mittleren Wetterdaten der vergangenen Jahrzehnte eine Verdunstungsrate von 561 mm/a. Bei einer Niederschlagsmenge von 778 mm/a beträgt die Grundwasserneubildungsrate entsprechend 217 mm/a. Dieser Wert liegt im Bereich der für das Untersuchungsgebiet flächenhaft mittels mGROWA22-Methode (1991 bis 2020) ermittelten Werte von rd. >50 bis 500 mm/a (NIBIS).

Die Verdunstung von einer offenen Wasserfläche beträgt auf Grundlage der mittleren Wetterdaten an dem betrachteten Standort nach ATV-DVWK (2002) 732 mm/a. Die Offenlegung des Grundwassers im Zuge des Bodenabbaus resultiert somit rechnerisch in einer Mehrverdunstungsrate von 171 mm/a (Anlage 11.1). Die Grundwasserneubildungsrate sinkt entsprechend im Mittel von 217 mm/a auf 46 mm/a. Die mittlere Mehrverdunstung von der 58,8 ha großen Gesamtwasserfläche des geplanten Abbaugewässers beträgt somit rd. 100.550 m<sup>3</sup>/a. Der Anteil der bereits genehmigten Wasserfläche von rd. 35 ha an der Mehrverdunstung macht rd. 60 % bzw. 59.700 m<sup>3</sup>/a aus.

Zur Prüfung, welchen Einfluss warme und trockene Extremjahre auf die Mehrverdunstung haben können, wurden die Verdunstungsraten vom Abbaugewässer und von den

angrenzenden Landflächen separat für die Jahre 2018 bis 2022 berechnet (Anlage 11.2 bis 11.6). Die Berechnungen ergeben, dass die Mehrverdunstung von der Wasserfläche rechnerisch im Jahr 2018 maximal war. Die Verdunstung von der Grünlandoberfläche betrug hier 494 mm/a. Die Verdunstung von der Seeoberfläche lag hier dagegen bei 922 mm/a und damit 445 mm/a über der Verdunstung von der Landoberfläche im Ausgangszustand der Fläche (s. Anlage 11.2). Rechnerisch lag damit im Jahr 2018 eine Grundwasserzehrung von -395 mm/a vor. Die mittlere Mehrverdunstung von der 58,8 ha großen Gesamtwasserfläche des geplanten Abbaugewässers beträgt für das Jahr 2018 somit rd. 260.000 m<sup>3</sup>/a. Der Anteil des bereits genehmigten Abbaugewässers liegt bei rd. 60% bzw. rd. 160.000 m<sup>3</sup>/a.

Die berechnete Mehrverdunstung von der Seeoberfläche war im Monat Mai 2018 mit 160 mm maximal. Dieser Wert liegt noch oberhalb der Mehrverdunstung, welche durch die BTU Cottbus-Senftenberg für Lausitzer Tagebaugewässer im besonders heißen Juli 2006 ermittelt worden ist (140 mm). Weiter wurde für Lausitzer Tagebaugewässer ermittelt, dass die Verdunstung von der Wasseroberfläche im Mittel etwa 50 % der Verdunstung von der Landoberfläche beträgt, in extrem trockenen Sommermonaten jedoch bis zu 400 % (WILL, 2021).

Die Berechnungen für den Bereich des Abbaugewässers und die oben aufgeführten Untersuchungen an den Lausitzer Tagebauseen zeigen, dass die Offenlegung des Grundwassers im Bereich des geplanten Nassabbaus zu einer Mehrverdunstung führen wird, welche bereits für die aktuell im Mittel herrschenden klimatischen Bedingungen nachweisbar sein wird und in heißen Trockenjahren besonders hoch ausfallen wird. Es ist möglich, dass das Ausmaß dieser Mehrverdunstung im Zuge des Klimawandels zukünftig höher ausfallen wird als unter den aktuell herrschenden Bedingungen.

Bei der Prognose der Auswirkungen dieser Mehrverdunstung auf die an das Abbaugewässer angrenzenden Flächen ist jedoch zu beachten, dass sich mit hoher Wahrscheinlichkeit im Zuge des Klimawandels in der betrachteten Region trockene Perioden mit sehr niederschlagsreichen Perioden abwechseln werden. Mit zunehmendem Abstand vom Abbaugewässer werden sich aber relevante Grundwasserabsenkungen nur aus dauerhaften Absenkungen des Seewasserspiegels durch die Mehrverdunstung ergeben. Weiterhin ist zu beachten, dass in Niederungsgebieten wie dem betrachteten Abbaugewässersgebiet ein großer Teil der Grundwasserneubildung im Zuge der Drainierung der Flächen durch Entwässerungsgräben abgeführt wird. Eine Verringerung der Grundwasserneubildung führt hier daher nicht zwangsläufig zu einer messbaren Grundwasserabsenkung.

Daten aus dem Grundwassermonitoring an den vorhandenen Abbaugewässern in der betrachteten Region zeigen, dass selbst die sehr hohe Mehrverdunstung in den Trockenjahren nach 2018 nicht zu einem nachhaltigen oder gar anhaltenden Absinken der

Seewasserspiegelhöhen und der Grundwasserspiegelhöhen an den Gewässern geführt hat. Dies ist auf einen Ausgleich der Mehrverdunstung im Abbaugewässer durch Niederschläge in den Wintermonaten und durch einen Grundwasserzufluss bei immer noch vorhandener Grundwasserneubildung in den Einzugsgebieten der Gewässer zu erklären. Zudem hat die Mehrverdunstung hier vermutlich vor allem den Wasserüberschuss reduziert, welcher ansonsten im Winterhalbjahr durch die Entwässerungssysteme abgeführt worden wäre.

Eine Prognose der im Zuge des Klimawandels zu erwartende Entwicklung der Grundwasserneubildung kann im NIBIS-Kartenserver des LBEG eingesehen werden. Hier wird für die betrachtete Region im Zuge des Klimawandels („Kein Klimaschutz“-Szenario (RCP8.5)) im Vergleich zum Zeitraum 1971-2000 eine mittlere jährliche Verringerung der klimatischen Wasserbilanz um -16 mm (Bandbreite: -120 bis +25 mm, Zeitraum 2021-2050) bzw. -33 mm (Bandbreite: -113 bis +60 mm, Zeitraum 2071-2100) angegeben. Entsprechend würde die klimatische Wasserbilanz im Mittel hier jährlich immer noch einen Überschuss von +191 mm (Bandbreite: +87 bis +232 mm, Zeitraum 2021-2050) bzw. +129 mm (Bandbreite: +49 bis +222 mm, Zeitraum 2071-2100) aufweisen. Diese Prognosedaten legen nahe, dass auch in Zukunft im Mittel die Grundwasserneubildung die Mehrverdunstung im Abbaugewässer ausgleichen wird.

Die Entnahme von Sand aus dem Grundwasserleiter führt dazu, dass mehr Wasser in der Landschaft zwischengespeichert wird, als in dem Porengrundwasserleiter aus Sand. Letzter weist etwa ein wirksames Gesamtporenvolumen von 40 % auf. Durch die Sandentnahme erhöht sich das je Volumeneinheit zwischengespeicherte Wasservolumen um das 2,5fache auf 100 %. Gleichzeitig führt die Verdunstung im Boden bzw. im Porengrundwasserleiter mit dem o.g. Porenvolumen zu einer Abnahme des Grundwasserspiegels, die bei gleicher Verdunstungsrate etwa 2,5fach über dem Absinken des Wasserspiegels in einem Gewässer liegen sollte. Die für das Extremjahr 2018 berechnete Verdunstung von der Grünlandoberfläche von 494 mm/a sollte daher eine Grundwasserabsenkung hervorrufen, die über der Wasserspiegelabsenkung im See bei der für 2018 berechneten Verdunstung von der Seeoberfläche von 922 mm/a liegt (s.o.). Daher wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Mehrverdunstung auch unter Berücksichtigung des Klimawandels nicht zu einer nachhaltigen Absenkung des Grundwasserspiegels am Abbaugewässer führen wird (s. Abschnitt 6.3).

### **Grundwasserzustrom**

Das Grundwassereinzugsgebiet der geplanten Abbaufäche wird über die Einzugsgebietsbreite kann nach LFU (2004) aus der Seefläche und dem Verhältnis zwischen Breite und Länge des Abbaugewässers abgeleitet. Bei den geplanten Abmessungen des

Abbaugewässers (Seefläche: 58,8 ha, Seebreite: 750 m, Seelänge: 730 m, bezogen jeweils auf die Wasserlinie bei mittlerem Seewasserspiegel von 2,8 mNHN) ergibt sich theoretisch eine Einzugsgebietsbreite von dem 2,2-fachen der Seebreite. Dies entspricht rd. 1.650 m (s. Plan Einzugsgebiet, Anlage 10).

Die Abschätzung der Länge des Grundwassereinzugsgebiet der geplanten Abbaufäche, ergibt sich aus dem großräumigen Grundwassergleichenplan (Unterlage 3, NIBIS-Kartenserver). Das abgeleitete und in Anlage 10 dargestellte Einzugsgebiet weist eine Größe von etwa 7 km<sup>2</sup> auf. Aus der mindestens zu erwartenden Grundwasserneubildungsrate von 250 mm/a (s. Abschn. 4.1) ergibt sich eine dem Abbaugewässer zuströmende Grundwasserneubildung von rd. 1.750.000 m<sup>3</sup>/a. Im Zuge des Klimawandels könnte sich dieser Wert noch um etwa rd. 210.000 m<sup>3</sup>/a auf rd. 1.519.000 m<sup>3</sup>/a verringern (Abnahme Wasserbilanz: <-33 mm/a, s.o.).

### **Wasserbilanz**

Tabelle 5 fasst die Wasserbilanzverluste durch den Sandabbau zusammen. Dargestellt sind die Verluste durch die Mehrverdunstung von der Seeoberfläche und die Wasserverluste aufgrund der Sandentnahme. Angesetzt bei den Betrachtungen wurde die Wasserfläche des bereits genehmigten Abbausees von rd. 349.000 m<sup>2</sup> (Tab. 5.1 und 5.3) und das geplante Gesamtgewässer mit einer Wasserfläche von rd. 588.000 m<sup>2</sup> (Tab. 5.2 und 5.4).

Bei einer angenommenen Sandentnahme von 100.000 m<sup>3</sup>/a und einer mittleren Mehrverdunstung entsprechend der aktuellen Wetterdaten (1991-2020) beträgt der durch die Abbaumaßnahme verursachte maximale Wasserverlust des genehmigten Sees rd. 169.676 m<sup>3</sup>/a (s. Tab. 5.1) und des geplanten Gesamtgewässers rd. 210.548 m<sup>3</sup>/a (s. Tab. 5.2). Bei einer auf Grundlage der Wetterdaten des Trockenjahres 2018 berechneten Mehrverdunstung erhöht sich der Wasserverlust für das genehmigte Gewässer auf rd. 259.721 m<sup>3</sup>/a (s. Tab. 5.3) und für das geplante Gewässer auf 362.252 m<sup>3</sup>/a (s. Tab. 5.4). Nach Beendigung der Abbautätigkeiten verbleibt die mittlere Mehrverdunstung für das genehmigte Abbaugewässer von 59.679 m<sup>3</sup>/a (Wetterdaten 1991-2020), welche in Trockenjahren auf etwa 149.809 m<sup>3</sup>/a ansteigen kann (Wetterdaten 2018). Für das geplante Gesamtgewässer liegt die mittlere Mehrverdunstung bei etwa 100.548 m<sup>3</sup>/a (Wetterdaten 1991-2020), in Trockenjahren kann diese auf etwa 252.252 m<sup>3</sup>/a ansteigen (Wetterdaten 2018).

Die Summe der Wasserverluste während der Abbautätigkeit liegt unterhalb der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet von etwa 1.750.000 m<sup>3</sup>/a (aktuelle mittlere Wetterdaten) bzw. 1.519.000 m<sup>3</sup>/a (Prognose 2071-2100).

Der nach Beendigung der Abbautätigkeit verbleibende Wasserverlust für das geplante Gesamtbaugewässer liegt bei einer Mehrverdunstung von rd. 100.550 m<sup>3</sup>/a (Wetterdaten

1991-2020) bzw. 259.809 m<sup>3</sup>/a (Wetterdaten 2018) voraussichtlich bei etwa 6 bis 15 % der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet.

Insgesamt ist auf Grundlage der Berechnungen davon auszugehen, dass auch unter Berücksichtigung aktueller Prognosen zu den zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels in der betrachteten Region die abbaubedingten Wasserverluste im Mittel durch die Grundwasserneubildung wieder ausgeglichen werden. Nachhaltige oder gar anhaltende Grundwasserspiegelabsenkungen aufgrund der Mehrverdunstung sind daher als unwahrscheinlich zu bewerten. In extremen Trockenjahren kann es möglicherweise dennoch temporär zu einer Abnahme des Seewasserspiegels und des Grundwasserspiegels im direkten Umfeld des Abbaugewässers kommen. Diese werden durch den Ansatz der Mehrverdunstung des Trockenjahres 2018 als Grundwasserabsenkung berücksichtigt (s.o. und Abschnitt 6.3).

Tabelle 5.1: Zusammenfassung Wasserbilanzverluste - genehmigtes Gewässer  
(Wetterdaten 1991-2020)

	aktiver Abbau, max. Abbaufäche	nach Beendigung Abbau
<b>Wasserverlust durch Mehrverdunstung</b>		
Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	349.000	349.000
Mehrverdunstung [mm/a]	171	171
Grundwasserneubildung [m <sup>3</sup> /a]	-59.679	-59.679
<b>Wasserverlust durch Sand- und Wasserentnahme</b>		
maximale Entnahme Sand Feststoff [m <sup>3</sup> /a]	-100.000	-
<b>Wasserverlust durch Wasserentnahme</b>		
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]	3	-
maximale Wasserentnahme [m <sup>3</sup> /a]	-300.000	-
Spülverluste	[%]	10
	[m <sup>3</sup> /a]	-30.000
<b>Wasserverlust durch Matrixverlust</b>		
entwässerbarer Porenanteil Boden [Vol.-%]	20	-
Wasserverlust durch Matrixverlust [m <sup>3</sup> ]	-80.000	-
<b>Summe Verluste [m<sup>3</sup>/a]</b>		
	<b>-169.679</b>	<b>-59.679</b>

Tabelle 5.2: Zusammenfassung Wasserbilanzverluste - geplantes Gewässer  
(Wetterdaten 1991-2020)

	aktiver Abbau, max. Abbaufläche	nach Beendigung Abbau
<b>Wasserverlust durch Mehrverdunstung</b>		
Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	588.000	588.000
Mehrverdunstung [mm/a]	171	171
Grundwasserneubildung [m <sup>3</sup> /a]	-100.548	-100.548
<b>Wasserverlust durch Sand- und Wasserentnahme</b>		
maximale Entnahme Sand Feststoff [m <sup>3</sup> /a]	-100.000	-
<b>Wasserverlust durch Wasserentnahme</b>		
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]	3	-
maximale Wasserentnahme [m <sup>3</sup> /a]	-300.000	-
Spülverluste	[%]	10
	[m <sup>3</sup> /a]	-30.000
<b>Wasserverlust durch Matrixverlust</b>		
entwässerbarer Porenanteil Boden [Vol.-%]	20	-
Wasserverlust durch Matrixverlust [m <sup>3</sup> ]	-80.000	-
<b>Summe Verluste [m<sup>3</sup>/a]</b>		
	<b>-210.548</b>	<b>-100.548</b>

Tabelle 5.3: Zusammenfassung Wasserbilanzverluste - genehmigtes Gewässer  
(Wetterdaten 2018)

	aktiver Abbau, max. Abbaufläche	nach Beendigung Abbau
<b>Wasserverlust durch Mehrverdunstung</b>		
Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	349.000	349.000
Mehrverdunstung [mm/a]	429	429
Grundwasserneubildung [m <sup>3</sup> /a]	-149.721	-149.721
<b>Wasserverlust durch Sand- und Wasserentnahme</b>		
maximale Entnahme Sand Feststoff [m <sup>3</sup> /a]	-100.000	-
<b>Wasserverlust durch Wasserentnahme</b>		
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]	3	-
maximale Wasserentnahme [m <sup>3</sup> /a]	-300.000	-
Spülverluste	[%]	10
	[m <sup>3</sup> /a]	-30.000
<b>Wasserverlust durch Matrixverlust</b>		
entwässerbarer Porenanteil Boden [Vol.-%]	20	-
Wasserverlust durch Matrixverlust [m <sup>3</sup> ]	-80.000	-

	aktiver Abbau, max. Abbaufäche	nach Beendigung Abbau
<b>Summe Verluste [m³/a]</b>	<b>-259.721</b>	<b>-149.721</b>

Tabelle 5.4: Zusammenfassung Wasserbilanzverluste - geplantes Gewässer  
(Wetterdaten 2018)

	aktiver Abbau, max. Abbaufäche	nach Beendigung Abbau
<b>Wasserverlust durch Mehrverdunstung</b>		
Wasserfläche [m²]	588.000	588.000
Mehrverdunstung [mm/a]	429	429
Grundwasserneubildung [m³/a]	-252.252	-252.252
<b>Wasserverlust durch Sand- und Wasserentnahme</b>		
maximale Entnahme Sand Feststoff [m³/a]	-100.000	-
<b>Wasserverlust durch Wasserentnahme</b>		
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]	3	-
maximale Wasserentnahme [m³/a]	-300.000	-
Spülverluste	[%]	10
	[m³/a]	-30.000
<b>Wasserverlust durch Matrixverlust</b>		
entwässerbarer Porenanteil Boden [Vol.-%]	20	-
Wasserverlust durch Matrixverlust [m³]	-80.000	-
<b>Summe Verluste [m³/a]</b>	<b>-362.252</b>	<b>-252.252</b>

## 6.2 Auswirkungen durch horizontale Einregelung

Mit der Freilegung des Grundwassers im Bereich des Bodenabbaus geht eine Abnahme des jetzigen Grundwassergefälles bis hin zu einem annähernd horizontalen Wasserspiegel einher (KOHM 1980, WROBEL 1980 a, b, Abb. 2). Diese horizontale Einregelung tritt erst nach vollständiger Freilegung der Wasseroberfläche in vollem Ausmaß auf.

Die horizontale Einregelung der Wasseroberfläche im Abbaugewässer bewirkt Grundwasserstandsänderungen sowohl an der Anstromseite (Grundwasserabsenkung) als auch an der Abstromseite (Grundwasseraufhöhung).



Gewässers liegt bei 0,3 m.

Tabelle 6: Aufgrund horizontaler Einregelung prognostizierte Seewasserspiegelhöhe und korrespondierende Änderung des Grundwasserspiegels im An- und Abstrombereich des Hauptgrundwasserleiters

Variante	Bereich	ungestörte mittlere Höhe Grundwasserspiegel [mNHN] <sup>a</sup>	prognostizierte mittlere Höhe Seewasserspiegel [mNHN]	Änderung Grundwasserspiegel [m]
keine Kolmation	Anstrom	2,95	2,80	-0,15
	Abstrom	2,65		+0,15
Kolmation des abstromseitigen Ufers	Anstrom	2,95	2,95	+/- 0
	Abstrom	2,65		+0,30

<sup>a</sup> Anstrom: maximaler Wert, Abstrom: minimaler Wert

### 6.3 Insgesamt zu erwartende Änderungen des Grundwasserspiegels und Reichweiten

Tabelle 7 zeigt die zu erwartenden Änderungen des Grundwasserspiegels und ihre berechneten Reichweiten für den bereits genehmigten Zustand des Abbaugewässers (Tab. 7.1) bzw. den geplanten Endzustand des Abbaugewässers (Tab. 7.2).

Die Reichweite der Grundwasserstandsänderungen wird mit folgenden Formeln berechnet:

**a) SICHARDT (1928) (Reichweitenbestimmung von Vertikalbrunnen):**

$$R = 3000 \cdot h \cdot \sqrt{k_f}$$

**b) KUSAKIN (1977) (zitiert in HÖLTING, 1996):**

$$R = 575 \cdot h \cdot \sqrt{k_f \cdot M}$$

**c) LÜBBE (1977)**

$$R = 10000 \cdot h \cdot \sqrt{k_f}$$

**d) WROBEL (1980):**

$$R = 1500 \cdot h \cdot \sqrt{k_f \cdot \log B}$$

**e) SICHARDT, modifiziert nach WROBEL (1980) für Abbaugewässer, R<sub>90</sub>:**

$$R_{90} = 650 \cdot h \cdot \sqrt{k_f \cdot \log B}$$

mit:

R	Reichweite [m]
R <sub>90</sub>	Reichweite, in der 90 % der Grundwasserstandsänderung abgeklungen sind [m]
h	Absenkung bzw. Aufhöhung des Grundwasserspiegels [m]
k <sub>f</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
B	Breite des Gewässers am oberstromigen Ufer [m]
M	Grundwassermächtigkeit [m]

Im Folgenden werden die Grundwasserspiegeländerungen und die Reichweiten für das geplante Abbaugewässer aus Tabelle 7.2 erläutert. Die Angaben für das genehmigte Gewässer in Tabelle 8.1 dienen zum Vergleich mit den bereits vorliegenden Änderungen.

Bei der Berechnung der Reichweiten der langfristigen Grundwasserstandsänderungen wurde wie in den vorgehenden Abschnitten erläutert allein die Änderung durch Sandentnahme, die horizontale Einregelung des Seewasserspiegels und die pot. Kolmation des abstromseitigen Ufers berücksichtigt. Bei der Berechnung der möglichen Grundwasseraufhöhung im Abstrom des Abbaugewässers blieb die Absenkung durch die Sandentnahme auf der sicheren Seite liegend unberücksichtigt.

Maximale Absenkungen und Absenkungsreichweiten ergeben sich während des aktiven Sandabbaus bei annähernd vollständig hergestelltem Abbaugewässer. Hier kumulieren sich die Grundwasserabsenkung aufgrund der horizontalen Einregelung und die Absenkung des Seewasserspiegels durch die Sandentnahme (s. Tab. 7). Letztere nimmt hier jedoch aufgrund der Gewässergröße vernachlässigbare Werte an. Die maximale Reichweite ergibt sich in diesem Stadium bei der Berechnung nach LÜBBE (Formel c) mit 74 m bei einer Absenkung von insgesamt 0,59 m. Die Reichweite nach der optimierten Formel von WROBEL (Formel d) beträgt dagegen nur 32 m, die Reichweite, bis zu der die Absenkung nach WROBEL wieder auf 90 % und damit auf  $\leq 0,06$  m abgeklungen ist (Formel e), 14 m.

Maximale Aufhöhungen des Grundwasserspiegels im Abstrom ergeben sich bei einer Kolmation der abstromseitigen Böschung und Sohle des Abbaugewässers. Hierbei ist eine maximale Aufhöhung des Grundwasserspiegels um 0,30 m zu erwarten. Diese hat nach LÜBBE eine Reichweite von 38 m. Nach WROBEL ergibt sich dagegen eine Reichweite von 16 m sowie eine Reichweite, bis zu der die Absenkung wieder auf 90 % und damit vernachlässigbar abgeklungen ist, von 7 m.

Die Reichweiten der prognostizierten maximalen Absenkungen bzw. Aufhöhungen des Grundwasserspiegels, welche sich für das geplante Abbaugewässer inkl. Erweiterung ergeben, sind im Lageplan in Anlage 2 dargestellt. Ausgewählt wurden die nach der Methode von LÜBBE ermittelten maximalen Reichweiten sowie im Anstrombereich die Reichweiten nach

WROBEL, bis zu der die Absenkung wieder auf 90 % abgeklungen ist. Die dargestellten Reichweiten der maximal zu erwartenden Grundwasserabsenkung nach LÜBBE reichen nicht in relevantem Umfang über das Grundstück der Abbaustätte hinaus. Im Westen des Abbaus werden die prognostizierten Grundwasserabsenkungen zudem größtenteils schon durch das genehmigte Abbaugewässer hervorgerufen.

Die maximal zu erwartende Grundwasseraufhöhung im Grundwasserabstrom reicht geringfügig über die Abbaustätte hinaus. Zudem liegt die Grundwasseraufhöhung deutlich unterhalb 0,2 m und ist damit vernachlässigbar.

Es ist anzumerken, dass die Formel nach LÜBBE anders als die optimierte Formel nach WROBEL bei der Berechnung der Reichweite die Größe des Abbaugewässers nicht berücksichtigt. Es ist daher möglich, dass bei dem vorliegenden Abbaugewässer die Reichweite bei der Ableitung nach LÜBBE überschätzt wird. Dies bestätigen im Rahmen des Grundwassermonitorings an Abbaugewässern in der betrachteten Region ermittelte Absenkungsreichweiten.

Tabelle 7.1: Berechnete Reichweite der Grundwasserspiegeländerungen – genehmigtes Gewässer

Situation	Bereich	Länge des Gewässers in Richtung des Grundwassergefälles [m]	Breite des Gewässers am oberstromigen Ufer [m]	$k_r$ [m/s]	ungestörtes Potenzialgefälle Grundwasser [%]	Grundwasser-mächtigkeit [m]	Änderung Grundwasserspiegelhöhe [m]				Methode	Reichweite [m]
							durch horizontale Einregelung	durch Mehrverdunstung	durch Sandentnahme	gesamt		
während Abbau	Anstrom	540	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	-0,11	-	-0,01	-0,12	a)	4
											b)	9
											c)	15
											d)	6
											e)	3
nach Abbau, ohne Kolmation	Anstrom	540	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	-0,11	-	-	-0,11	a)	4
											b)	8
											c)	14
											d)	6
	Abstrom		750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	0,11	-	-	0,11	a)	4
											b)	8
											c)	14
											d)	6
nach Abbau, mit Kolmation	Abstrom	540	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	0,22	-	-	0,22	a)	8
											b)	16
											c)	28
											d)	12
											e)	5

Tabelle 7.2: Berechnete Reichweite der Grundwasserspiegeländerungen – geplantes Gewässer

Situation	Bereich	Länge des Gewässers in Richtung des Grundwassergefälles [m]	Breite des Gewässers am oberstromigen Ufer [m]	$k_f$ [m/s]	ungestörtes Potenzialgefälle Grundwasser [%]	Grundwasser-mächtigkeit [m]	Änderung Grundwasserspiegelhöhe [m]				Methode	Reichweite [m]
							durch horizontale Einregelung	durch Mehrverdunstung	durch Sandentnahme	gesamt		
während Abbau	Anstrom	730	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	-0,15	-	-0,01	-0,16	a)	6
											b)	11
											c)	20
											d)	9
											e)	4
nach Abbau, ohne Kolmation	Anstrom	730	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	-0,15	-	-	-0,15	a)	6
											b)	11
											c)	18
											d)	8
											e)	3
	Abstrom	730	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	0,15	-	-	0,15	a)	6
											b)	11
											c)	18
											d)	8
											e)	3
nach Abbau, mit Kolmation	Abstrom	730	750	$1,6 \times 10^{-4}$	0,04	100	0,30	-	-	0,30	a)	11
											b)	22
											c)	38
											d)	16
											e)	7

## 7 Prognostizierte Grundwasserflurabstände

Tabelle 8 zeigt die aktuellen und die auf Grundlage der prognostizierten mittleren Seewasserspiegelhöhe nach Beendigung der Abbautätigkeiten abgeleiteten mittleren Grundwasserflurabstände in Ufernähe des Abbaugewässers. Bei den angegebenen Werten ist zu beachten, dass mit einer Amplitude des Seewasser- bzw. Grundwasserspiegels von bis etwa +/- 1 m gerechnet werden muss (vgl. Abschn. 4.3).

Die aktuellen mittleren Grundwasserflurabstände liegen im Abstrom des geplanten Abbaugewässers zwischen etwa 1,2 und 2,2 m. Die Grundwasserflurabstände sind hier im Westen in Ufernähe bereits durch das genehmigte und zu großen Teilen hergestellte Abbaugewässer beeinflusst. Durch die Erweiterung des Sees werden sich die Werte hier maximal nur noch um wenige cm verringern. Bei einer Kolmation des abstromseitigen Ufers und der Sohle des Abbaugewässers würde eine Verringerung der Grundwasserflurabstände im Abstrom um bis zu 0,30 m auftreten. Eine relevante Aufhöhung des Grundwasserspiegels außerhalb der Abbaustätte ist jedoch nicht zu erwarten.

Im Anstrom des Abbaugewässers liegen aktuell mittlere Grundwasserflurabstände zwischen etwa 1,1 und 1,4 m vor. Die Werte können sich durch die Abbaumaßnahme in Normaljahren auf 1,4 bis 1,7 m erhöhen. In Trockenjahren ist temporär auch eine Erhöhung der Grundwasserflurabstände bis auf Werte zwischen 1,8 und 2,1 m möglich. Auch im Abstrom können sich die Flurabstände in solchen Jahren erhöhen. Bei einer Kolmation des abstromseitigen Ufers und der Sohle des Abbaugewässers würde diese Erhöhung der Grundwasserflurabstände wieder teilweise aufgehoben.

In den von einer Grundwasserabsenkung durch das Abbaugewässer betroffenen Bereichen wird es z.T. zu einer Verringerung des kapillaren Aufstiegs aus dem Grundwasser in die effektive Durchwurzelungszone kommen. In dem betrachteten Gebiet ist die maximale effektive Durchwurzelungstiefe bei alten Baumbeständen (> 45-100 Jahre) zu erwarten. Sie beträgt in Gebieten mit einem Niederschlag von >750 mm/a in sandigen Böden nach BUG et al. (2020) 1,5 m. Bei den vorliegenden Feinsanden beträgt der Abstand zwischen Grundwasserspiegel und effektiver Durchwurzelungstiefe, bei welchem der kapillare Aufstieg von Grundwasser in extremen Trockenjahren noch zu einer Notversorgung der Vegetation beiträgt ( $kh_{\min}$ ), nach BUG et al. (2020) 1,4 m. Der zu erwartende Grenzflurabstand, bis zu dem das Grundwasser noch zur Wasserversorgung beiträgt, beträgt bei alten Baumbeständen am betrachteten Standort somit 2,9 m.

Bei den vorliegenden Grundwasserflurabständen ist entsprechend nicht auszuschließen, dass es bei Grundwasserabsenkungen zu einer Verringerung der Wasserversorgung der Baumbestände kommt, welche sich in einer Entfernung von etwa 10 bis 20 m südlich und

östlich des Abbaugewässers befinden.

Im Süden des bereits genehmigten Abbaus werden die prognostizierte Grundwasserabsenkung und der damit einhergehende Einfluss auf die Wasserversorgung der Baumbestände jedoch bereits größtenteils durch das vorhandene Gewässer hervorgerufen. Der Einfluss erhöht sich hier durch die geplante Erweiterung nicht in relevantem Umfang. In den anderen Bereichen liegt die zu erwartende abbaubedingte Grundwasserabsenkung ebenfalls bei <0,20 m und wird daher kaum nachweisbar sein.

Tabelle 8: Grundwasserflurabstand – aktuelle Werte und prognostizierte Werte nach Herstellung des Abbaugewässers

	Variante 1: ohne Kolmation	Variante 2: Kolmation des abstromseitigen Ufers
<b>Abstrom, Grundwasseraufhöhung</b>		
Geländehöhe [mNHN]	4 bis 5	
Höhe Grundwasserspiegel [mNHN]		
Ausgangszustand <sup>a</sup>	2,8	
nach Herstellung Abbaugewässer <sup>b</sup>	2,8	2,95
Grundwasserflurabstand [m]		
Ausgangszustand	1,2 bis 2,2 <sup>a</sup>	
nach Herstellung Abbaugewässer	1,2 bis 2,2	1,1 bis 2,1
<b>Anstrom, Bereich Grundwasserabsenkung</b>		
Geländehöhe [mNHN]	4,2 bis 4,5	
Höhe Grundwasserspiegel [mNHN]		
Ausgangszustand <sup>a</sup>	2,96 bis 3,08	
nach Herstellung Abbaugewässer <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	2,95
Grundwasserflurabstand [m]		
Ausgangszustand	1,1 bis 1,5	
nach Herstellung Abbaugewässer	1,4 bis 1,7	1,3 bis 1,5

<sup>a</sup> Grundwasserspiegelhöhe ist bereits z.T. beeinflusst aufgrund des genehmigten Gewässers

<sup>b</sup> prognostizierter mittlerer Seewasserspiegel

## 8 Auswirkungen auf die Grundwasserqualität

Eine Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit ist zum einen aufgrund des direkten Eintrages von Nähr- und Schadstoffen in den offengelegten Bereichen möglich. Zum anderen können biologische und chemische Prozesse im Laufe der Gewässerentwicklung einen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit haben. Verringert werden kann eine wechselseitige Beeinflussung von Abbaugewässer und Grundwasser durch den Prozess der Selbstabdichtung (Kolmation), der verstärkt am abstromseitigen Ufer und an der

Gewässersohle auftritt.

Die chemische und ökologische Entwicklung in einem neu angelegten Stillgewässer ist verschiedentlich beschrieben worden (BANOUB 1980, HAMM 1975, 1998, SCHMITZ 1980, WACHS 1975, ZIMMERMANN 1991) und verläuft im Wesentlichen in folgenden Schritten:

In dem neu entstandenen Gewässer breiten sich schwebende Algen aus, welche Biomasse aus anorganischen Stoffen unter Ausnutzung der Lichtenergie produzieren (Photosynthese). Auf dieser Nahrungsgrundlage bilden sich langfristig aquatische Lebensgemeinschaften (Zooplankton, am Grund lebende Pflanzen, Kleinkrebse, später Fische und Wasservögel). Diese verbrauchen die produzierte Biomasse; ihre Ausscheidungen werden von Pilzen und Bakterien abgebaut (mineralisiert).

Typisch für die Entwicklung eines Stillgewässers ist eine jahreszeitlich wechselnde Schichtung hinsichtlich Temperatur, Sauerstoffsättigung und Leitfähigkeit. Die Schichtung ist im Sommer stark ausgeprägt, wenn sich die sauerstoffreiche, 4 bis 10 m starke Oberflächenschicht (Nährschicht/Epilimnion) erwärmt. Diese wird durch eine Zwischenschicht (Sprungschicht/Metalimnion) von der sauerstoffarmen, kühleren Tiefenschicht (Zehrschicht/Hypolimnion) getrennt. Im Herbst klingt die Schichtung durch Absinken des erkaltenden Oberflächenwassers ab, im Winter verliert sie vollständig ihre Wirksamkeit. In Abhängigkeit der Gewässermorphologie kann es zur Ausbildung von Tiefenbereichen kommen, die nicht von dieser Durchmischung erfasst werden. Man spricht von einer Meromixis (s.u.).

Unabhängig von der Schichtung kommt es langfristig zu einer Nährstoffanreicherung im Wasserkörper durch Zufuhr u.a. von Stickstoff (N), Phosphor (P) und organischer Substanz (Eutrophierung). Die Zufuhr erfolgt durch Oberflächenwasser-Eintrag sowie die trockene und nasse, luftbürtige Deposition. Die Eutrophierung ist mit verstärkter Entwicklung von pflanzlichen Schwebeteilchen (Phytoplankton, Wasserblüten) und höheren Wasserpflanzen (Verkrautung) sowie mit Anstieg des chemischen und biochemischen Sauerstoffbedarfs (CSB, BSB) verbunden. Dabei werden langfristig mehrere Trophiestufen (‚nährstoffarm‘ bis ‚nährstoffüberfrachtet‘) durchlaufen.

Im Zuge der Eutrophierung sinkt der Sauerstoffgehalt und es kann zur Ausbildung anaerober (sauerstofffreier) Zonen kommen. Dieses gilt vor allem für durchmischungsfreie Perioden oder durchmischungsfreie Tiefenbereiche. Bei ehemals nitratbelasteten Grundwässern kann es dabei mit abnehmendem Sauerstoffgehalt und steigender Verfügbarkeit von organischer Substanz zum Nitratabbau durch Reduktion (Denitrifikation) kommen. Gleichzeitig tritt Ammonium als vorwiegende Stickstoffform auf. Phosphor wird durch reduktive Prozesse am Gewässergrund in Lösung gebracht.

Bei großer Tiefe des Baggersees kann es zur Ausbildung durchmischungsfreier Zonen, der

sogenannten Meromixis, kommen. Tiefere Bereiche des Baggersees werden dabei nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt, so dass es zu negativen Auswirkungen auf die chemische Qualität des Oberflächen-, aber auch des Grundwassers durch anaerobe Prozesse kommen kann.

Die Gefahr einer Meromixis kann durch die ‚Reduzierte Tiefe‘ beschrieben werden. Die Formel beschreibt das Verhältnis der maximalen Tiefe eines Sees zur 4. Wurzel der Seefläche:

$$\text{Reduzierte Tiefe} = \frac{T_{\max}}{\sqrt[4]{A_0}}$$

mit:

$T_{\max}$  = maximale Wassertiefe des Sees [m]

$A_0$  = Seeoberfläche [m<sup>2</sup>]

Die Einstufung der Meromixisgefahr erfolgt nach der ‚Reduzierten Tiefe‘ differenziert in gering (<1,5), mittel (1,5 – 2,0) und hoch (>2,0) (LUBW 2005). Hohe Werte treten häufig bei kleinflächigen, tiefen Baggerseen auf.

Die maximale Wassertiefe des geplanten Abbaugewässers wird etwa 28,8 m betragen, die Oberfläche des Abbaugewässers rd. 58,8 ha (s. Tab. 4). Daraus resultiert eine reduzierte Tiefe von 1,0. Das Auftreten durchmischungsfreier Bereiche und somit meromiktischer Verhältnisse ist demnach nach LUBW (2005) als ‚gering‘ zu bewerten. Es ist kein relevanter negativer Einfluss auf das Grundwasser durch anaerobe Prozesse im Gewässer zu erwarten. Dies ist im Rahmen der Beweissicherung (s. Abschn. 11) zu prüfen.

Der ursprünglich im Bereich der Abbaustätte an der Oberfläche anstehende Torf wird vollständig aus dem Bereich des Abbaugewässers und des Ufers entfernt. So wird verhindert, dass es zu einem direkten Kontakt zwischen Seewasser und Torf und zu einem Eintrag organischer Substanz in das Gewässer kommt.

Um einen Direkteintrag von Schadstoffen in das Abbaugewässer bzw. das Grundwasser zu verhindern, sind bei der Organisation der Betriebsabläufe im Bereich der technischen Anlagen betriebliche und technische Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Einkapselung oder Abdichtung von Behältern und Lagerplätzen für wassergefährdende Stoffe gegen den Untergrund
- Bevorratung wassergefährdender Stoffe nur nach Bedarf für einen begrenzten Zeitraum
- Geräte für Sofortmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen vorhalten (Pumpen, Absaugvorrichtungen, Ölbinder).

## 9 Auswirkungen auf Oberflächengewässer

Im maximal zu erwartenden Bereich einer abbaubedingten Absenkung des Grundwassers befindet sich südlich des genehmigten Bodenabbaus das Abbaugewässer der Fa. Bußmann (s. Abschn. 6.3, Lageplan Anlage 2). Der Abstand zwischen diesen beiden Gewässern wird auch zukünftig mindestens etwa 60 m betragen. Die Berechnungen in Abschnitt 6 lassen aufgrund der Standortverhältnisse nicht erwarten, dass es zu einer Überlappung der durch die beiden Gewässer hervorgerufenen relevanten Grundwasserspiegeländerungen um  $>0,20$  m kommen wird. Der Grund hierfür ist vor allem das geringe Potenzialgefälle im örtlichen Grundwasserleiter und die damit einhergehende geringe Grundwasserspiegeländerung aufgrund der horizontalen Einregelung des Wasserspiegels. Eine relevante gegenseitige Beeinflussung der beiden Gewässer ist daher insgesamt nicht zu erwarten.

Im maximal zu erwartenden Bereich einer abbaubedingten Aufhöhung des Grundwassers befinden sich Entwässerungsgräben. Hierbei handelt es sich um den Tedergraben im Süden des Abbaugewässers und um den Tafelbrettgraben im Norden der Abbauerweiterung. Weiterhin verliefen im ursprünglichen Zustand der Erweiterungsfläche kleinere Gräben durch die Fläche. Diese Gräben sowie der Tafelbrettgraben weisen bzw. wiesen im Bereich der Abbaustätte Sohlhöhen von  $>2,8$  mNHN auf. Sie führen bzw. führten bei mittleren Grundwasserständen somit kein bzw. kaum Grundwasser ab und dienten vornehmlich der Abführung des Moorwassers und Oberflächenwassers. Im weiteren Verlauf des Tafelbrettgrabens nordöstlich der Abbaustätte nimmt die Sohlhöhe des Tafelbrettgrabens jedoch ab, so dass hier von einem Anschnitt des Grundwasserleiters auszugehen ist. Aufgrund der eher geringen zu erwartenden Grundwasserspiegeländerungen ist jedoch nicht davon auszugehen, dass sich der Abfluss hier durch das geplante Abbauvorhaben in relevantem Maße erhöhen wird.

## 10 Auswirkungen auf Gebäude, Verkehrswege und sonstige bauliche Anlagen

In dem prognostizierten Einflussbereich der Grundwasserabsenkung befindet sich rd. 40 m nordöstlich des geplanten Bodenabbaus ein Wohnhaus (s. Anlage 2). Unter Berücksichtigung der Berechnungen der Reichweiten kann davon ausgegangen werden, dass hier keine relevanten Grundwasserspiegelabsenkungen auftreten werden (vgl. Abschn. 6.3).

Im maximal zu erwartenden Bereich einer abbaubedingten Absenkung des Grundwassers befinden sich überwiegend landwirtschaftlich bzw. für den Sandtransport genutzte Wege.

Aufgrund der geringen zu erwartenden Grundwasserabsenkungsbeträge ist nicht zu erwarten, dass es hier zu Schäden kommt.

Im maximal zu erwartenden Bereich einer abbaubedingten Absenkung oder Aufhöhung des Grundwassers befinden sich keine Gebäude oder sonstige bauliche Anlagen vor (s. Abschn. 6.3, Lageplan Anlage 2).

## **11 Konzept für ein Beweissicherungsprogramm**

### **11.1 Monitoring des Grund- und Seewasserspiegels**

Für eine Beweissicherung im Hinblick auf die Änderung des Grundwasserspiegels im Bereich der an die Abbaufäche angrenzenden Flächen wird empfohlen, die Wasserstände in den Grundwassermessstellen GWM 6, 7, 8, 9, 15 (flach und tief), 16 und 18 aufzuzeichnen. Bei den Doppelmessstellen sind jeweils der flache und der tiefe Pegel in die Messung einzubeziehen.

Während der Abbautätigkeiten sollten der Seewasserspiegel über eine Pegellatte arbeitstäglich dokumentiert werden. Die im Rahmen des Grundwassermonitorings erhobenen Daten sind gutachterlich auszuwerten und regelmäßig der Genehmigungsbehörde vorzulegen.

### **11.2 Monitoring der See- und Grundwasserqualität**

Für das Monitoring der Grundwasserqualität wird vorgeschlagen, aus den drei Grundwassermessstellen GWM 6 und GWM 15 (tief) im Abstrom des Abbaugewässers, aus der Messstelle GWM 7 und GWM 16 im Anstrom sowie aus dem Abbaugewässer selbst alle 1 bis 2 Jahre gemäß DIN 38402 eine Wasserprobe zu entnehmen. Die Wasserproben sollten mindestens auf die in Tabelle 9 angeführten Parameter untersucht werden. Zeigen die gemessenen Werte der ausgewählten Parameter Auffälligkeiten, ist nach Rücksprache mit einem Sachverständigen ggf. der Untersuchungsumfang zu erhöhen.

Es ist zu empfehlen, vor Beginn der Abbautätigkeiten unterhalb des Grundwasserspiegels durch eine Untersuchung des Grundwassers aus allen Grundwassermessstellen den Ist-Zustand der Grundwasserqualität zu klären.

Besteht aufgrund der chemischen Qualität der entnommenen Grundwasserproben der Verdacht, dass sich am Grund des Abbaugewässers sauerstofffreie, reduzierende Verhältnisse ausgebildet haben, sollten zur Klärung Tiefenprofile der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes aufgenommen werden.

Die Durchführung, der Umfang und die Zeitdauer der Grundwasserbeweissicherung sind mit der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Emsland anzustimmen. Die erhobenen Daten sind auszuwerten und der zuständigen Genehmigungsbehörde vorzulegen.

Tabelle 9: Empfohlener Mindestparameterumfang für die Beweissicherung der Grund- und Seewasserqualität

<i>Vor-Ort:</i> Farbe, Trübung, Geruch, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH, Sauerstoff, Redoxpotenzial
<i>Labor:</i> TOC, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Gesamtphosphor, AOX, Mineralölkohlenwasserstoffe, Schwermetalle

## 12 Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten werden die möglichen Auswirkungen der geplanten Erweiterung des Sandabbaus der Firma Niemeyer GmbH & Co. KG in Ramsloh, welcher im Trocken- und Nassabbauverfahren betrieben werden soll, auf das Grundwasserströmungsfeld und die Grundwasserqualität erläutert.

Mit dem Abbau werden überwiegend glazifluviale Sande (v.a. Fein- bis Mittelsande) entnommen. Im Nassabbau werden diese Sande in Spülfelder neben dem Abbaugewässer gespült. Das überschüssige Wasser wird zurück in das Abbaugewässer geführt. Der Nassabbau wird den örtlichen sandigen Hauptgrundwasserleiter betreffen.

Auf Grundlage von Messungen an der Abbaustätte installierten Grundwassermessstellen und einer Auswertung der Daten mit Hilfe langjähriger Messwerte aus Referenzmessstellen des NLWKN wurde für das geplante Abbaugewässer eine mittlere Seewasserspiegelhöhe von 2,8 mNHN prognostiziert. Durch eine spätere Kolmation der Gewässersohle und des abstromseitigen Ufers kann sich der mittlere Wasserspiegel ggf. auf etwa 2,95 mNHN erhöhen. Bei einer maximal zu erwartenden Amplitude des Seewasserspiegels von +/- 1 m ist entsprechend im Extremfall mit einer maximalen temporären Seewasserspiegelhöhe von 3,95 mNHN zu rechnen.

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass das geplante Abbaugewässer voraussichtlich nicht zu relevanten Grundwasserstandsänderungen außerhalb der Abbaustätte führen wird.

Die Ausbildung durchmischungsfreier Zonen am Grund des Abbaugewässers kann aufgrund der gewählten Tiefe des Abbaugewässers ausgeschlossen werden.

Ein als problematisch zu bewertender Einfluss des Bodenabbaus auf Oberflächengewässer ist nicht zu besorgen.

Der Einfluss des Abbaugewässers auf das Grundwasserströmungsfeld und auf die Grundwasserqualität soll durch ein Beweissicherungsprogramm dokumentiert werden. Die hierbei erhobenen Daten werden in ausgewerteter Form der Genehmigungsbehörde vorgelegt.

### 13 Schlusswort

Sollten sich hinsichtlich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen und der zur Betrachtung zugrunde gelegten Angaben Änderungen ergeben, ist der Verfasser zu informieren.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder nur abweichend erörtert wurden, ist ebenfalls der Verfasser zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Spelle, 18.09. 2024



Dr. rer. nat. Mark Overesch



M. Sc. Geow. Svenja van Schelve

## Literatur

- ATV-DVWK (2002): Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. Merkblatt ATV-DVWK-M 504. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef.
- BANOUB, M. (1980): Über hydrochemische Veränderungen des oberen Grundwassers in der Umgebung von Baggerseen. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspf., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 61-82. Laufen.
- BUG, J., HEUMANN, S., MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.
- DWA-M 615 (2017): Gestaltung und Nutzung von Baggerseen. – Merkblatt, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V..
- ECKL, H. (2007): Hydrogeologische Anforderungen an Anträge auf obertägigen Abbau von Rohstoffen. Geofakten 10, überarbeitete Fassung. Hannover (LBEG).
- HAMM, A. (1975): Chemisch-biologische Gewässeruntersuchungen an Kleinseen und Baggerseen im Großraum von München im Hinblick auf die Bade- und Erholungsfunktion. Münchener Beitr. Abwass. Fischerei Flussbiol., 26 („Wasser für die Erholungslandschaft“): 75-109. Oldenburg, München.
- HAMM, A. (1998): Veränderungen der Wasserbeschaffenheit. In: DINGETHAL, F. J. & JÜRGING, P. & KAULE, G. & WEINZIERL, W. [Hrsg.]: Kiesgrube und Landschaft. 3.Aufl.: 95-99. Auer, Donauwörth.
- HÖLTING, B. (1996): Hydrogeologie - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 5., überarbeitete Aufl. Enke, Stuttgart.
- KOHM, J. (1980): Die hydraulischen Auswirkungen von Baggerseen auf das umliegende Grundwasser. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspf., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 17-29. Laufen.
- LFU (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft. Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaus von Kies und Sand. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 88. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- LUBW (2005): Methodenband Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg. Herausgegeben von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2. überarbeitete Auflage, Karlsruhe.
- LÜBBE, E. (1977): Baggerseen – Bestandsaufnahme, Hydrologie und planerische Konsequenzen. – 2. Aufl., 255 S., 59 Abb., 25 Tab.; Hamburg, Berlin (Parey)
- ROBERTSON (1990): Soil classification using the cone penetration test. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 27. S. 151-158.
- SCHMITZ, W. (1980): Das limnische System der Baggerseen. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspf., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 139-162. Laufen.
- SICHARDT, W. (1928): Das Fassungsvermögen von Rohrbrunnen und seine Bedeutung für die Grundwasserabsenkung, insbesondere für größere Absenkungstiefen. Springer, Berlin.
- SCHÖNBORN, W. (2003): Lehrbuch der Limnologie. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele & Obermiller), Stuttgart, 588 S

- WACHS, B. (1975): Bakteriologische Wasserbeschaffenheit von Baggerseen und kleinen natürlichen Badeseen im Großraum München. Münchener Beitr. Abwass. Fischerei Flussbiol., 26 („Wasser für die Erholungslandschaft“): 113-142, 55 Abb., 23. Tab.; München (Oldenburg).
- WILL, A. (2021): Potenziale von floating solar auf Lausitzer Bergbauseen. Zusammenfassung des Fachgespräches vom 26. April 2021. Grüne Liga, Netzwerk Ökologischer Bewegungen, Umweltgruppe Cottbus e.V.
- WROBEL, J.-P. (1980a): Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern. gwf Wasser-Abwasser, 121 (4): 165-173. München.
- WROBEL, J.-P. (1980b): Beeinflussung des Grundwassers durch Baggerseen. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspfl., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 30-47. Laufen.
- ZIMMERMANN, U. (1991): Können Badegäste das „Umkippen“ eines Baggeersees verursachen? gwf Wasser-Abwasser, 132 (12): 696-700; München.

## Anlagen

Anlage 1: Übersichtskarte

Anlage 2: Lageplan Abbaustätte mit Reichweiten der Grundwasserstandsänderungen

Anlage 3: Bohrprofile ‚Waskönig BR 1‘, ‚GW 6 Ramsloh‘, ‚GW 7 Ramsloh‘, ‚Ramsloh‘ und  
‚A15/78 Elisabethfehn‘

Anlage 4: (Hydro-)Geologische Profilschnitte ‚Leda\_Jümme\_links\_PS04\_PS200268‘ und  
‚Leda\_Jümme\_links\_PS03\_PS200053‘

Anlage 5: Bohrprofile und Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen ‚B-GWM 16‘  
(Vulhop+Becker GmbH & Co. KG)

Anlage 6: Bohrprofile ‚B1‘ und ‚B2‘ (Vulhop+Becker GmbH & Co. KG)

Anlage 7: Ergebnisse Korngrößenanalysen

Anlage 8: Grundwasserspiegeldaten

Anlage 9: Grundwassergleichenpläne

Anlage 10: Plan Grundwassereinzugsgebiet Abbaugewässer

Anlage 11: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M  
504

Anlage 11.1: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504  
(1991-2020)

Anlage 11.2: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504  
(2018)

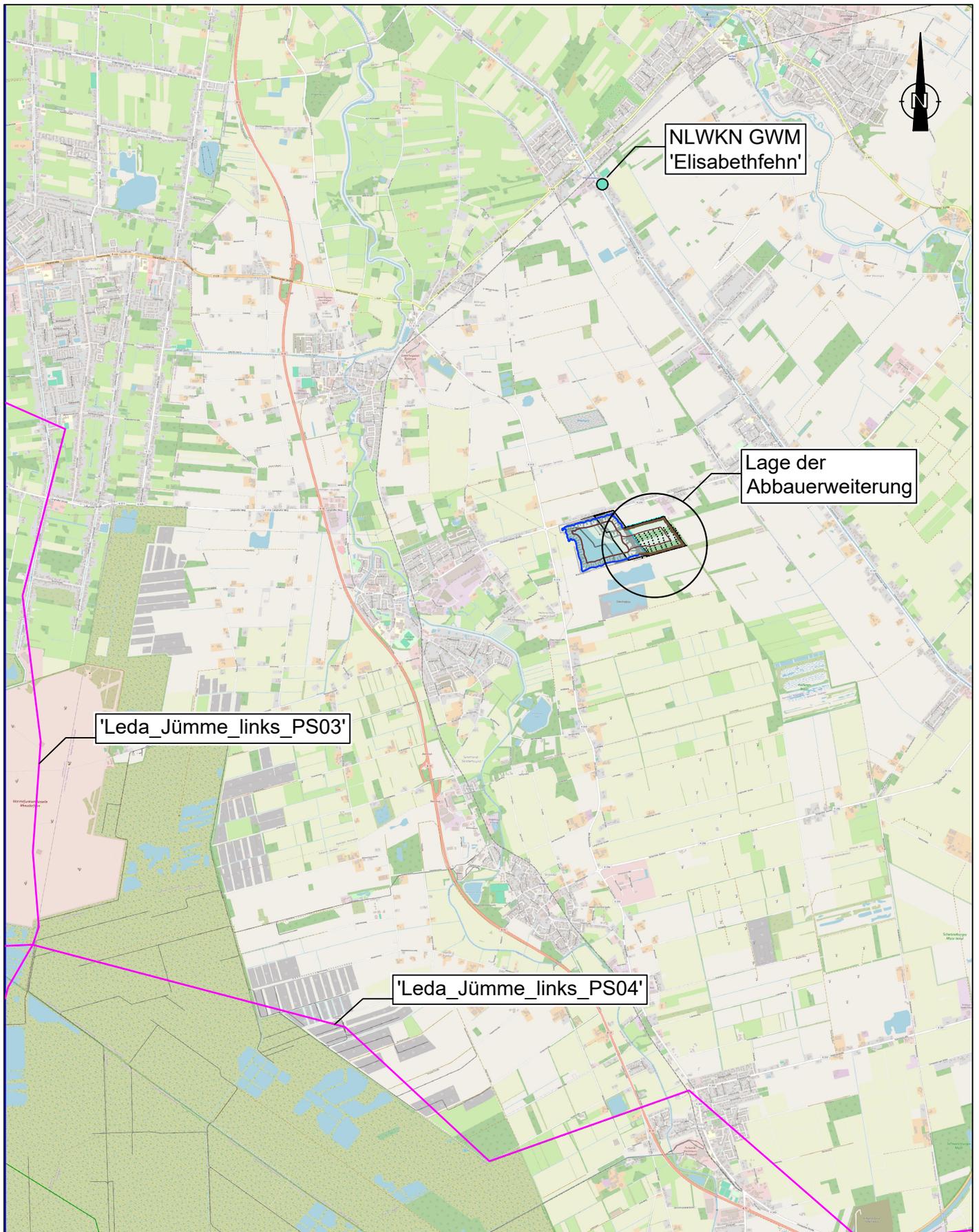
Anlage 11.3: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504  
(2019)

Anlage 11.4: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504  
(2020)

Anlage 11.5: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504  
(2021)

Anlage 11.6: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504  
(2022)

## **Anlage 1: Übersichtskarte**



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

**Projekt:**

**4983-2021-HYG-Niemeyer-Ramsloh**

**Anlage 1: Übersichtskarte**

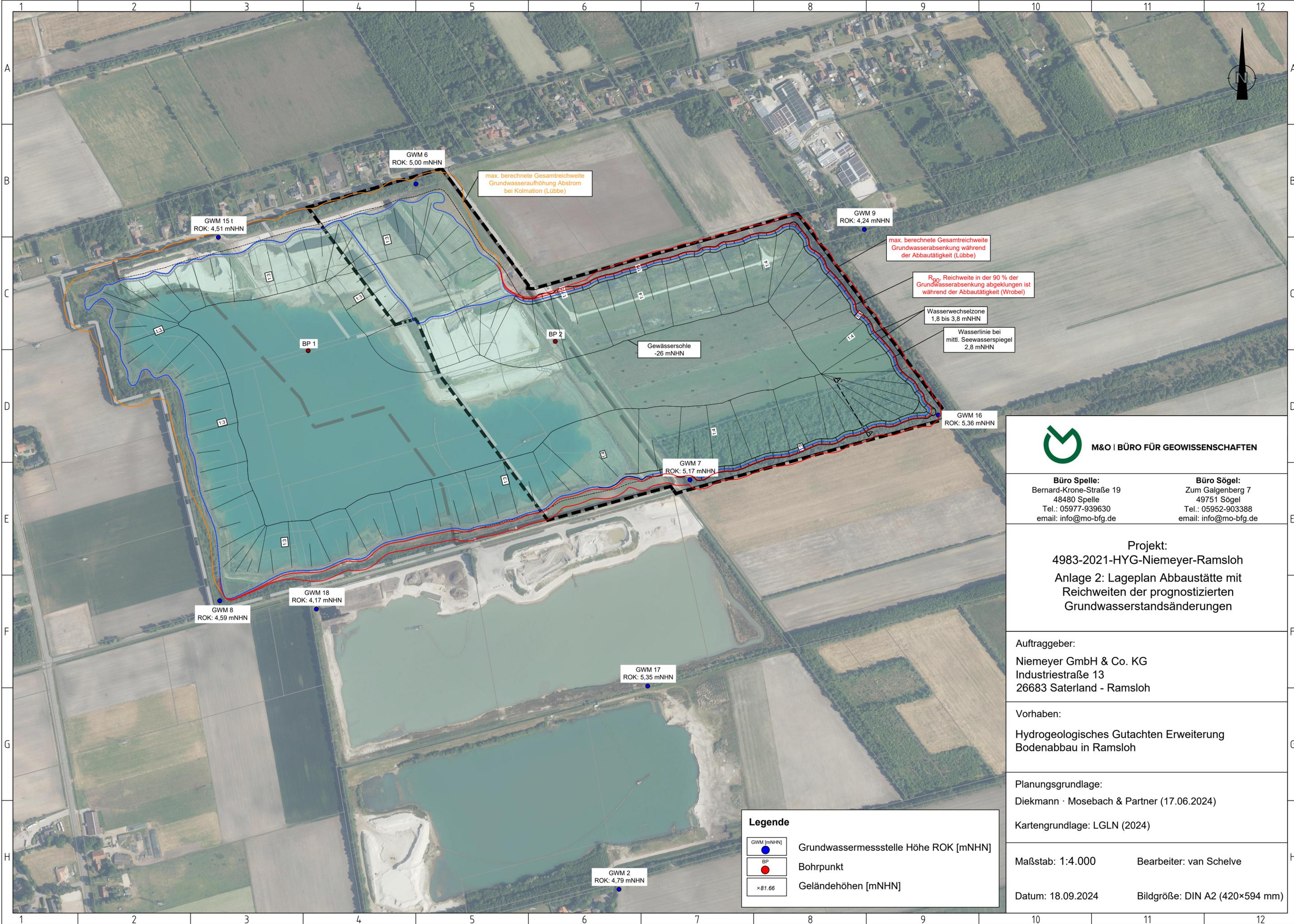
Quelle: Umweltkarten Niedersachsen, LGLN 2024

Maßstab: 1:65.000 (DIN A4)

Datum: 20.06.2024

Bearbeiter: van Schelve

## **Anlage 2:** Lageplan Abbaustätte mit Reichweiten der Grundwasserstandsänderungen



max. berechnete Gesamtreichweite Grundwasseraufhöhung Abstrom bei Kolmation (Lübbe)

max. berechnete Gesamtreichweite Grundwasserabsenkung während der Abbautätigkeit (Lübbe)

R<sub>90</sub>: Reichweite in der 90 % der Grundwasserabsenkung abgeklungen ist während der Abbautätigkeit (Wrobel)

Wasserwechselzone 1,8 bis 3,8 mNHN

Wasserlinie bei mittl. Seewasserspiegel 2,8 mNHN

Gewässersohle -26 mNHN



**Büro Spelle:**  
Bernard-Krone-Straße 19  
48480 Spelle  
Tel.: 05977-939630  
email: info@mo-bfg.de

**Büro Sögel:**  
Zum Galgenberg 7  
49751 Sögel  
Tel.: 05952-903388  
email: info@mo-bfg.de

**Projekt:**  
4983-2021-HYG-Niemeyer-Ramsloh  
Anlage 2: Lageplan Abbaustätte mit Reichweiten der prognostizierten Grundwasserstandsänderungen

**Auftraggeber:**  
Niemeyer GmbH & Co. KG  
Industriestraße 13  
26683 Saterland - Ramsloh

**Vorhaben:**  
Hydrogeologisches Gutachten Erweiterung Bodenabbau in Ramsloh

**Planungsgrundlage:**  
Diekmann · Mosebach & Partner (17.06.2024)

**Kartengrundlage:** LGLN (2024)

**Maßstab:** 1:4.000

**Bearbeiter:** van Schelve

**Datum:** 18.09.2024

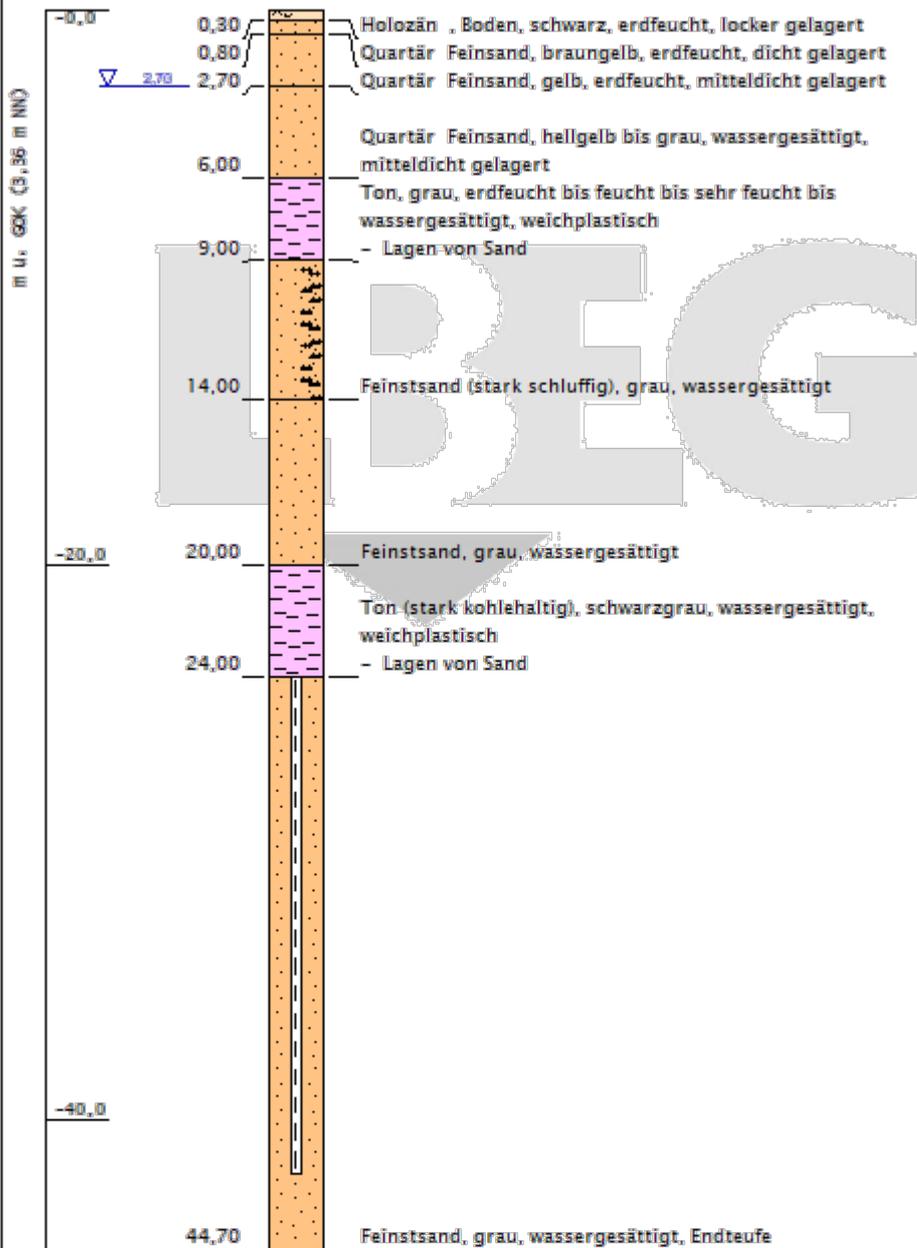
**Bildgröße:** DIN A2 (420x594 mm)

**Legende**

- GWM [mNHN] Grundwassermessstelle Höhe ROK [mNHN]
- BP Bohrpunkt
- ×81,66 Geländehöhen [mNHN]

**Anlage 3:** Bohrprofile ‚Waskönig BR 1‘, ‚GW 6 Ramsloh‘,  
‚GW 7 Ramsloh‘, ‚Ramsloh‘ und ‚A15/78 Elisabethfehn‘

**Waskönig BR 1**



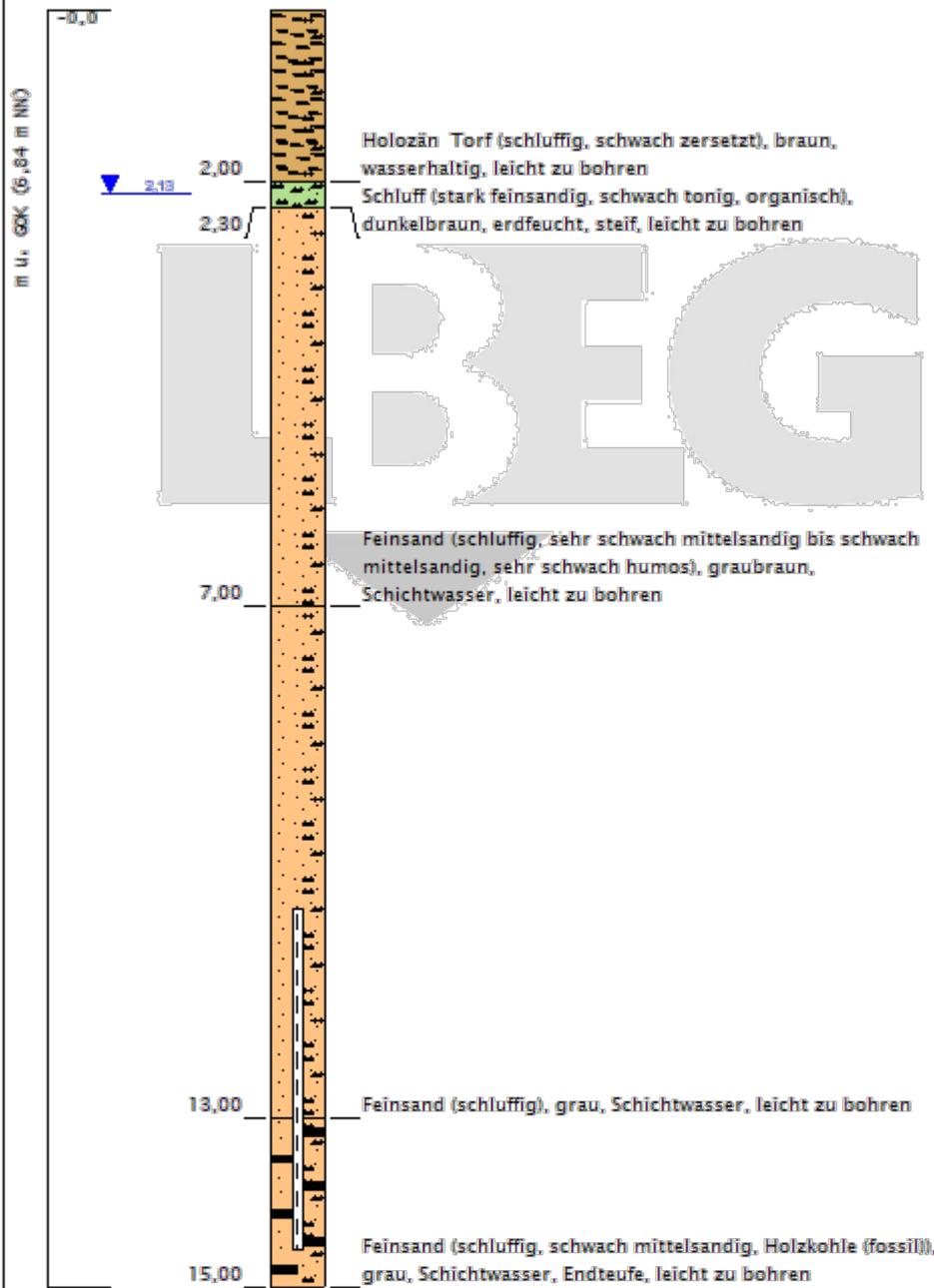
Das LBBG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrweite in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBBG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:200

Erstellt mit GeoDin am 04.04.2022 10:57:09

Ost: 32412623,51	Nord: 5884936,90	Höhe: 3,36 m zu NN
Bohrungszweck: Hydrogeologische Aufschlussbohrung		
Bohrfirma: Ferdinand Bohlmann GmbH		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 44,70		
Autor: Welbers		Bohrzeit: 10.02.1970 bis 19.02.1970
TK25: 2812	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 36
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: H 36 - 1
Ortsbezeichnung: Ramsloh		
Landkreis: Cloppenburg		Gemeinde: Saterland

**GW 6 Ramsloh**



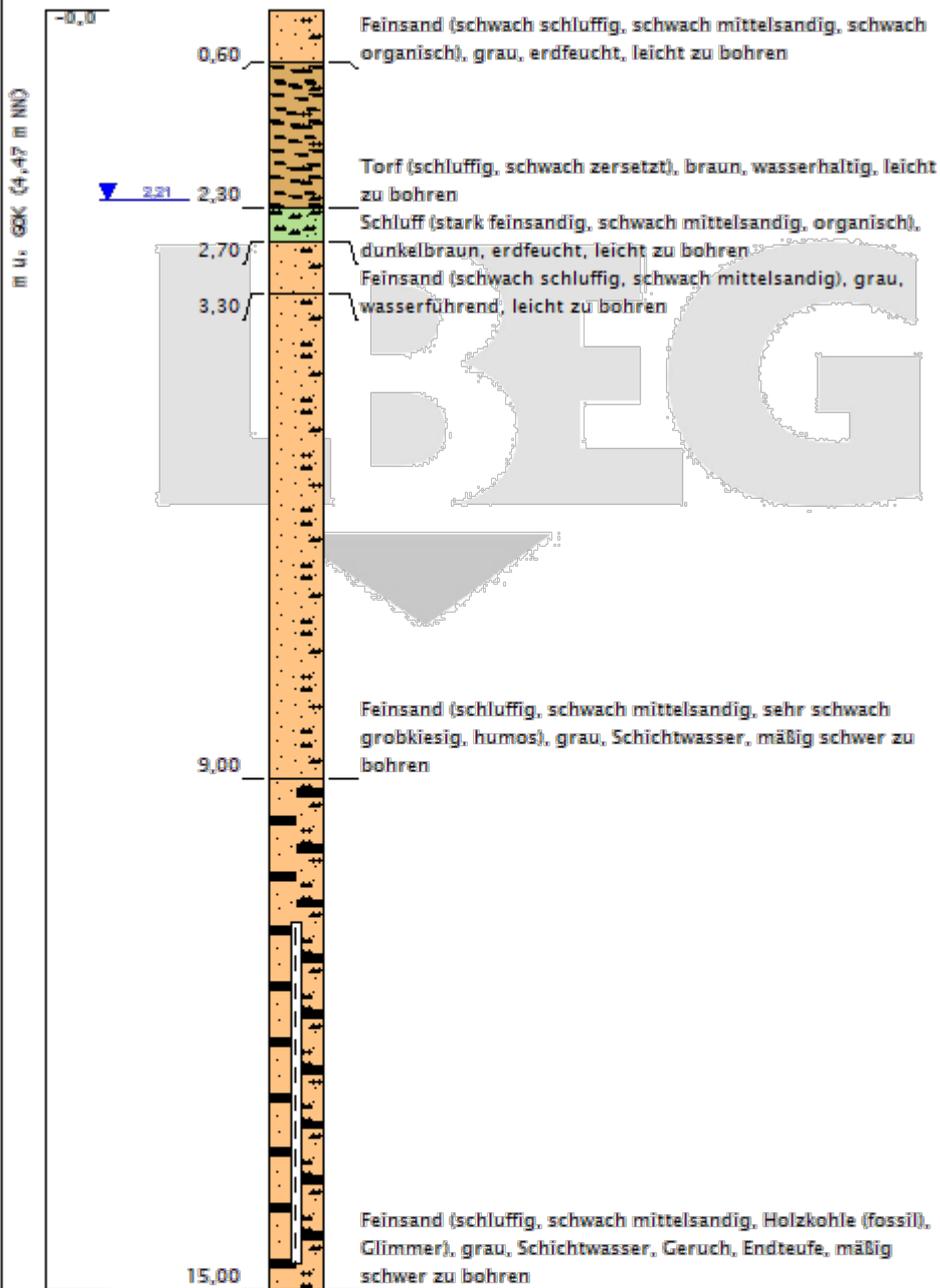
Das LBBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrweite in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:65

Erstellt mit GeoDin am 04.04.2022 10:57:39

Ost: 32414242,88	Nord: 5885571,63	Höhe: 6,84 m zu NN
Bohrungszweck: Grundwasser-Erschließung		
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 15,00		
Autor: Carstens		Bohrzeit: 30.06.1999 bis 30.06.1999
TK25: 2812	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 12
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: RAM GW6
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Cloppenburg		Gemeinde: Saterland

**GW 7 Ramsloh**



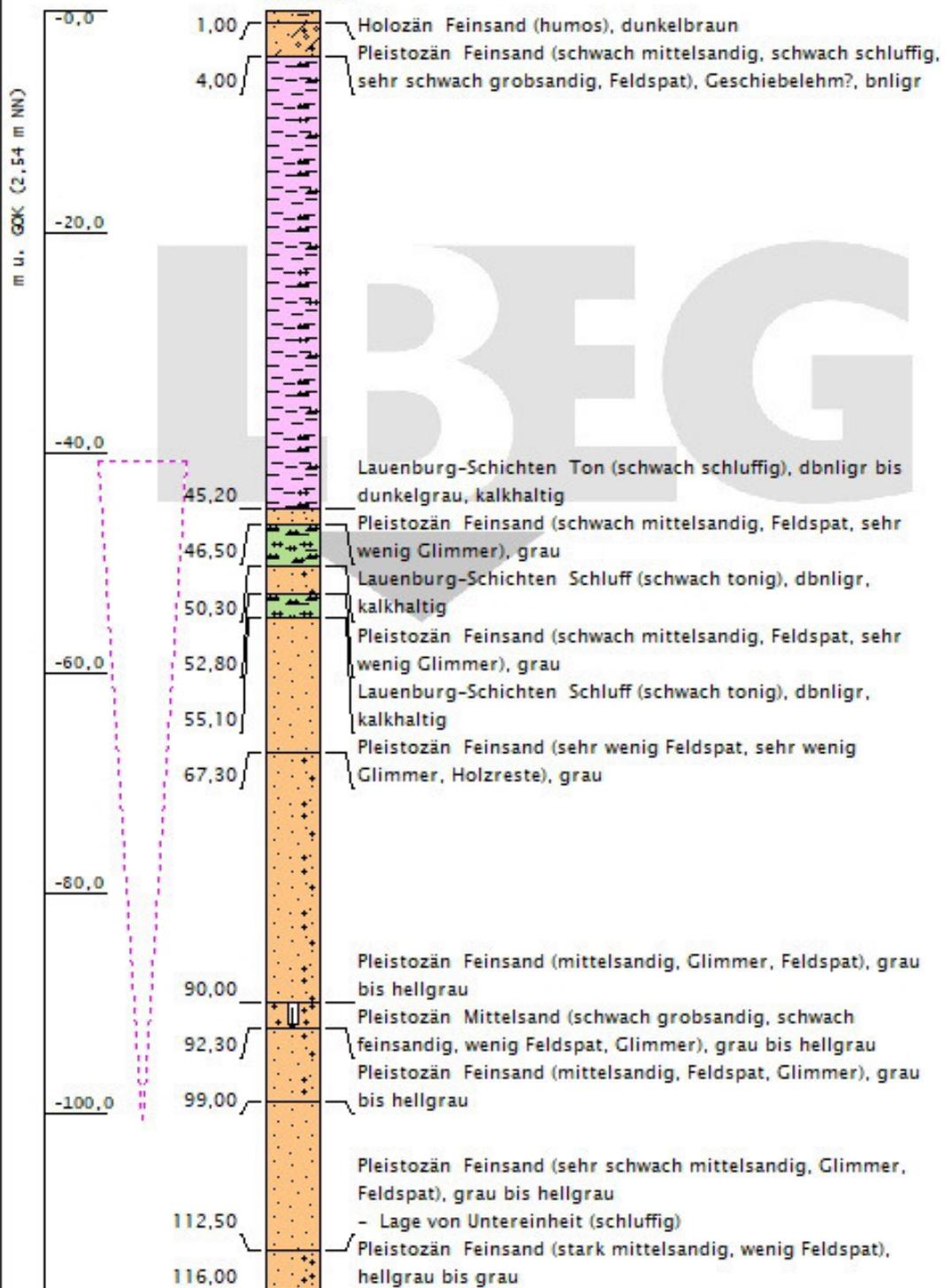
Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrweite in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:65

Erstellt mit GeoDin am 04.04.2022 10:58:53

Ost: 32414705,68	Nord: 5885041,83	Höhe: 4,47 m zu NN
Bohrungszweck: Grundwasser-Erschließung		
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 15,00		
Autor: Carstens		Bohrzeit: 01.07.1999 bis 01.07.1999
TK25: 2812	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 13
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: RAM GW7
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Cloppenburg		Gemeinde: Saterland

**Ramsloh**



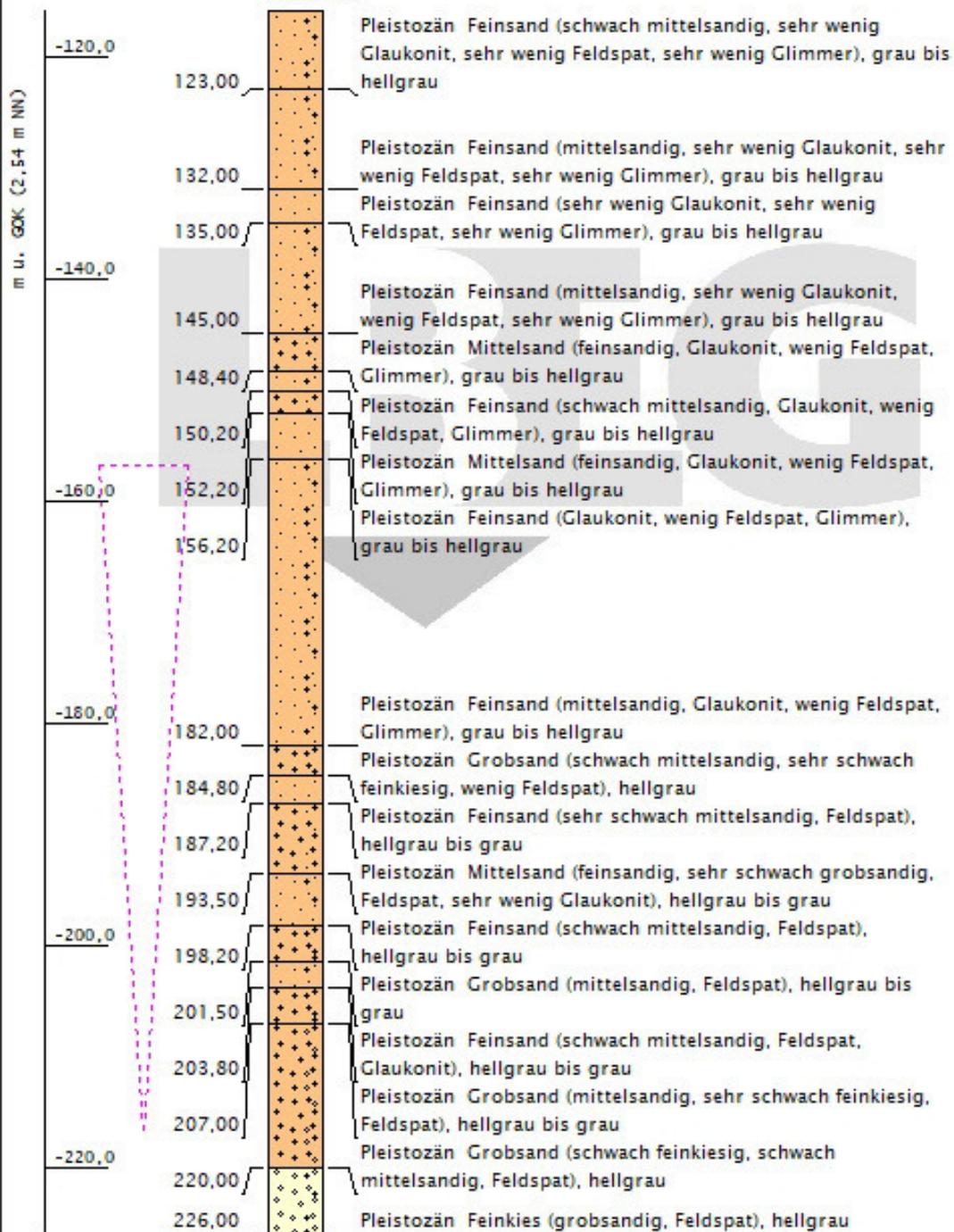
Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhennmaßstab: 1:500

Erstellt mit GeoDin am 05.04.2022 09:16:43

Ost: 32411104,11	Nord: 5884547,08	Höhe: 2,54 m zu NN
Bohrungszweck: Hydrogeologische Aufschlussbohrung		
Bohrfirma: Celler Brunnenbau GmbH		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 288,00		
Autor: Josopait		Bohrzeit: 06.09.1979 bis 06.09.1979
TK25: 2812	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 43
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: CLP 79 2
Ortsbezeichnung: 0.5 km W Ramsloh		
Landkreis: Cloppenburg		Gemeinde: Saterland

**Ramsloh**



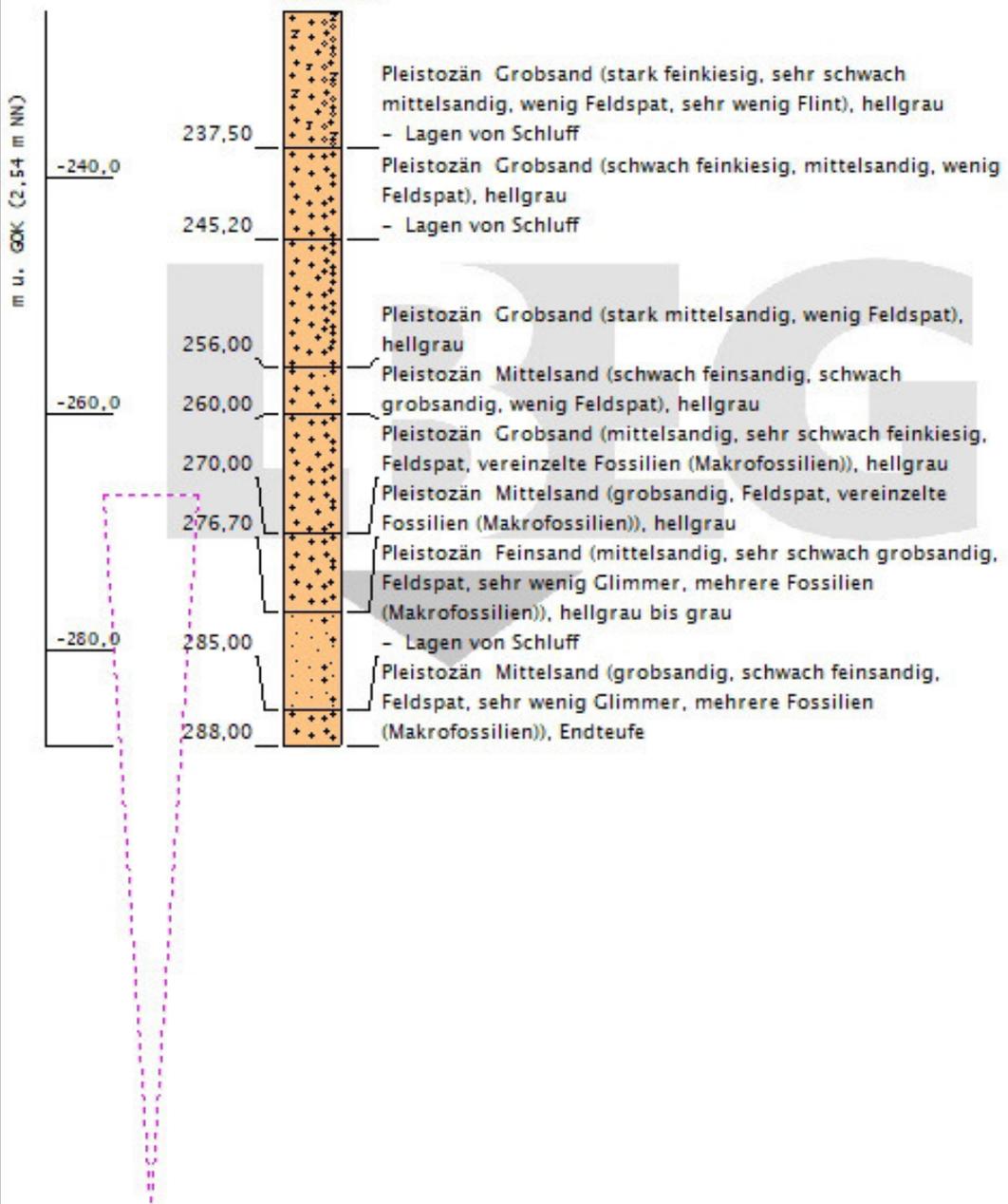
Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:500

Erstellt mit GeoDin am 05.04.2022 09:18:04

Ost: 32411104,11	Nord: 5884547,08	Höhe: 2,54 m zu NN
Bohrungszweck: Hydrogeologische Aufschlussbohrung		
Bohrfirma: Celler Brunnenbau GmbH		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 288,00		
Autor: Josopait		Bohrzeit: 06.09.1979 bis 06.09.1979
TK25: 2812	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 43
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: CLP 79 2
Ortsbezeichnung: 0.5 km W Ramsloh		
Landkreis: Cloppenburg		Gemeinde: Saterland

**Ramsloh**



Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:500

Erstellt mit GeoDin am 05.04.2022 09:18:16

Ost: 32411104,11	Nord: 5884547,08	Höhe: 2,54 m zu NN
Bohrungszweck: Hydrogeologische Aufschlussbohrung		
Bohrfirma: Celler Brunnenbau GmbH		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 288,00		
Autor: Josopait		Bohrzeit: 06.09.1979 bis 06.09.1979
TK25: 2812	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 43
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: CLP 79 2
Ortsbezeichnung: 0.5 km W Ramsloh		
Landkreis: Cloppenburg		Gemeinde: Saterland

Aufschlußbohrung A15/78 Elisabethfehn

GOK

Auftrag Nr: 11288  
Meßtischblatt Nr: 2812  
Lage: r. 3414160  
h. 5891590  
Name: Barßel

-18,00m		Feinsand, mittelsandig,	hellgrau
-24,00m		Grobsand, mittelsandig,	hellgrau
-27,00m		Feinsand, mittelsandig,	hellgrau
-48,00m		Schluff, tonig, Feinsandlagen,	dunkelbräunlichgrau
-66,00m		Feinsand, schluffig, Schlufflagen,	grau
-93,00m		Feinsand, schwach mittelsandig,	hellgrau
-129,00m		Feinsand, grobsandig,	grau
-150,00m		Feinsand, feinstsandig,	grüntlichgrau
-201,00m		Schluff, feinstsandig, Feinstlagen	dunkelgrüntlichgrau

Endteufe:  $\pm 130\text{mm}\varnothing$

**CELLER  
BRUNNENBAU  
GmbH**

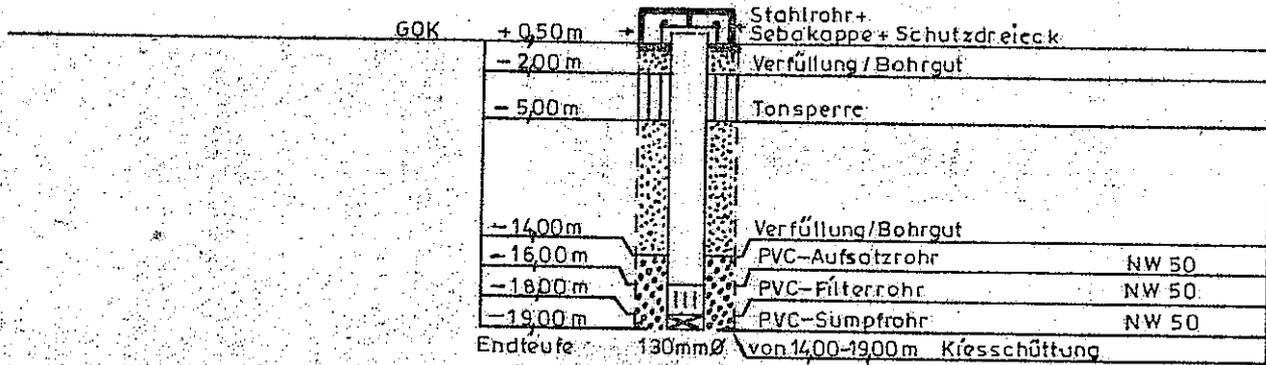
3100 CELLE, POSTFACH 91  
3101 WATHLINGEN, TRIFTWEG  
TEL. 0 51 44 - 89 11 - 13

W.W.A. Cloppenburg  
4950 Cloppenburg

*Elisabeth Lehmann I*

11288

Grundwassermeßstelle A 15 I / 78



**CELLER  
BRUNNENBAU  
GmbH**

3100 CELLE, POSTFACH 91  
3101 WATHLINGEN, TRIFTWEG

Celle den: 22.1.79. Lange

**Anlage 4:** (Hydro-)Geologische Profilschnitte (NIBIS)

‚Leda\_Jümme\_links\_PS04\_PS200268‘ und

‚Leda\_Jümme\_links\_PS03\_PS200053‘

**ibis**

# Hydrostratigraphischer Profilschnitt in Niedersachsen

Länge 1 : 50 000 / Höhe 1 : 1 000

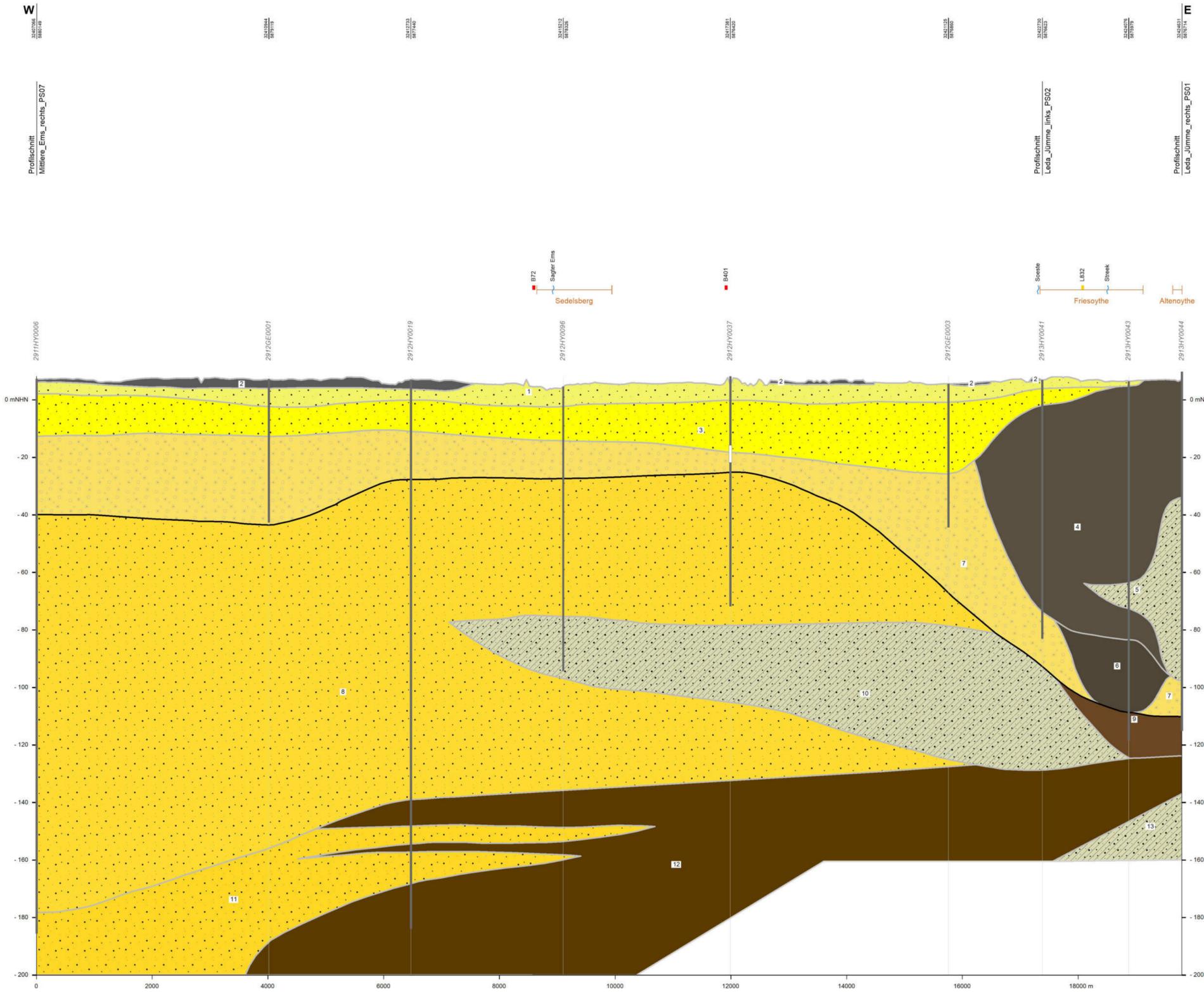
Leda\_Jümme\_links\_PS04 / PS\_200268

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie  
GEOZENTRUM HANNOVER

Niedersachsen  
Ausgabe vom 25.05.2020

## Leda\_Jümme\_links\_PS04 / PS\_200268

- Hydrostratigraphischer Profilschnitt -



### Generallegende

- | Topographie   | Thematik   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bundesautobahn</li> <li>■ Bundesstraße</li> <li>■ Landstraße</li> <li>~ Fluss, Kanal</li> <li>▭ See</li> <li>▭ Ortslage</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bohrung mit BID</li> <li>▭ Filterstrecke</li> <li>L Grundwasserleiter</li> <li>H Grundwasserhemmer</li> <li>▭ Schuppe</li> <li>▭ Quartärbasis</li> <li>▭ Störung</li> <li>▭ Untere Profiligenze</li> </ul>            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▭ Wasserwerk, Abfalldeponie</li> <li>▭ Wasserschutzgebiet</li> <li>▭ Trinkwassergewinnungsgebiet</li> <li>▭ Heilquellenschutzgebiet</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▭ sehr hoch (&gt;1E-2)</li> <li>▭ hoch (&gt;1E-3 - 1E-2)</li> <li>▭ mittel (&gt;1E-4 - 1E-3)</li> <li>▭ mäßig (&gt;1E-5 - 1E-4)</li> <li>▭ gering (&gt;1E-7 - 1E-5)</li> <li>▭ sehr gering (&gt;1E-9 - 1E-7)</li> </ul> |

### Legende der hydrostratigraphischen Einheiten

- Hydrostratigraphie / Lithologie / Durchlässigkeit
- |    |  |
|----|--|
| 1  | L1.2 / Sand, Kies, Muschelschill, Travertin / mittel bis mäßig   |
| 2  | H1.3 / Torf / gering bis äußerst gering  |
| 3  | L3 / Sand, Kies / mittel   |
| 4  | H4.1 / Schluff, Ton, Torf / gering   |
| 5  | H4.1-L4.1 / Schluff, Ton, Torf, Sand, Feinsand, schluffig / sehr gering bis mäßig                        |
| 6  | H4.2 / Geschiebemergel-/lehm / gering  |
| 7  | L4.2 / Kies, Sand / hoch   |
| 8  | L4.3 / Sand / mittel   |
| 9  | H4.4 / Ton, Schluff / gering bis äußerst gering  |
| 10 | H4.4-L1.2 / Ton, Schluff, Sand, Kies, Muschelschill, Travertin / gering bis äußerst gering               |
| 11 | L6 / Sand, Braunkohle führend / mittel   |
| 12 | H7 / Ton, Schluff, Braunkohlenschluffe und -tone / gering bis äußerst gering                             |
| 13 | H7-L5 / Ton, Schluff, Braunkohlenschluffe und -tone, Sand, Braunkohle führend / äußerst gering bis mäßig |

**Erläuterungstext**  
Hydrostratigraphische Profilschnitte vermitteln eine räumliche Vorstellung von der Lage, Mächtigkeit und Ausdehnung der Grundwasserleiter (L) und Grundwassererleger, -hemmer (H) im Untergrund. Damit können z.B. eine Abschätzung der Verbreitung trennender Schichten und die Beurteilung der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung vorgenommen werden.

Den Schichten aus den geologischen Profilschnitten wurden hydrostratigraphische Einheiten (REUTTER 2011) anhand der Stratigraphie, Lithologie, Genese und hydrogeologischer Parameter wie Gesteinsdurchlässigkeit, Gebirgsdurchlässigkeit und Anteil der Hohlräume zugeordnet und zu einem hydrostratigraphischen Gesamtbild zusammengefügt. Die hydrostratigraphischen Einheiten werden von oben nach unten durchnummeriert, was jedoch keine Aussage über die Lage im Untergrund gibt. Aus den Profilschnitten sind die hydrostratigraphischen Einheiten mit Beispielen zur möglichen Lithologie (Gesteinszusammensetzung) und Durchlässigkeit nach REUTTER (2011) abzulesen.

Der Maßstab der hydrostratigraphischen Profilschnitte ist 1 : 50 000. Daher werden die hydrostratigraphischen Einheiten im Lockergestein erst ab einer Mächtigkeit von mehr als 1 m und im Festgestein ab einer Mächtigkeit von mehr als 10 m dargestellt. Um die Lesbarkeit der Profilschnitte zu verbessern, mussten sie überhöht dargestellt werden, wobei für die hydrostratigraphischen Schnitte im Lockergestein eine 5-fache, im Festgestein eine 5-fache Überhöhung gewählt wurde. Dabei ist zu beachten, dass sich die Überhöhung auch auf die Darstellung der Lagerungssituation auswirkt. Sie verursacht ein scheinbares Einfallen, was bei der Beurteilung von z.B. sehr steilen Rinnenflanken oder sehr steil einfallenden Schichten zu berücksichtigen ist.

Zusätzlich enthalten die Profilschnitte Angaben zu den wichtigsten topographischen Elementen (Ortschaften, Gewässer, Straßen) sowie zu Wasserschutzgebieten. Die im Profilschnitt verwendeten Bohrungen sind ebenfalls eingezeichnet. Während die Linien der Lockergesteinsschnitte direkt durch die Bohrpunkte verlaufen, werden die Bohrungen für die Festgesteinsschnitte auf eine gerade Schnittlinie projiziert. Für Bohrungen die zu Grundwasserstandsmessstellen oder Brunnen ausgebaut wurden gibt es zusätzlich Angaben zur Lage der Filterstrecken.

**Thematische Grundlage**  
LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2019): Geologische Profilschnitte in Niedersachsen. – Kartenserver des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS®, <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>; Hannover.  
REUTTER,E.(2011): Hydrostratigraphische Gliederung Niedersachsen.–Geofakten 21: 11 S.; Hannover (LBEG).

**Topographische Grundlage**  
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, www.gll.niedersachsen.de, www.lgn.niedersachsen.de © 2005  
Auszug aus Daten des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, www.nlwkn.niedersachsen.de. Aktualisierungsstand: Juli 2009

**Ansprechpartner**  
Abteilung "Bergbauliche und geologische Grundlagen"  
- Referat Hydrogeologische Grundlagen -  
Dr. Jörg Elbracht  
Fon: +49 511 643-3613  
Fax: +49 511 643-533613  
Joerg.Elbracht@lbeg.niedersachsen.de



# Geologischer Profilschnitt in Niedersachsen

Länge 1 : 50 000 / Höhe 1 : 1 000

Leda\_Jümme\_links\_PS04 / PS\_200268

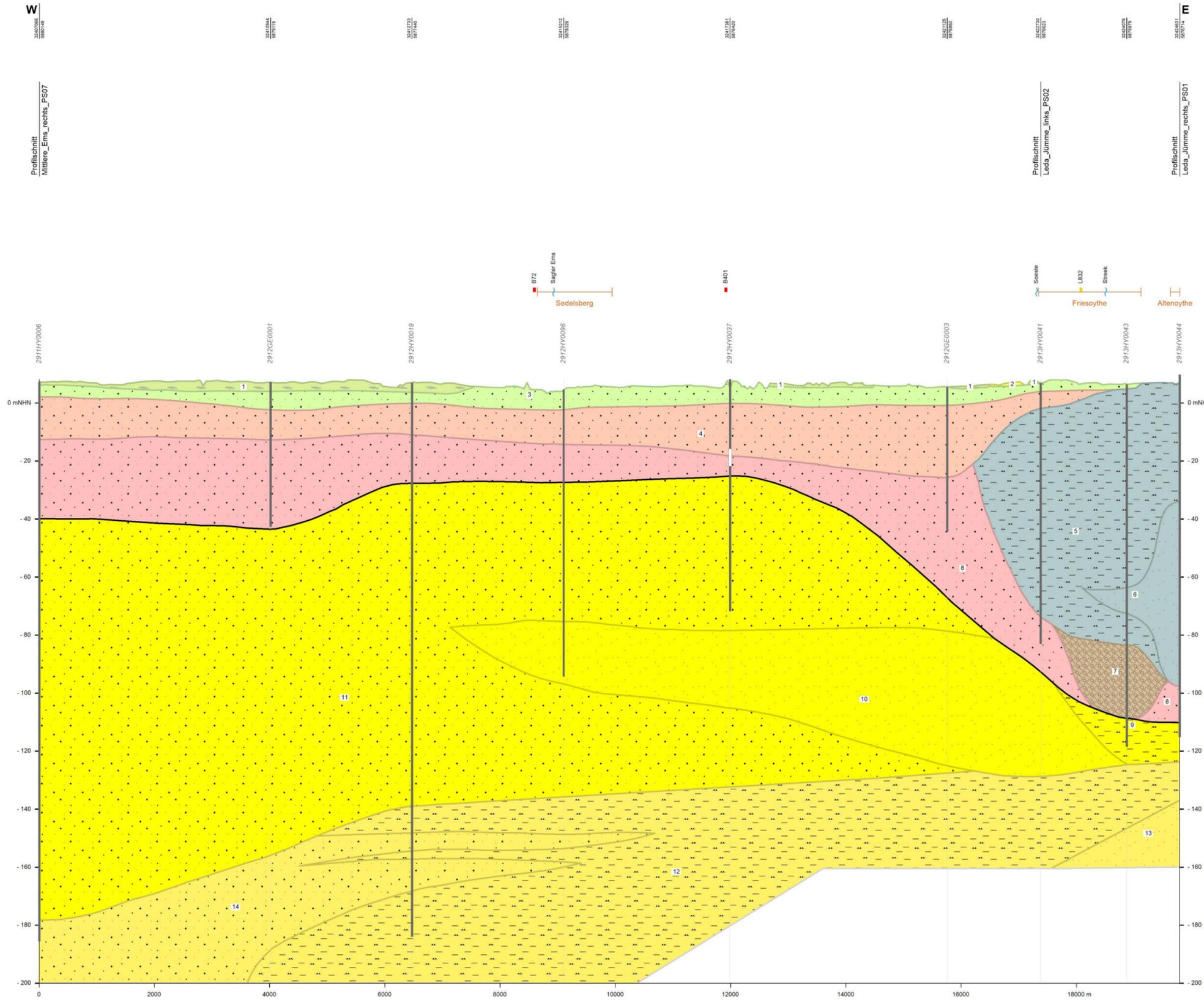


Niedersachsen

Ausgabe vom 25.05.2020

## Leda\_Jümme\_links\_PS04 / PS\_200268

- Geologischer Profilschnitt -



### Generallegende

#### Topographie

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Landstraße
- Fluss, Kanal
- See
- Ortslage

#### Thematik

- Bohrung mit BID
- Filterstrecke
- Geologische Schicht
- Schuppe
- Quartärbasis
- Störung
- Untere Profilgrenze

### Legende der geologischen Einheiten

#### Stratigraphie / Petrographie / Genese

- 1 Holozän / Torf / Moor
- 2 Holozän / Feinsand / Dünenbildung
- 3 Weichsel-Kaltzeit / Sand / fluviatil
- 4 Drenthe-Stadium / Sand (kiesig) / glazifluviatil
- 5 Lauenburg-Schichten / Ton-Schluff / Beckenablagerung
- 6 Lauenburg-Schichten / Feinsand (schluffig) / Beckenablagerung
- 7 Elster-Kaltzeit // Geschiebelehme, Geschiebemergel
- 8 Elster-Kaltzeit / Sand (kiesig) / glazifluviatil
- 9 Pliozän / Ton, Schluff / terrestrisch
- 10 Pliozän / Feinsand (schluffig) / terrestrisch
- 11 Pliozän / Sand /
- 12 Miozän / Ton, Schluff /
- 13 Miozän / Feinsand (schluffig) /
- 14 Miozän / Sand /

### Erläuterungstext

Geologische Profilschnitte vermitteln eine räumliche Vorstellung vom Aufbau des Untergrundes. Zur Erstellung der Schnitte wurden alle verfügbaren Informationen (z.B. Bohrungen, Geologische Karten, geophysikalische Daten) zusammengetragen, ausgewertet und unter Berücksichtigung der geologischen Entwicklung des Gebietes zu einem geologischen Gesamtbild zusammengefügt. Im Lockergesteinsbereich sind Bohrungen aus der "Bohrdatenbank Niedersachsen" (NIBIS-BDN) die wichtigsten Eingangsdaten für die Konstruktion der Schnitte. Im Festgesteinsbereich liefern Lagerungs- und Mächtigkeitsangaben der Gesteinsschichten zusätzliche Angaben zum Aufbau des Untergrundes.

Der Maßstab der geologischen Profilschnitte ist 1 : 50 000. Daher konnten Lockergesteinsschichten erst ab einer Mächtigkeit von mehr als 1 m und Festgesteinschichten ab einer Mächtigkeit von mehr als 10 m dargestellt werden. Um die Lesbarkeit der Profilschnitte zu verbessern, mussten sie überhöht dargestellt werden, wobei für Lockergesteinsschnitte eine 50fache, für Festgesteinschnitte eine 5-fache Überhöhung gewählt wurde. Dabei ist zu beachten, dass sich die Überhöhung auch auf die Darstellung der Lagerungssituation auswirkt. Sie verursacht ein scheinbares Einfallen, was bei der Beurteilung von z.B. sehr steilen Rinnenflanken oder sehr steil einfallenden Schichten zu berücksichtigen ist.

Die Schichten wurden anhand der wichtigsten stratigraphischen, petrographischen und genetischen Eigenschaften zusammengefasst. Auf Grund der maßstabsbedingten Generalisierung wurden dabei nur dominierende Eigenschaften dargestellt. Nur lokal vorkommende, geringmächtige Einschaltungen oder kleinräumig verbreitete Sonderfazies konnten nicht berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind weitere geologische Elemente wie tektonische Störungen, die Basis quartärzeitlich entstandener Sedimente sowie, häufig in idealisierter Form, glazitektonische Schuppen und Schollen verzeichnet.

Zusätzlich enthalten die Profilschnitte Angaben zu den wichtigsten topographischen Elementen (Ortschaften, Gewässer, Straßen) sowie zu Wasserschutzgebieten. Die im Profilschnitt verwendeten Bohrungen sind ebenfalls eingezeichnet. Während die Linien der Lockergesteinsschnitte direkt durch die Bohrpunkte verlaufen, werden die Bohrungen für die Festgesteinschnitte auf eine gerade Schnittlinie projiziert. Für Bohrungen die zu Grundwassermessstellen oder Brunnen ausgebaut wurden gibt es zusätzlich Angaben zur Lage der Filterstrecken.

### Thematische Grundlage

RÖHM et al. (2009): Grundwasser-Monitoring - Erstellung Geologischer und Hydrostratigraphischer Schnitte zur Umsetzung der EG-WRRL 2007/2009.  
Röhm, H. & Witthöft, M.: Projektdokumentation, Übersichtskarte, 142 Profilschnitte; Hannover (unveröff. Archivbt. LBEG).

### Topographische Grundlage

Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, www.gli.niedersachsen.de, www.lgn.niedersachsen.de © 2005

### Ansprechpartner

Abteilung "Bergbauliche und geologische Grundlagen"  
- Referat Hydrogeologische Grundlagen -  
Dr. Jörg Elbracht  
Fon: +49 511 643-3613  
Fax: +49 511 643-533613  
Joerg.Elbracht@beg.niedersachsen.de

# Hydrostratigraphischer Profilschnitt in Niedersachsen

Länge 1 : 50 000 / Höhe 1 : 1 000

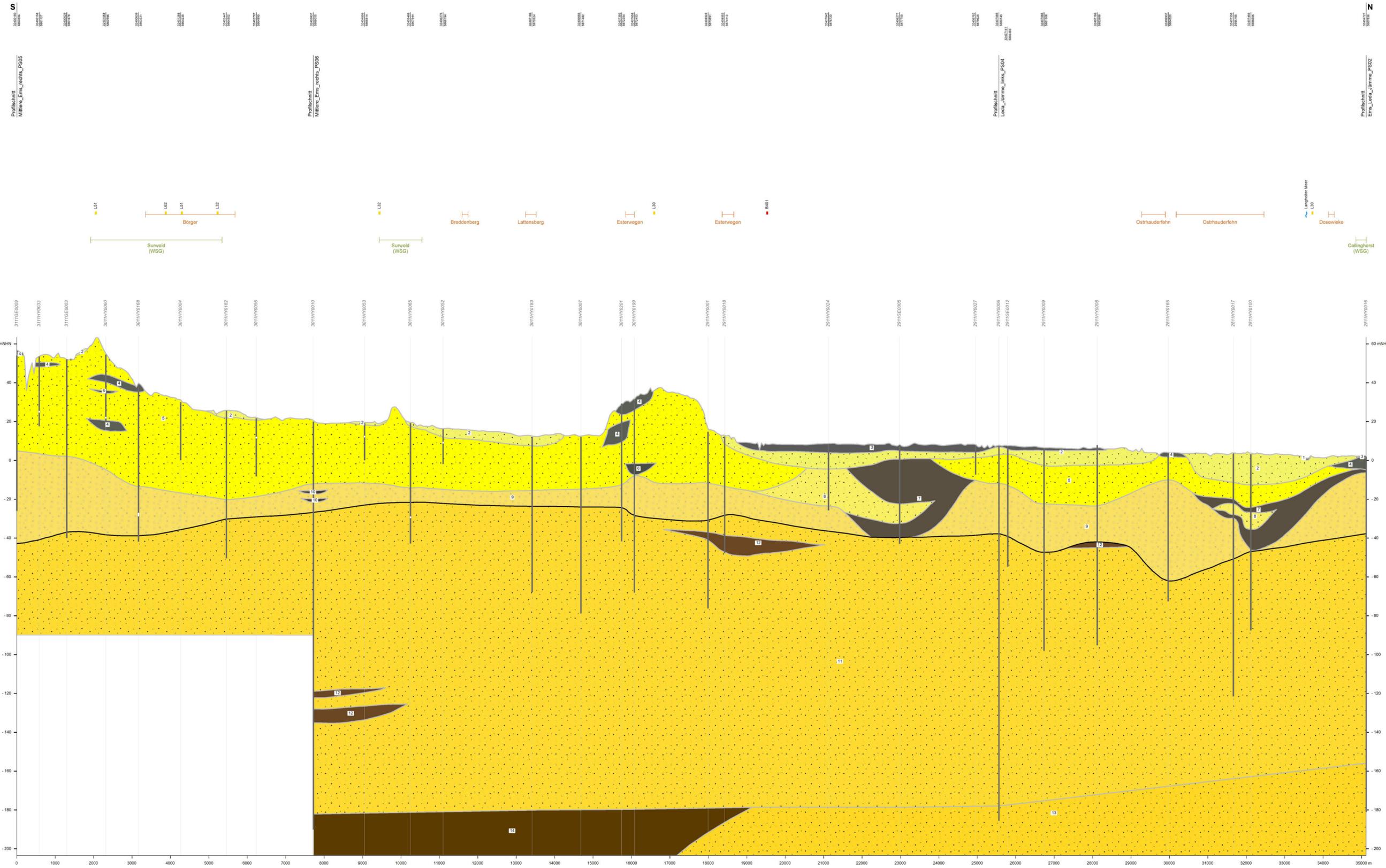
Leda\_Jümme\_links\_PS03 / PS\_200053



Niedersachsen  
Ausgabe vom 25.05.2020

## Leda\_Jümme\_links\_PS03 / PS\_200053

- Hydrostratigraphischer Profilschnitt -



### Generallegende

**Topographie**

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Landstraße
- Fluss, Kanal
- See
- Ortslage

**Thematik**

- Bohrung mit BID
- Filterstrecke
- Grundwasserleiter
- Grundwasserhemmer
- Schuppe
- Quartärbasis
- Störung
- Untere Profilgrenze

**Durchlässigkeit (Kf-Wert in m/s)**

sehr hoch (>1E-2)	äußerst gering (>1E-9)
hoch (>1E-3 - 1E-2)	sehr hoch bis hoch (>1E-3)
mittel (>1E-4 - 1E-3)	mittel bis mäßig (>1E-5 - 1E-3)
mäßig (>1E-5 - 1E-4)	gering bis äußerst gering (<1E-5)
gering (>1E-7 - 1E-5)	stark variabel (ohne Kf-Wert)
sehr gering (>1E-9 - 1E-7)	mäßig bis gering (>1E-6 - 1E-4)

### Legende der hydrostratigraphischen Einheiten

Hydrostratigraphie / Lithologie / Durchlässigkeit

1	H1.2 / Ton, Schluff / gering bis äußerst gering
2	L1.2 / Sand, Kies, Muschelschill, Travertin / mittel bis mäßig
3	H1.3 / Torf / gering bis äußerst gering
4	H3 / Geschiebemergel-lehm, Schluff, Ton / gering
5	L3 / Sand, Kies / mittel
6	H3.3 / Schluff, Ton / gering
7	H4.1 / Schluff, Ton, Torf / gering
8	L4.1 / Sand, Feinsand, schluffig / mittel bis mäßig
9	L4.2 / Kies, Sand / hoch
10	H4.3 / Ton, Schluff / gering
11	L4.3 / Sand / mittel
12	H4.4 / Ton, Schluff / gering bis äußerst gering
13	L6 / Sand, Braunkohle führend / mittel
14	H7 / Ton, Schluff, Braunkohleschluffe und -tone / gering bis äußerst gering

**Erläuterungstext**  
Hydrostratigraphische Profilschnitte vermitteln eine räumliche Vorstellung von der Lage, Mächtigkeit und Ausdehnung der Grundwasserleiter (L) und Grundwasserergängerleiter, -hemmer (H) im Untergrund. Damit können z.B. eine Abschätzung der Verbreitung trennender Schichten und die Beurteilung der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung vorgenommen werden. Den Schichten aus den geologischen Profilschnitten wurden hydrostratigraphische Einheiten (REUTTER 2011) anhand der Stratigraphie, Lithologie, Genese und hydrogeologischer Parameter wie Gesteinsdurchlässigkeit, Gebirgsdurchlässigkeit und Anteil der Hohlräume zugeordnet und zu einem hydrostratigraphischen Gesamtbild zusammengefügt. Die hydrostratigraphischen Einheiten werden von oben nach unten durchnummeriert, was jedoch keine Aussage über die Lage im Untergrund gibt. Aus den Profilschnitten sind die hydrostratigraphischen Einheiten mit Beispielen zur möglichen Lithologie (Gesteinszusammensetzung) und Durchlässigkeit nach REUTTER (2011) abzulesen.  
Der Maßstab der hydrostratigraphischen Profilschnitte ist 1: 50 000. Daher werden die hydrostratigraphischen Einheiten im Lockergestein erst ab einer Mächtigkeit von mehr als 1 m und im Festgestein ab einer Mächtigkeit von mehr als 10 m dargestellt. Um die Lesbarkeit der Profilschnitte zu verbessern, mussten sie überhöht dargestellt werden, wobei für die hydrostratigraphischen Schnitte im Lockergestein eine 5-fache Überhöhung gewählt wurde. Dabei ist zu beachten, dass sich die Überhöhung auch auf die Darstellung der Lagenstellung auswirkt. Sie verursacht ein scheinbares Einfallen, was bei der Beurteilung von z.B. sehr steilen Rinneflanken oder sehr steil einfallenden Schichten zu berücksichtigen ist.  
Zusätzlich enthalten die Profilschnitte Angaben zu den wichtigsten topographischen Elementen (Ortschaften, Gewässer, Straßen) sowie zu Wasserschutzgebieten. Die im Profilschnitt verwendeten Bohrungen sind ebenfalls eingezeichnet. Während die Linien der Lockergesteinschnitte direkt durch die Bohrpunkte verlaufen, werden die Bohrungen für die Festgesteinschnitte auf eine gerade Schnittlinie projiziert. Für Bohrungen die zu Grundwassermessstellen oder Brunnen ausgebaut wurden gibt es zusätzlich Angaben zur Lage der Filterstrecken.

**Thematische Grundlage**  
LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2019): Geologische Profilschnitte in Niedersachsen – Kartenserver des Niedersächsischen Bodeninformationssysteme NIBIS®, <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>, Hannover.  
REUTTER, E. (2011): Hydrostratigraphische Gliederung Niedersachsen – Geofakten 21: 11 S.; Hannover (LBEG).

**Topographische Grundlage**  
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, www.gli.niedersachsen.de, www.lgn.niedersachsen.de © 2005  
Auszug aus Daten des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, www.nlwkn.niedersachsen.de, Aktualisierungsstand: Juli 2009

**Ansprechpartner**  
Abteilung "Bergbauliche und geologische Grundlagen"  
- Referat Hydrogeologische Grundlagen -  
Dr. Jörg Eibracht  
Fon: +49 511 643-3613  
Fax: +49 511 643-533613  
Joerg.Eibracht@beg.niedersachsen.de



# Geologischer Profilschnitt in Niedersachsen

Länge 1 : 50 000 / Höhe 1 : 1 000

Leda\_Jümme\_links\_PS03 / PS\_200053

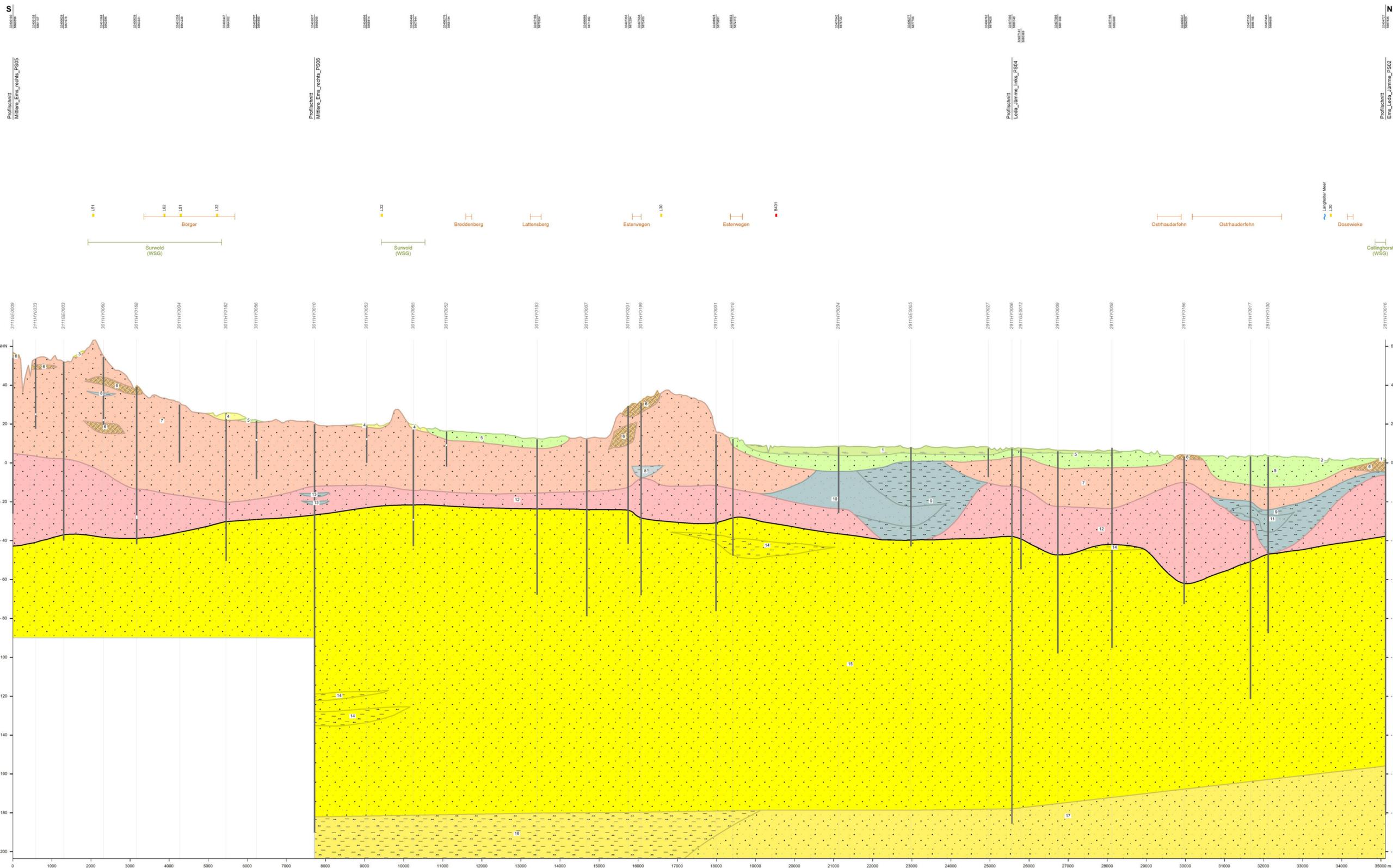


Niedersachsen

Ausgabe vom 25.05.2020

## Leda\_Jümme\_links\_PS03 / PS\_200053

- Geologischer Profilschnitt -



### Generallegende

#### Topographie

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Landstraße
- Fluss, Kanal
- See
- Ortslage

#### Thematik

- Bohrung mit BID
- Filterstrecke
- Geologische Schicht
- Schuppe
- Quartärbasis
- Störung
- Untere Profilgrenze

### Legende der geologischen Einheiten

#### Stratigraphie / Petrographie / Genese

- 1. Holozän / Torf / Moor
- 2. Holozän / Feinsand (schluffig) / fluviatil
- 3. Holozän / Feinsand / Dünenbildung
- 4. Weichsel-Kaltzeit-Holozän / Feinsand (mittelsandig (teilweise)) / Flugsand
- 5. Weichsel-Kaltzeit / Sand / fluviatil
- 6. Drenthe-Stadium / / Geschiebelehm, Geschiebemergel
- 7. Drenthe-Stadium / Sand (kiesig) / glazifluviatil
- 8. Drenthe-Stadium / Ton, Schluff / Beckenablagerung
- 9. Lauenburg-Schichten / Ton-Schluff / Beckenablagerung
- 10. Lauenburg-Schichten / Feinsand / Beckenablagerung
- 11. Lauenburg-Schichten / Sand / Beckenablagerung
- 12. Elster-Kaltzeit / Sand (kiesig) / glazifluviatil
- 13. Elster-Kaltzeit / Ton, Schluff / Beckenablagerung
- 14. Pliozän / Ton, Schluff / terrestrisch
- 15. Pliozän / Sand /
- 16. Miozän / Ton, Schluff /
- 17. Miozän / Sand /

**Erläuterungstext**  
 Geologische Profilschnitte vermitteln eine räumliche Vorstellung vom Aufbau des Untergrundes. Zur Erstellung der Schnitte wurden alle verfügbaren Informationen (z.B. Bohrungen, Geologische Karten, geophysikalische Daten) zusammengetragen, ausgewertet und unter Berücksichtigung der geologischen Entwicklung des Gebietes zu einem geologischen Gesamtbild zusammengefügt. Im Lockergesteinsbereich sind Bohrungen aus der "Bohrdatenbank Niedersachsen" (NBIS-BDN) die wichtigsten Eingangsdaten für die Konstruktion der Schnitte. Im Festgesteinsbereich liefern Lagerungs- und Mächtigkeitsangaben der Gesteinsschichten zusätzliche Angaben zum Aufbau des Untergrundes.

Der Maßstab der geologischen Profilschnitte ist 1: 50 000. Daher konnten Lockergesteinsschichten erst ab einer Mächtigkeit von mehr als 1 m und Festgesteinschichten ab einer Mächtigkeit von mehr als 10 m dargestellt werden. Um die Lesbarkeit der Profilschnitte zu verbessern, mussten sie überhöht dargestellt werden, wobei für Lockergesteinsschnitte eine 5-fache, für Festgesteinschnitte eine 5-fache Überhöhung gewählt wurde. Dabei ist zu beachten, dass sich die Überhöhung auch auf die Darstellung der Lagerungssituation auswirkt. Sie verursacht ein scheinbares Einfallen, was bei der Beurteilung von z.B. sehr steilen Rinneinfanken oder sehr steil einfallenden Schichten zu berücksichtigen ist.

Die Schichten wurden anhand der wichtigsten stratigraphischen, petrographischen und genetischen Eigenschaften zusammengefasst. Auf Grund der maßstabbedingten Generalisierung wurden dabei nur dominierende Eigenschaften dargestellt. Nur lokal vorkommende, geringmächtige Einschaltungen oder kleinräumig verbreitete Sonderfazies konnten nicht berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind weitere geologische Elemente wie tektonische Störungen, die Basis quartärzeitlich entstandener Sedimente sowie, häufig in idealisierter Form, glazitektonische Schuppen und Schollen verzeichnet.

Zusätzlich enthalten die Profilschnitte Angaben zu den wichtigsten topographischen Elementen (Ortschaften, Gewässer, Straßen) sowie zu Wasserschutzgebieten. Die im Profilschnitt verwendeten Bohrungen sind ebenfalls eingezeichnet. Während die Linien der Lockergesteinsschnitte direkt durch die Bohrpunkte verlaufen, werden die Bohrungen für die Festgesteinschnitte auf eine gerade Schnittlinie projiziert. Für Bohrungen die zu Grundwassermessstellen oder Brunnen ausgebaut wurden gibt es zusätzlich Angaben zur Lage der Filterstrecken.

**Thematische Grundlage**  
 RÖHM et al. (2009): Grundwasser-Monitoring - Erstellung Geologischer und Hydrostratigraphischer Schnitte zur Umsetzung der EG-WRRL 2007/2009  
 Röhm, H. & Witthoft, M.: Projektdokumentation, Übersichtskarte, 142 Profilschnitte; Hannover (unveröff. Archivat. LBEG).

**Topographische Grundlage**  
 Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, www.gli.niedersachsen.de, © 2005

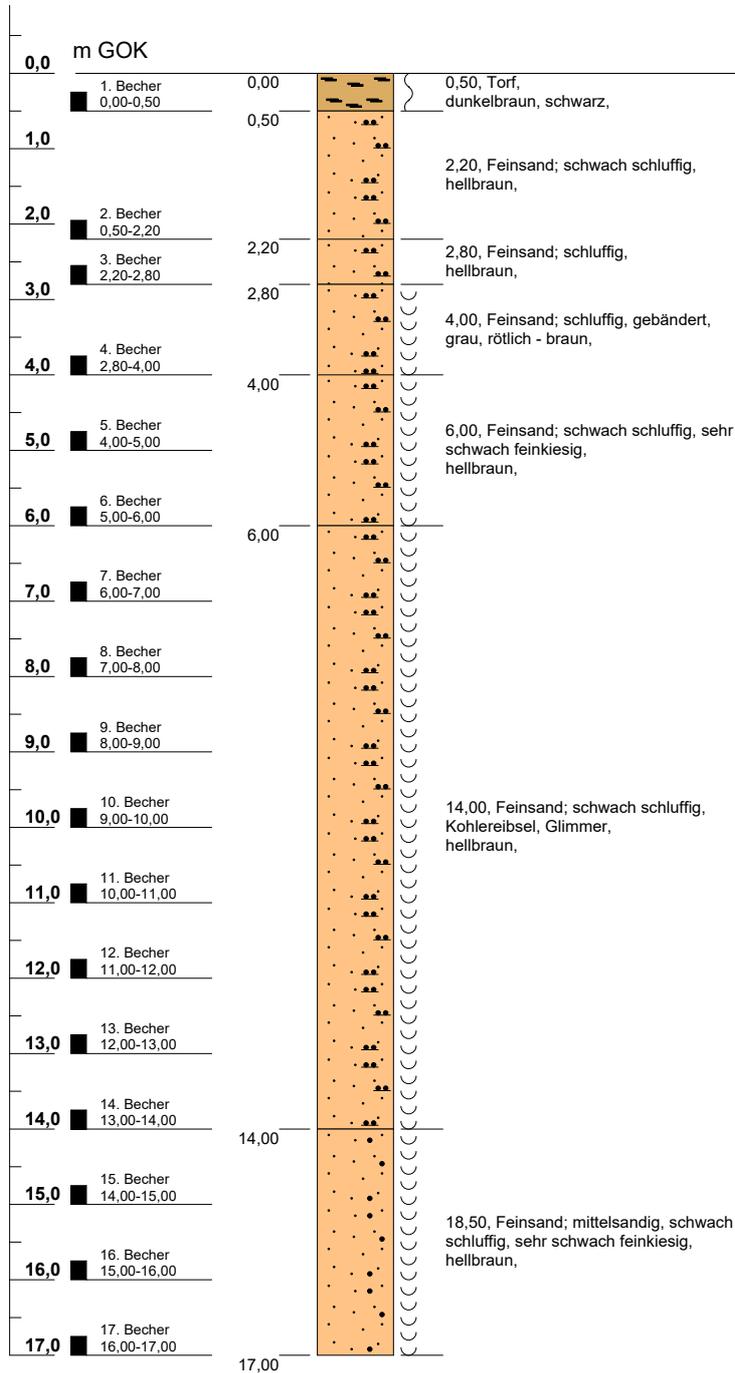
**Ansprechpartner**  
 Abteilung "Bergbauliche und geologische Grundlagen"  
 - Referat Hydrogeologische Grundlagen -  
 Dr. Jörg Eibracht  
 Fon: +49 511 643-3613  
 Fax: +49 511 643-533613  
 Joerg.Eibracht@bag.niedersachsen.de

**Anlage 5:** Bohrprofile und Ausbauzeichnungen  
Grundwassermessstellen ‚B-GWM 16‘  
(Vulhop+Becker GmbH & Co. KG)

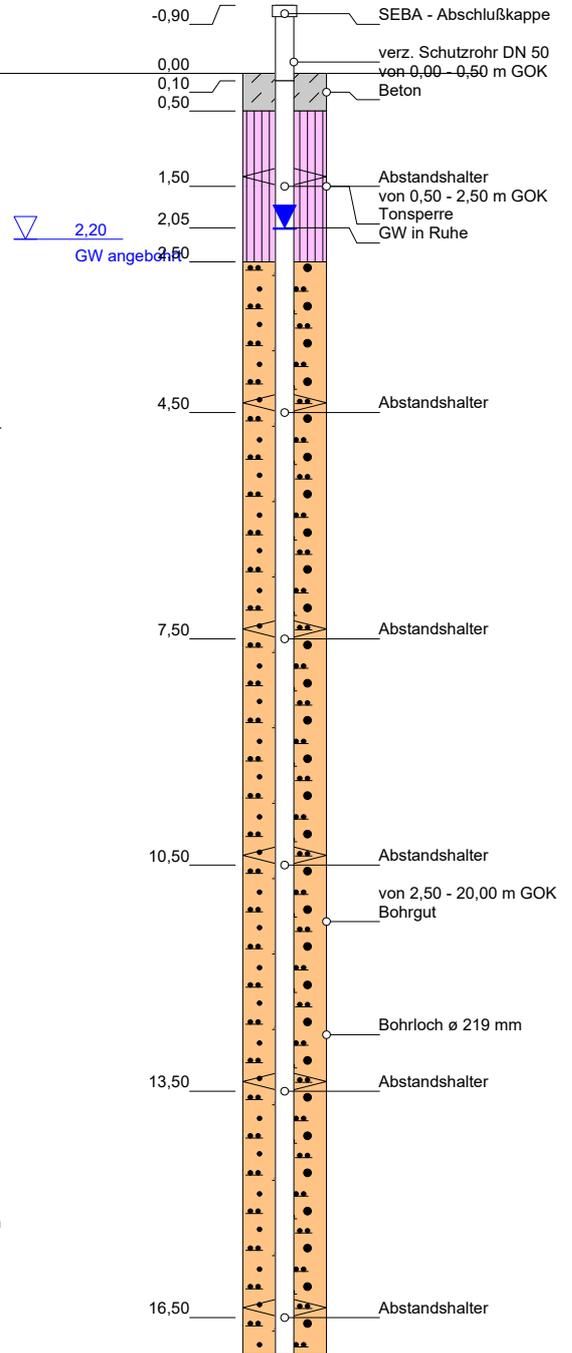
# B - GWM 16

Elisabethfehner Str.

## Bohrprofil [0,00 m u. GOK]



## Ausbau GW-Messstelle [m GOK]



### Projekt-Nr.: 20 4060

Geräteführer: Herr J. Hartmann [ nach Fachkraft - DIN EN ISO 22475-1 ]

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 2

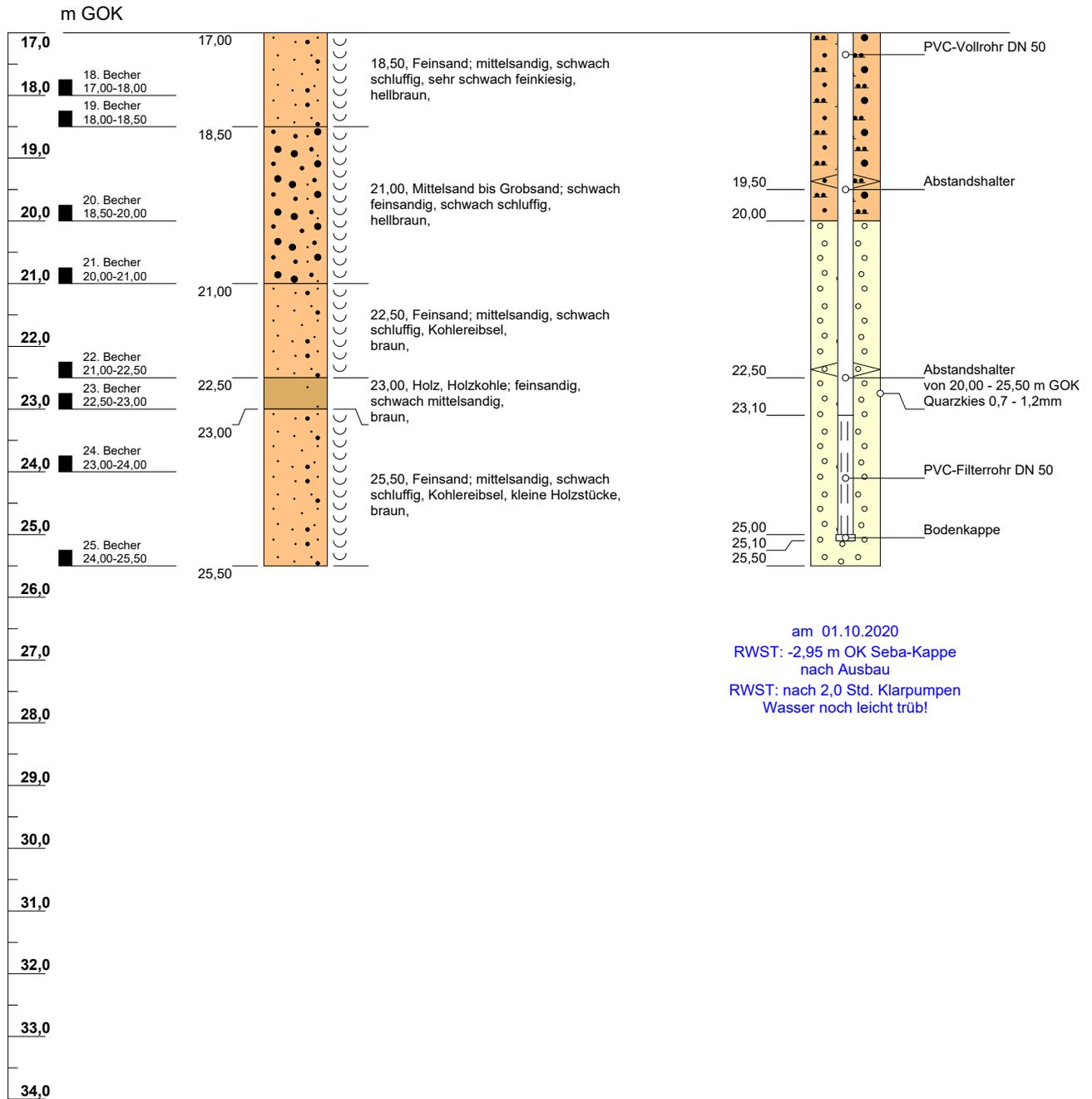
<b>Projekt: Sandentnahmestelle in Ramsloh-Saterland</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG 26180 Rastede Tannenkrugstraße 42 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0 Telefax: +49 (441) 99 90 99-29 www.vulhop-becker.de
<b>Bohrung: B - GWM 16</b>		
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG	Rechtswert: 0,0	<b>Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung</b>
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann Datum: 12.10.2020	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 30.09.2020 bis: 01.10.2020	Endtiefe: <b>25,50 m</b>	

# B - GWM 16

Elisabethfehner Str.

## Bohrprofil [0,00 m u. GOK]

## Ausbau GW-Messstelle [m GOK]



**Projekt-Nr.: 20 4060**

Geräteführer: Herr J. Hartmann [ nach Fachkraft - DIN EN ISO 22475-1 ]

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 2 von 2

<b>Projekt: Sandentnahmestelle in Ramsloh-Saterland</b>		
<b>Bohrung: B - GWM 16</b>		
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG	Rechtswert: 0,0	<b>Vulhop+Becker GmbH &amp; Co. KG</b> 26180 Rastede Tannenkrugstraße 42 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0 Telefax: +49 (441) 99 90 99-29 www.vulhop-becker.de <b>Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung</b>
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann Datum: 12.10.2020	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 30.09.2020 bis: 01.10.2020	Endtiefe: <b>25,50 m</b>	

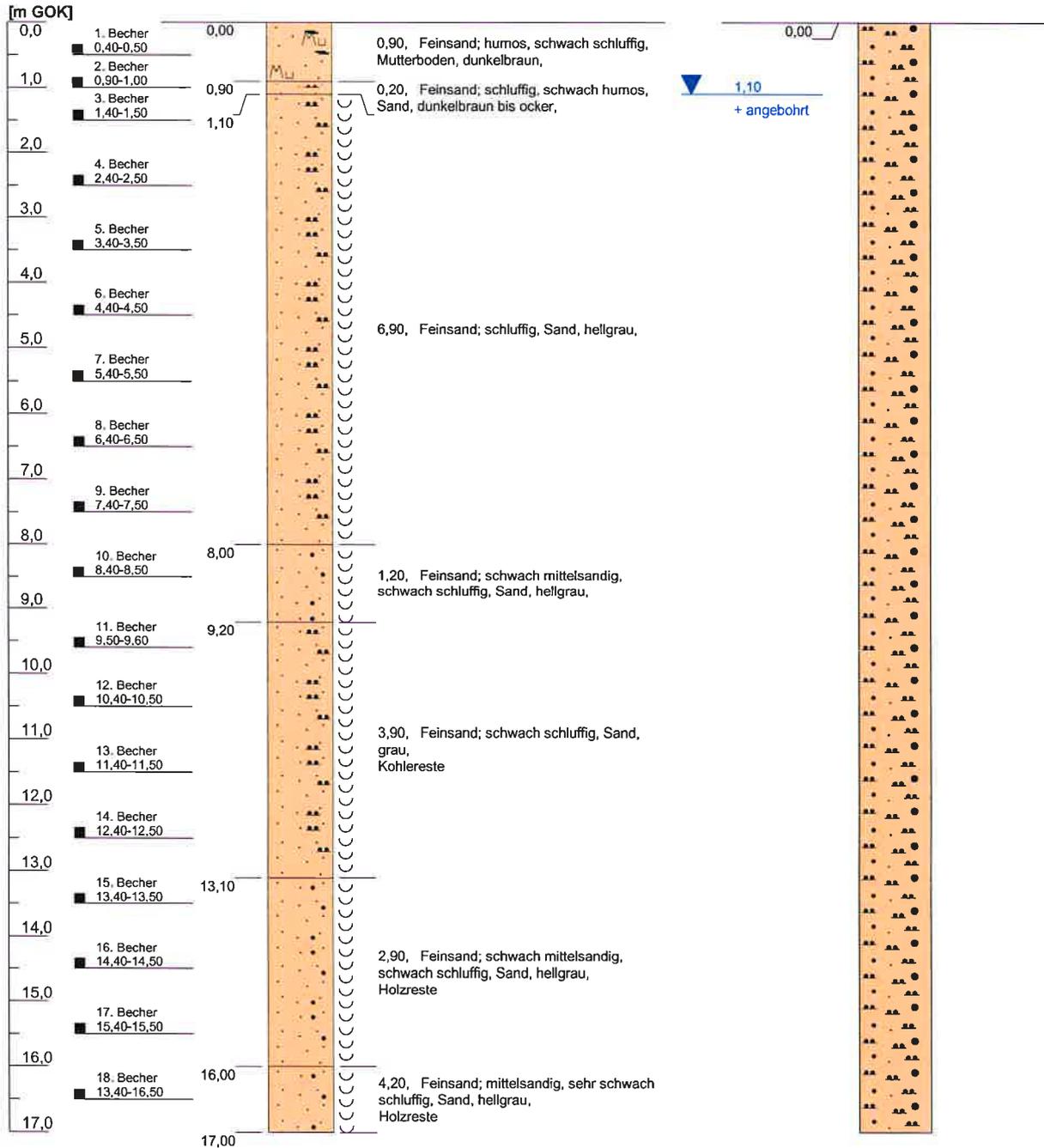
**Anlage 6:** Bohrprofile ‚B1‘ und ‚B2‘  
(Vulhop+Becker GmbH & Co. KG)

# B 1

( Elisabethfehner Str. )

## Bohrprofil [0,00 m GOK]

## Bohrlochverfüllung [m GOK]



**Projekt-Nr.: 16 3543**

**Geräteführer: Steffen / Nitschke [ nach ]**

Höhenmaßstab: 1:100    Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 3

<b>Projekt: Sandentnahmestelle - Saterland/Ramsloh</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede          Butjadinger Straße 76          Telefon: +49 (441) 99 90 99-0          Telefax: +49 (441) 99 90 99-29          www.vulhop-becker.de</small>
<b>Bohrung: B 1</b>	Geä.:	
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG Transportunterneh	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann      Datum: 21.03.2016	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 15.03.2016      bis: 17.03.2016	Endtiefe: <b>35,00 m</b>	

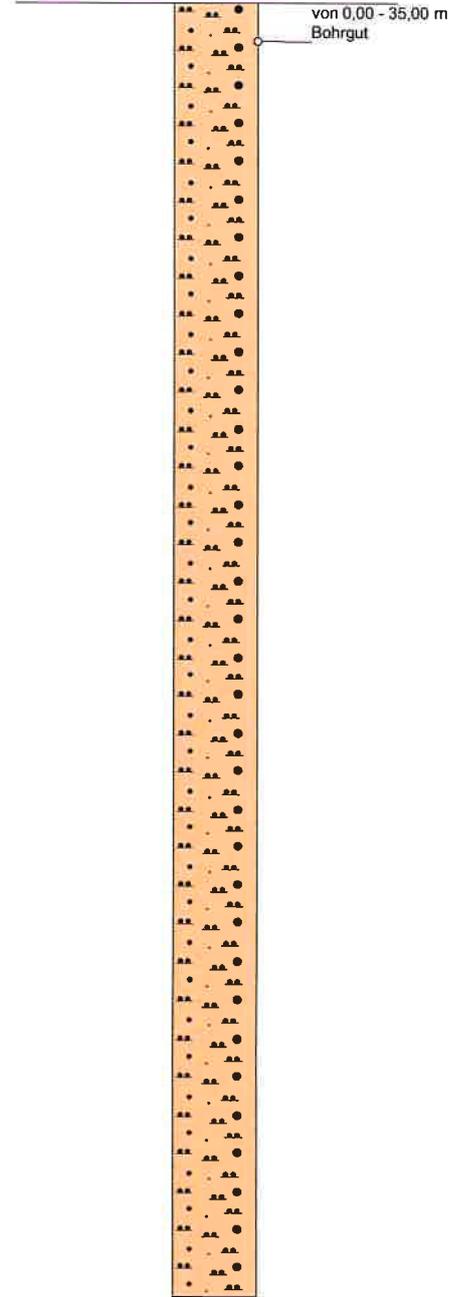
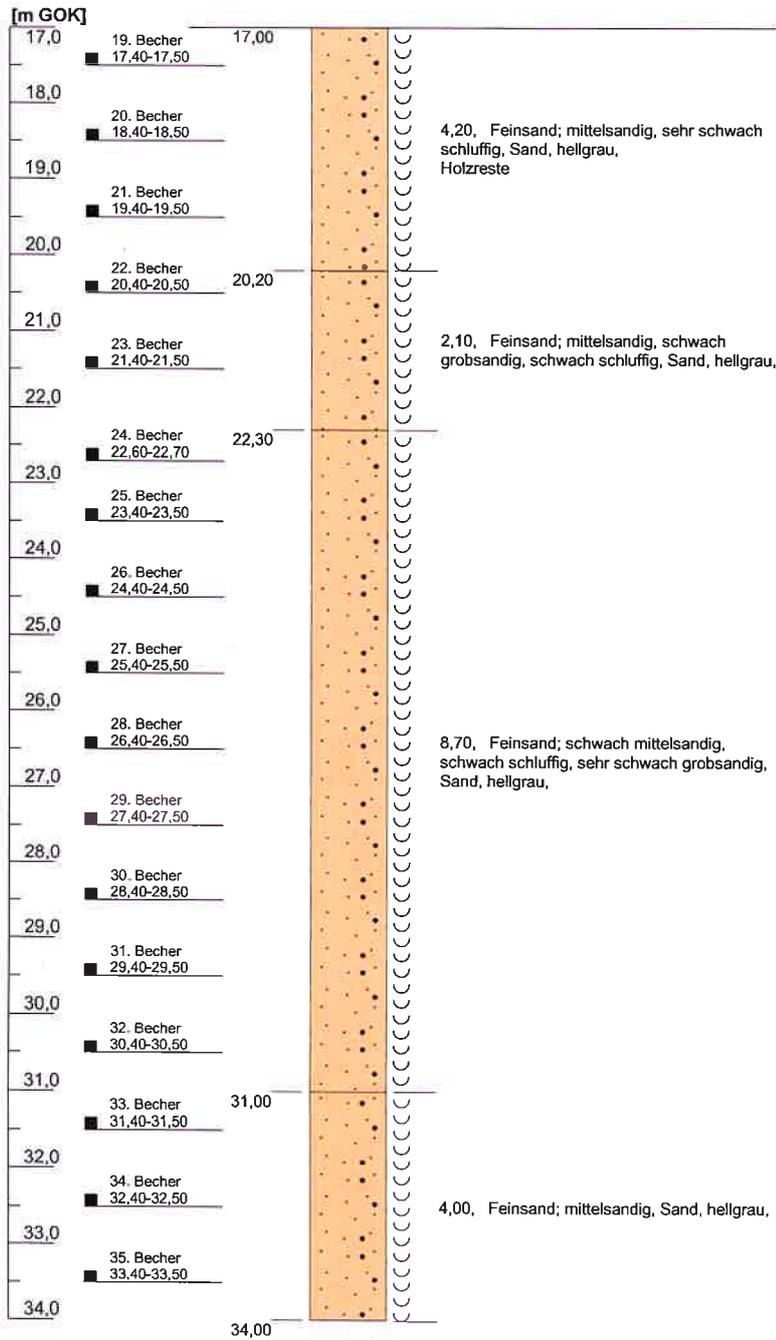
**Brunnenbau,  
Drucksondierungen,  
Baugrunderkundung**

# B 1

( Elisabethfehrer Str. )

## Bohrprofil [0,00 m GOK]

## Bohrlochverfüllung [m GOK]



**Projekt-Nr.: 16 3543**

**Geräteführer: Steffen / Nitschke [ nach ]**

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 2 von 3

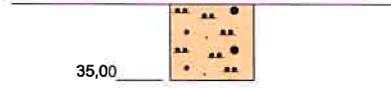
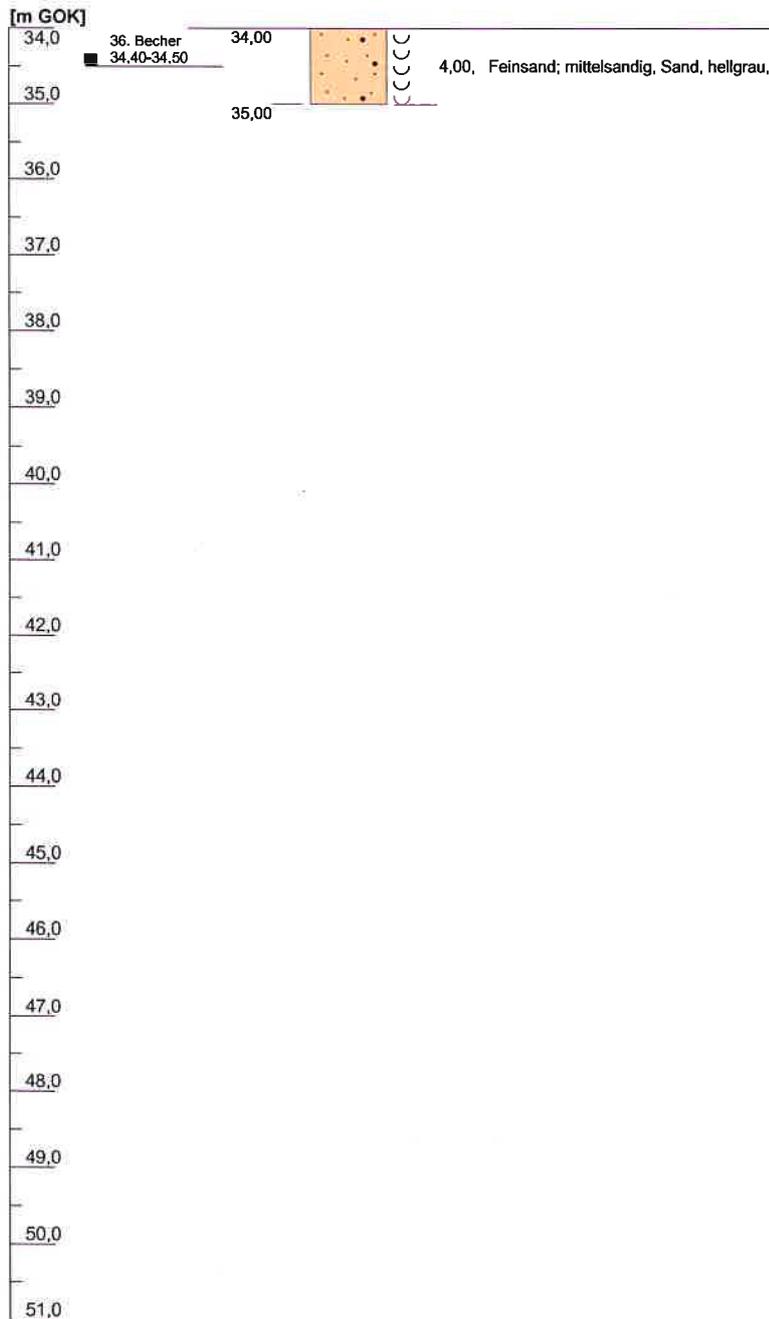
<b>Projekt: Sandentnahmestelle - Saterland/Ramsloh</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede          Butjadinger Straße 76          Telefon: +49 (441) 99 90 99-0          Telefax: +49 (441) 99 90 99-29          www.vulhop-becker.de</small>
<b>Bohrung: B 1</b>	Geä.:	
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG Transportunterneh	Rechtswert: 0,0	<b>Brunnenbau,          Drucksondierungen,          Baugrunderkundung</b>
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann Datum: 21.03.2016	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 15.03.2016 bis: 17.03.2016	Endtiefe: <b>35,00 m</b>	

# B 1

( Elisabethfehrer Str. )

## Bohrprofil [0,00 m GOK]

## Bohrlochverfüllung [m GOK]



**Projekt-Nr.: 16 3543**

**Geräteführer: Steffen / Nitschke [ nach ]**

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 3 von 3

<b>Projekt: Sandentnahmestelle - Saterland/Ramsloh</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Butjadinger Straße 76                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-29                  www.vulhop-becker.de</small>
<b>Bohrung: B 1</b>	Geä.:	
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG Transportunterneh	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann Datum: 21.03.2016	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 15.03.2016 bis: 17.03.2016	Endtiefe: <b>35,00 m</b>	

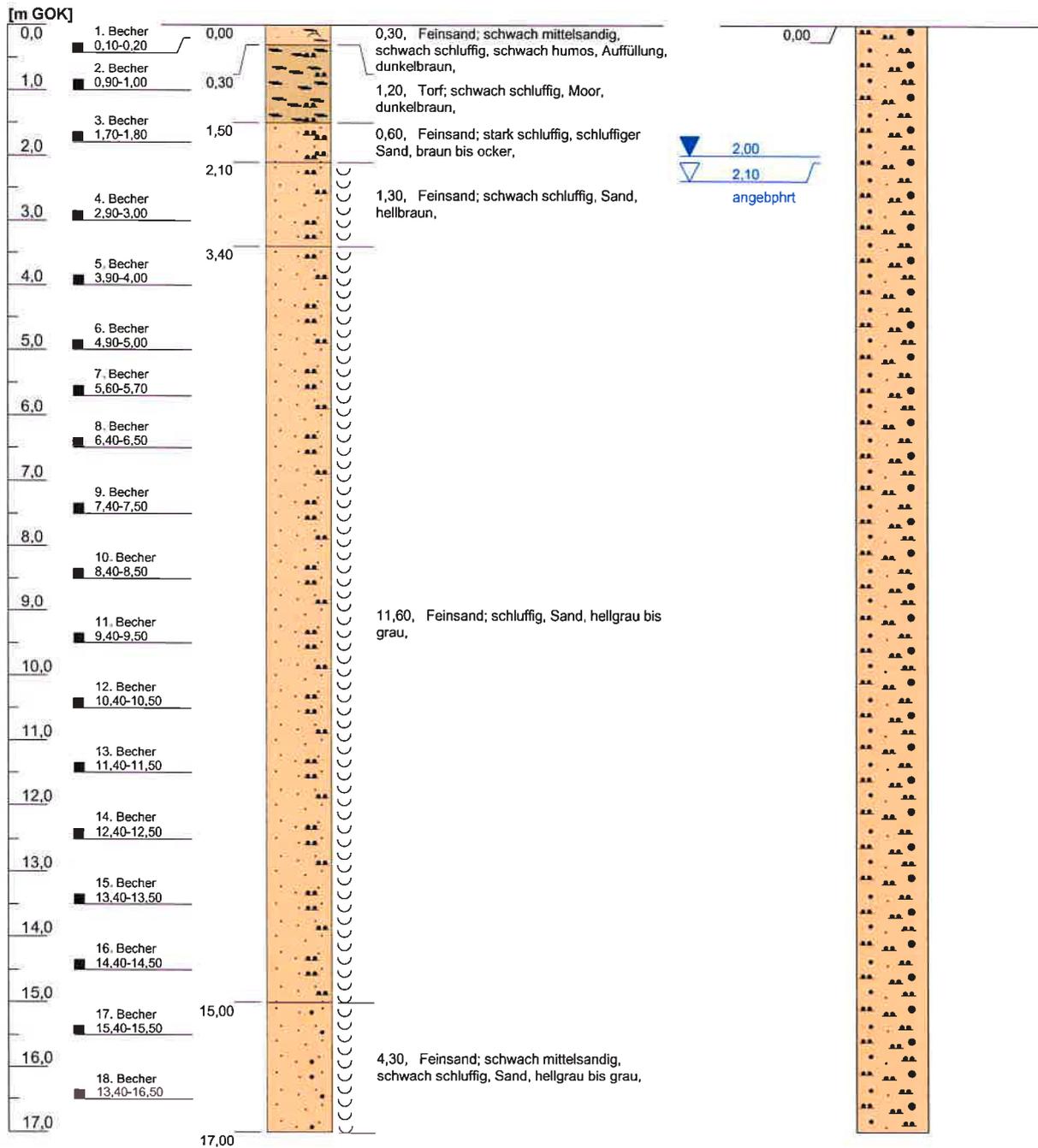
**Brunnenbau,  
Drucksondierungen,  
Baugrunderkundung**

## B 2

( Elisabethfehner Str. )

### Bohrprofil [0,00 m GOK]

### Bohrlochverfüllung [m GOK]



**Projekt-Nr.: 16 3543**

**Geräteführer: Steffen / Nitschke [ nach ]**

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 3

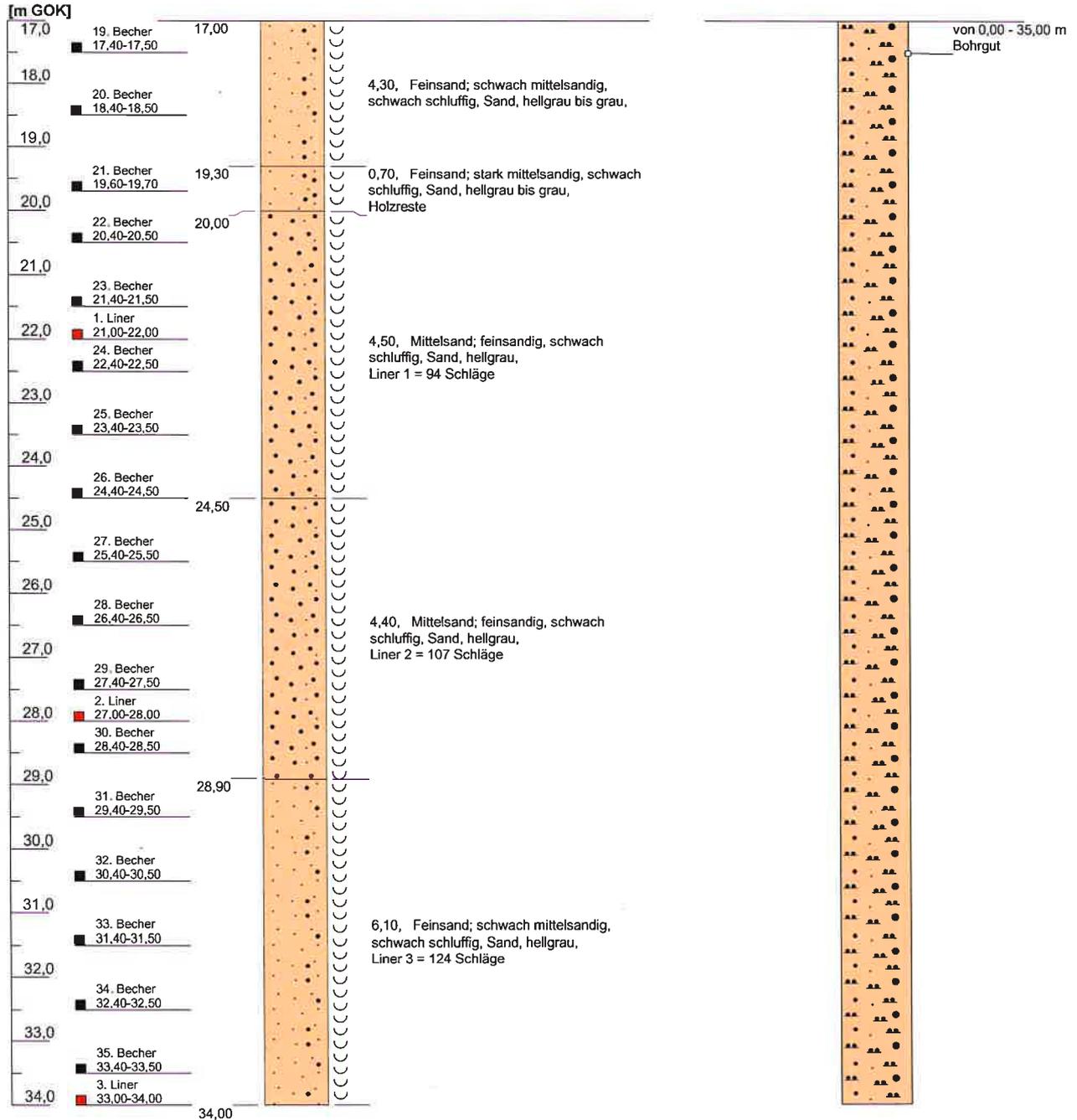
<b>Projekt: Sandentnahmestelle - Saterland/Ramsloh</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG 26180 Rastede Bütjadinger Straße 76 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0 Telefax: +49 (441) 99 90 99-29 www.vulhop-becker.de <b>Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung</b>
<b>Bohrung: B 2</b>	Geä: _____	
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG Transportunterneh	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann Datum: 21.03.2016	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 17.03.2016 bis: 18.03.2016	Endtiefe: <b>35,00 m</b>	

## B 2

( Elisabethfehner Str. )

### Bohrprofil [0,00 m GOK]

### Bohrlochverfüllung [m GOK]



**Projekt-Nr.: 16 3543**

**Geräteführer: Steffen / Nitschke [ nach ]**

Höhenmaßstab: 1:100    Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 2 von 3

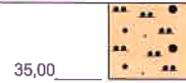
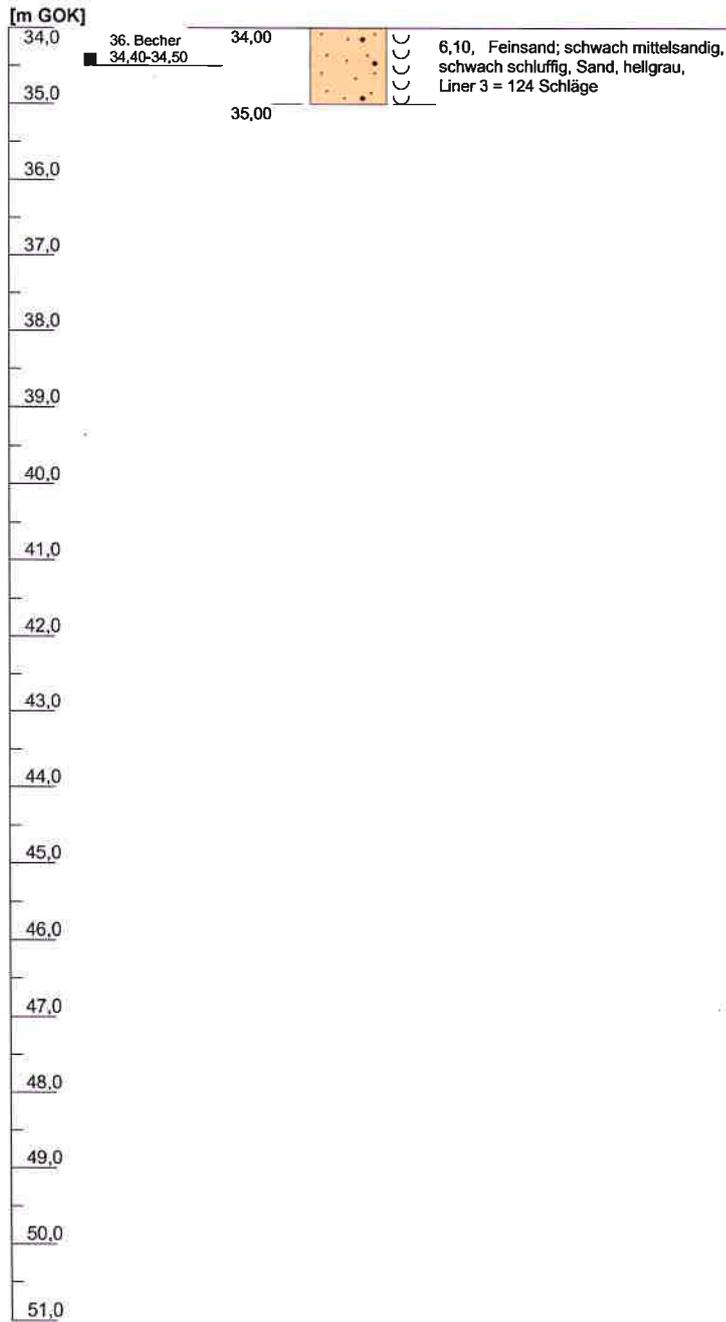
<b>Projekt: Sandentnahmestelle - Saterland/Ramsloh</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG
<b>Bohrung: B 2</b>	Geä.:	
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG Transportunterneh	Rechtswert: 0,0	26180 Rastede Butjadinger Straße 76 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0 Telefax: +49 (441) 99 90 99-29 www.vulhop-becker.de
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann      Datum: 21.03.2016	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 17.03.2016      bis: 18.03.2016	Endtiefe: <b>35,00 m</b>	

## B 2

( Elisabethfehrer Str. )

### Bohrprofil [0,00 m GOK]

### Bohrlochverfüllung [m GOK]



**Projekt-Nr.: 16 3543**

**Geräteführer: Steffen / Nitschke [ nach ]**

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 3 von 3

<b>Projekt: Sandentnahmestelle - Saterland/Ramsloh</b>		 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Butjadinger Straße 76                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-29                  www.vulhop-becker.de</small> <b>Brunnenbau,                  Drucksondierungen,                  Baugrunderkundung</b>
<b>Bohrung: B 2</b>	Geä.:	
Auftraggeber: Niemeyer GmbH & Co. KG Transportunterneh	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Vulhop+Becker GmbH & Co. KG	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: B. Kollmann Datum: 21.03.2016	Ansatzhöhe: <b>0,00 m GOK</b>	
Bohrdatum von: 17.03.2016 bis: 18.03.2016	Endtiefe: <b>35,00 m</b>	

## **Anlage 7: Ergebnisse Korngrößenanalysen**



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Bearbeiter: van Schelve

Datum: 25.04.2022

# Körnungslinie

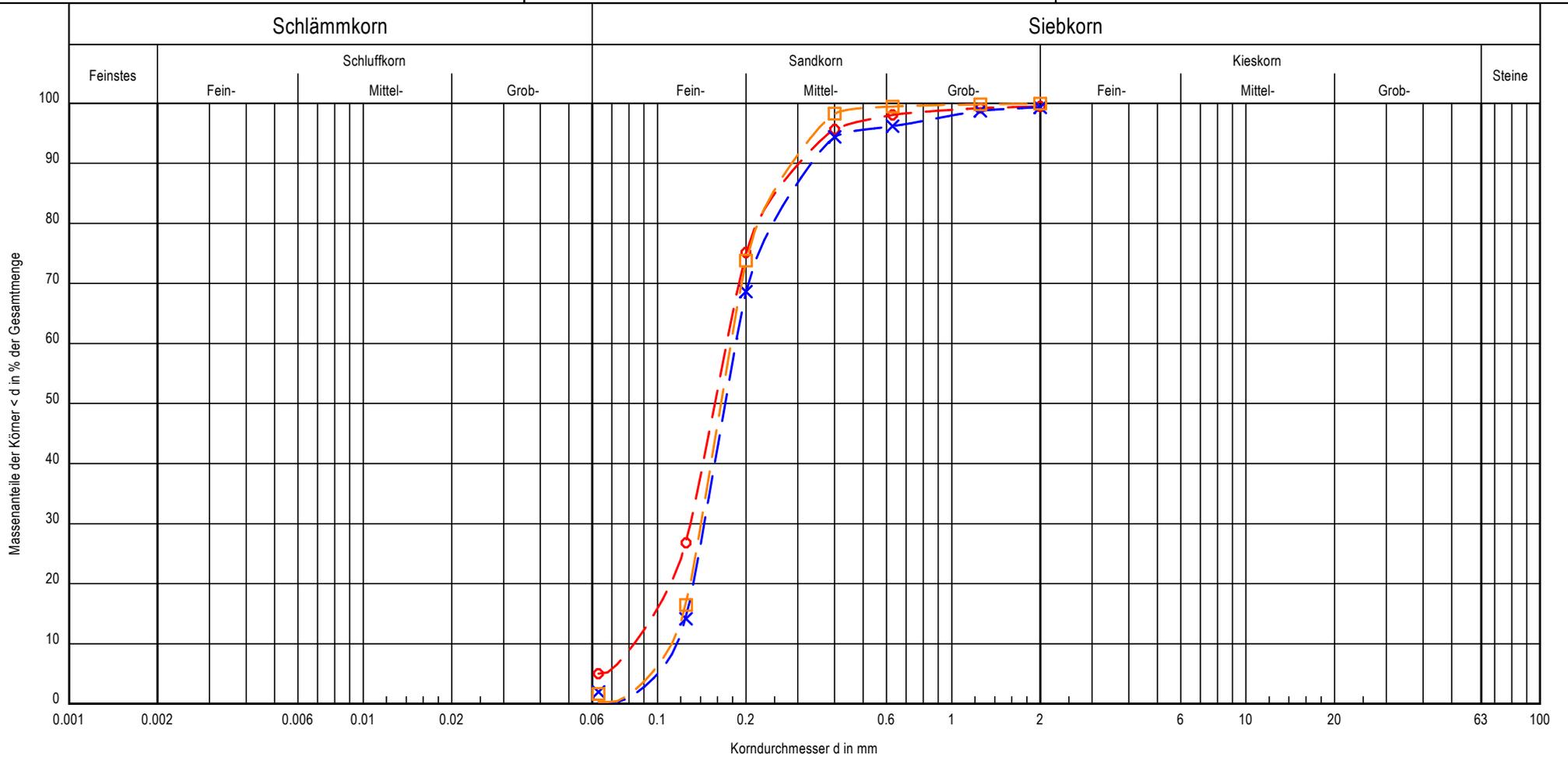
## DIN 18123

Prüfungsnummer: 4983-2021

Probe entnommen am: 01.10.2020

Art der Entnahme: Trockenbohrung

Arbeitsweise:



Bezeichnung:	4983-2021-KA-1	4983-2021-KA-2	4983-2021-KA-3	Bemerkungen:	Bericht: 4983-2021 Anlage: Körnungslinie GWM16-KA-1-3
Bodenart:	fS, ms	mS, gs, fs'	fS, ms		
Bodengruppe:	SU	SE	SE		
k [m/s] (Beyer):	$6.9 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$1.4 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	4983-2021-GWM 16-KA 1	4983-2021-GWM 16 - KA 2	4983-2021-GWM 16 - KA 3		
Cu/Cc	2.1/1.2	1.6/1.0	1.6/1.0		



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Bearbeiter: van Schelve

Datum: 25.04.2022

# Körnungslinie

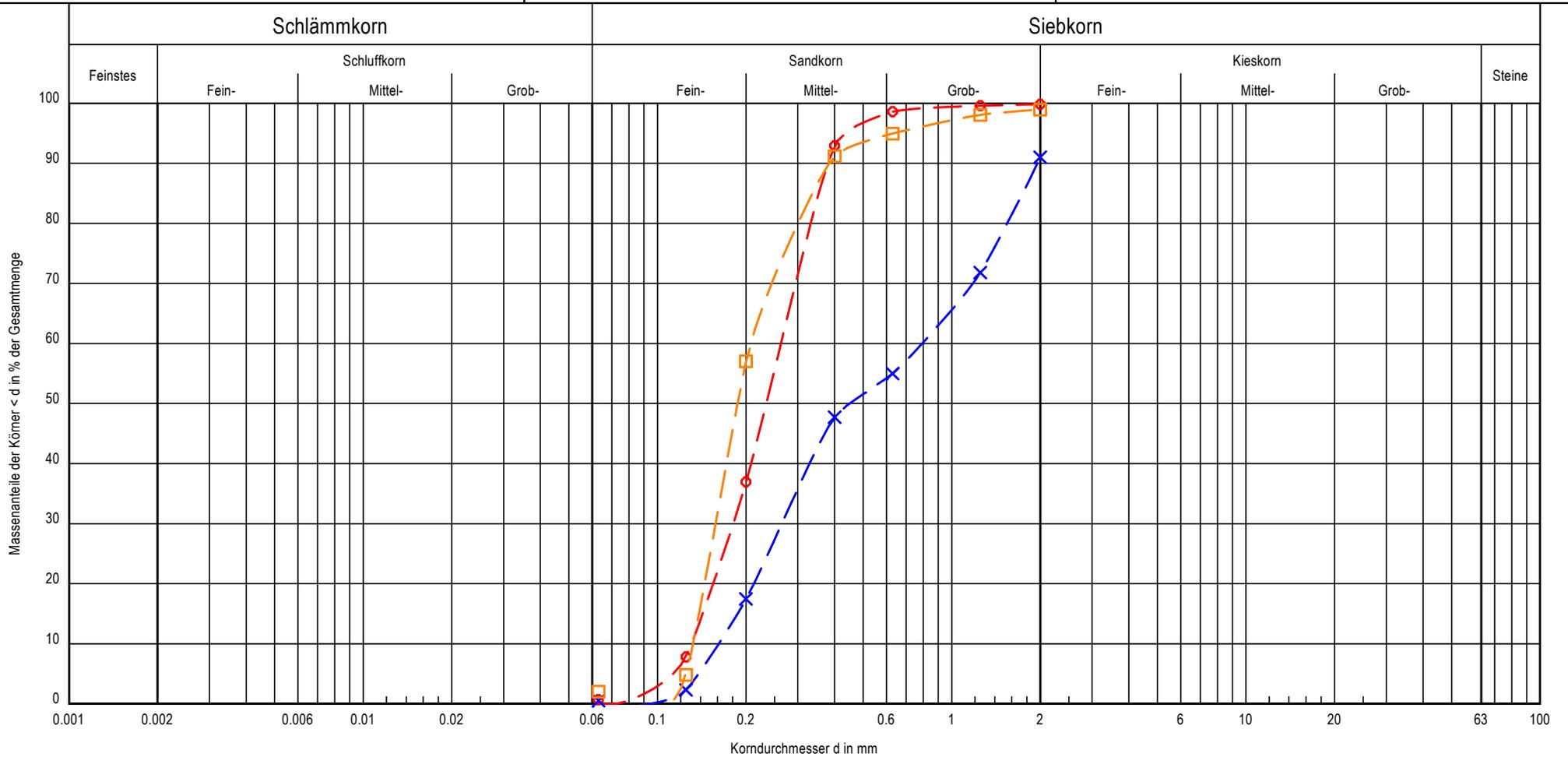
## DIN 18123

Prüfungsnummer: 4983-2021

Probe entnommen am: 01.10.2020

Art der Entnahme: Trockenbohrung

Arbeitsweise:



Bezeichnung:	4983-2021-KA-4	4983-2021-KA-5	4983-2021-KA-6	Bemerkungen:	Bericht: 4983-2021 Anlage: Körnungslinie GWM16-KA-4-6
Bodenart:	mS, f <sub>s</sub>	mS, gs, f <sub>s</sub> '	fS, ms		
Bodengruppe:	SE	SE	SE		
k [m/s] (Beyer):	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.3 \cdot 10^{-4}$	$1.9 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	4983-2021-GWM 16-KA 4	4983-2021-GWM 16 - KA 5	4983-2021-GWM 16 - KA 6		
Cu/Cc	2.0/1.0	4.9/0.5	1.6/0.9		



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Bearbeiter: van Schelve

Datum: 12.05.2022

# Körnungslinie

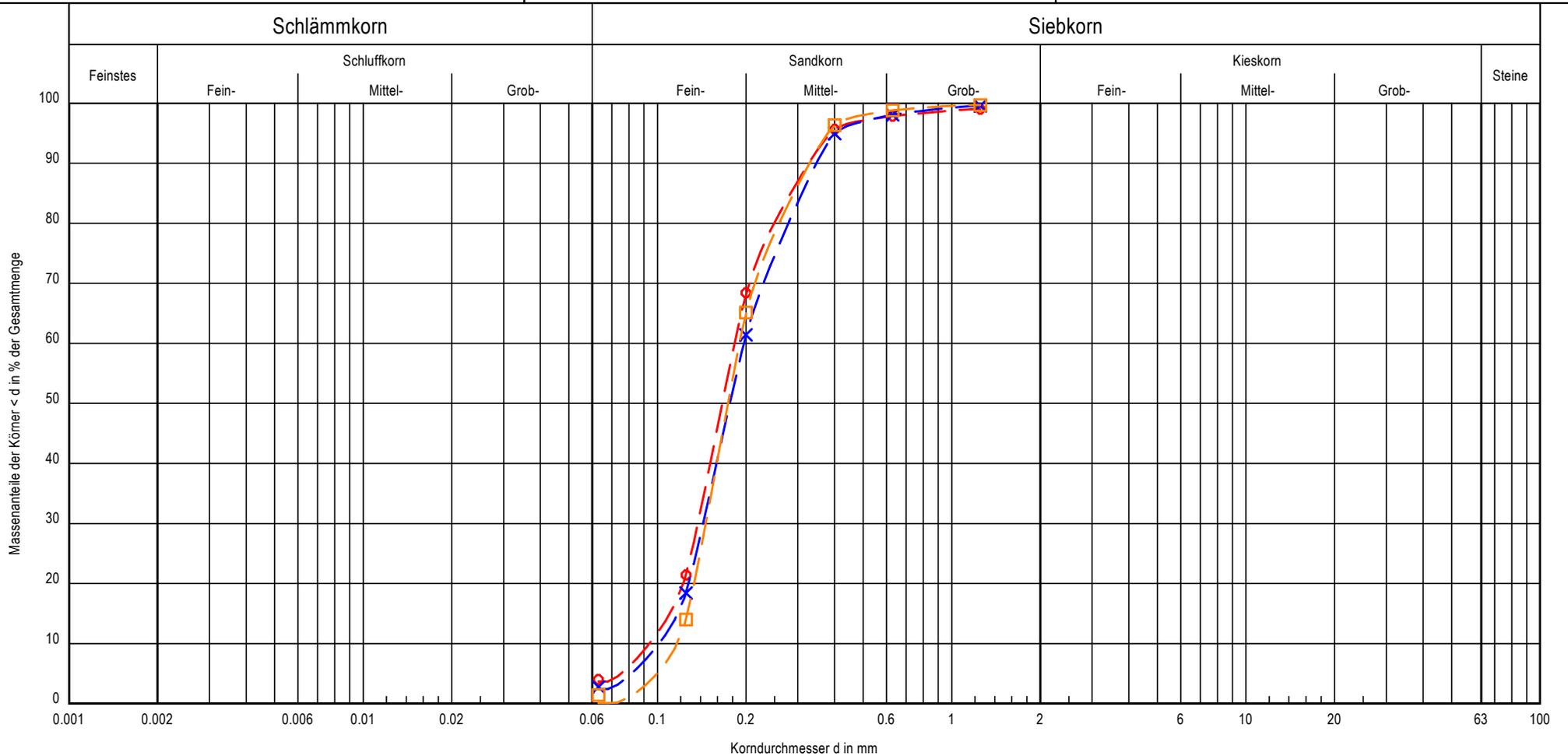
DIN 18123

Prüfungsnummer: 4983-2021

Probe entnommen am: 15-17.03.2016

Art der Entnahme: Trockenbohrung

Arbeitsweise:



Bezeichnung:	4983-2021-KA-7	4983-2021-KA-8	4983-2021-KA-9	Bemerkungen:	Bericht: 4983-2021 Anlage: Körnungslinie B1-KA7-9
Bodenart:	fS, ms	fS, m $\bar{s}$	fS, m $\bar{s}$		
Bodengruppe:	SE	SE	SE		
k [m/s] (Beyer):	$9.7 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	4983-2021-B1-KA 7	4983-2021-B1- KA 8	4983-2021-B1 - KA-9		
Cu/Cc	1.9/1.1	1.9/1.0	1.6/1.0		



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Bearbeiter: van Schelve

Datum: 12.05.2022

# Körnungslinie

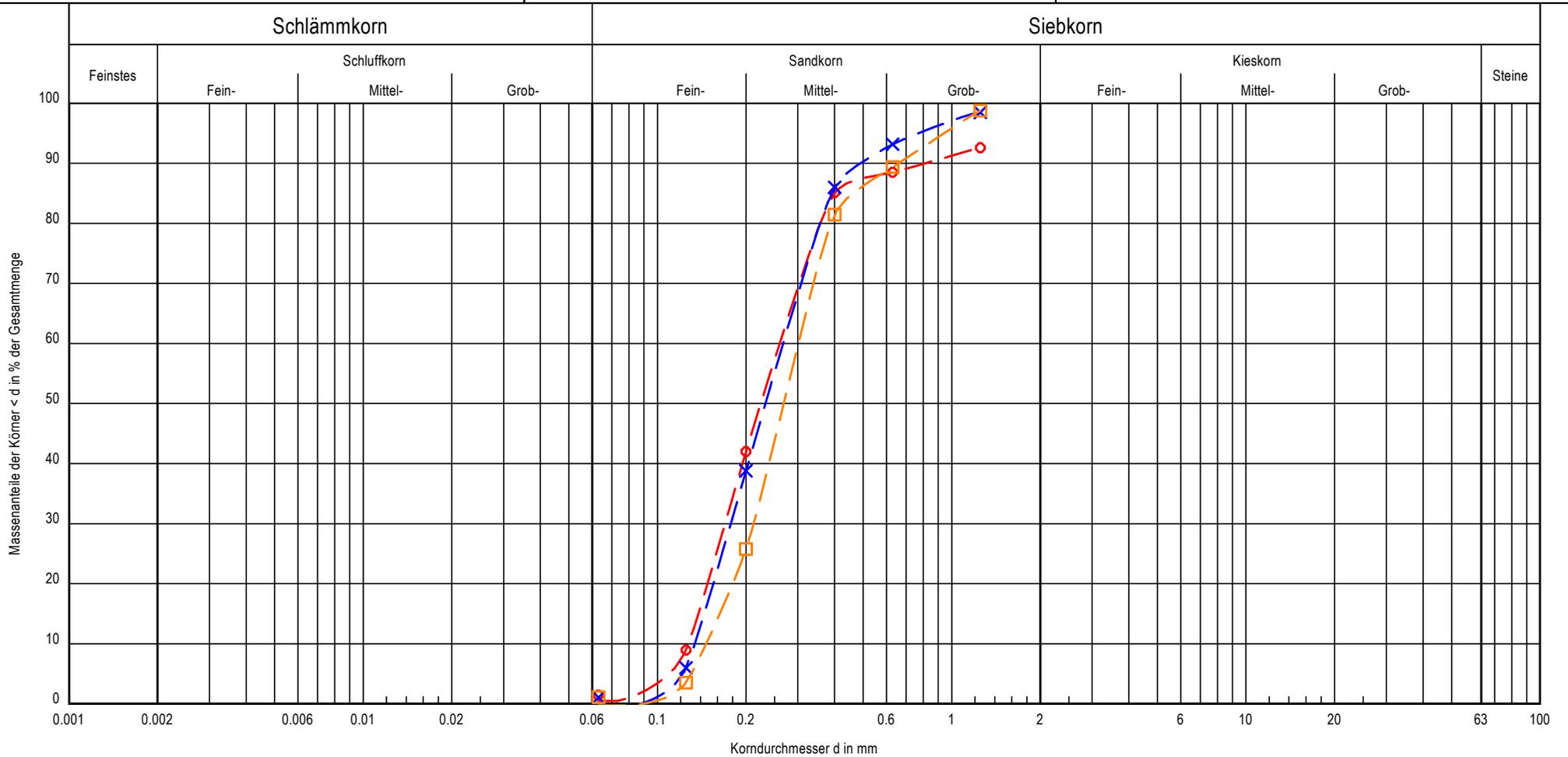
DIN 18123

Prüfungsnummer: 4983-2021

Probe entnommen am: 15-17.03.2016

Art der Entnahme: Trockenbohrung

Arbeitsweise:



Bezeichnung:	4983-2021-KA-10	4983-2021-KA-11	4983-2021-KA-12	Bemerkungen:	Bericht: 4983-2021 Anlage: Körnungslinie B1-KA10-12
Bodenart:	fS, mS, gs'	mS, fs, gs'	mS, fs, gs'		
Bodengruppe:	SE	SE	SE		
k [m/s] (Beyer):	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$2.1 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	4983-2021-B1-KA 10	4983-2021-B1- KA 11	4983-2021-B1 - KA-12		
Cu/Cc	2.0/0.9	2.0/0.9	2.1/1.0		



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Bearbeiter: van Schelve

Datum: 12.05.2022

# Körnungslinie

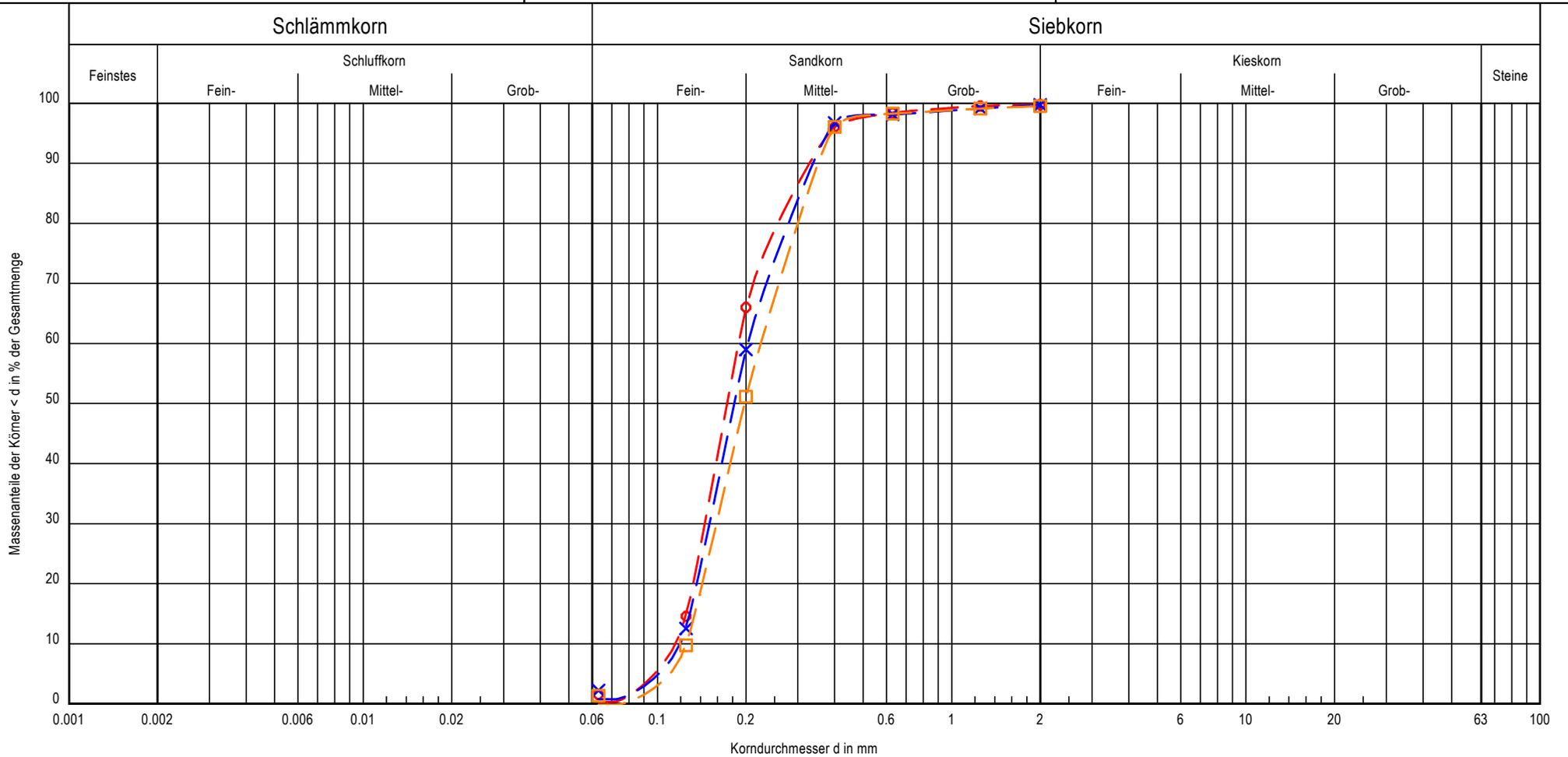
DIN 18123

Prüfungsnummer: 4983-2021

Probe entnommen am: 17-18.03.2016

Art der Entnahme: Trockenbohrung

Arbeitsweise:



Bezeichnung:	4983-2021-KA-13	4983-2021-KA-14	4983-2021-KA-15	Bemerkungen:	Bericht: 4983-2021 Anlage: Körnungslinie B1-KA113-15
Bodenart:	fS, m $\bar{s}$	fS, m $\bar{s}$	fS, mS		
Bodengruppe:	SE	SE	SE		
k [m/s] (Beyer):	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$1.7 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	4983-2021-B2-KA 13	4983-2021-B2- KA 14	4983-2021-B2 - KA-15		
Cu/Cc	1.6/1.0	1.7/0.9	1.8/0.9		



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Bearbeiter: van Schelve

Datum: 12.05.2022

# Körnungslinie

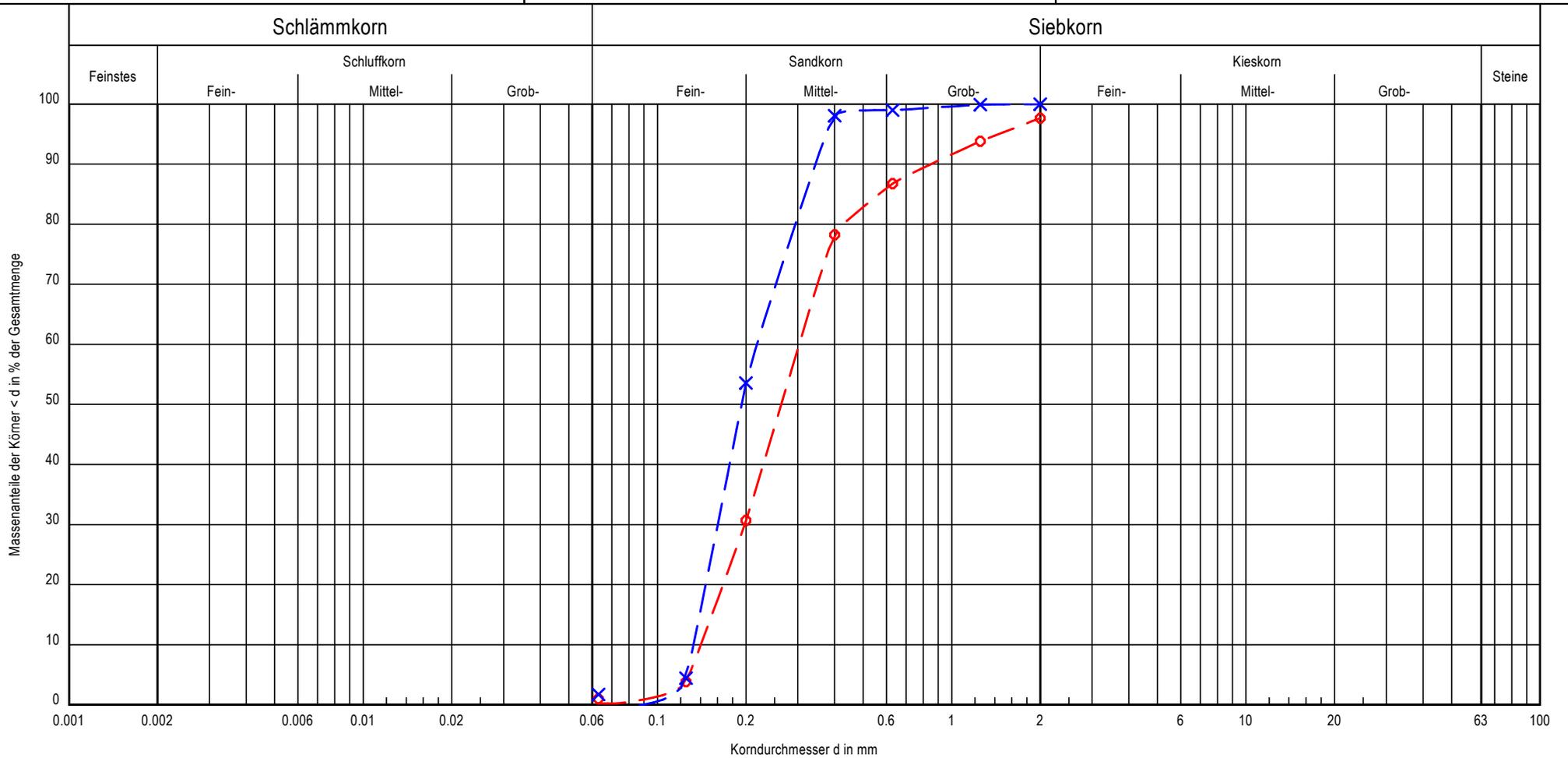
DIN 18123

Prüfungsnummer: 4983-2021

Probe entnommen am: 17-18.03.2016

Art der Entnahme: Trockenbohrung

Arbeitsweise:



Bezeichnung:	4983-2021-KA-16	4983-2021-KA-18	Bemerkungen:	Bericht: 4983-2021 Anlage: Körnungslinie B1-KA113-15
Bodenart:	mS, fs, gs'	fs, mS		
Bodengruppe:	SE	SE		
k [m/s] (Beyer):	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$1.9 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	4983-2021-B2-KA 16	4983-2021-B2- KA 18		
Cu/Cc	2.2/0.9	1.6/0.9		

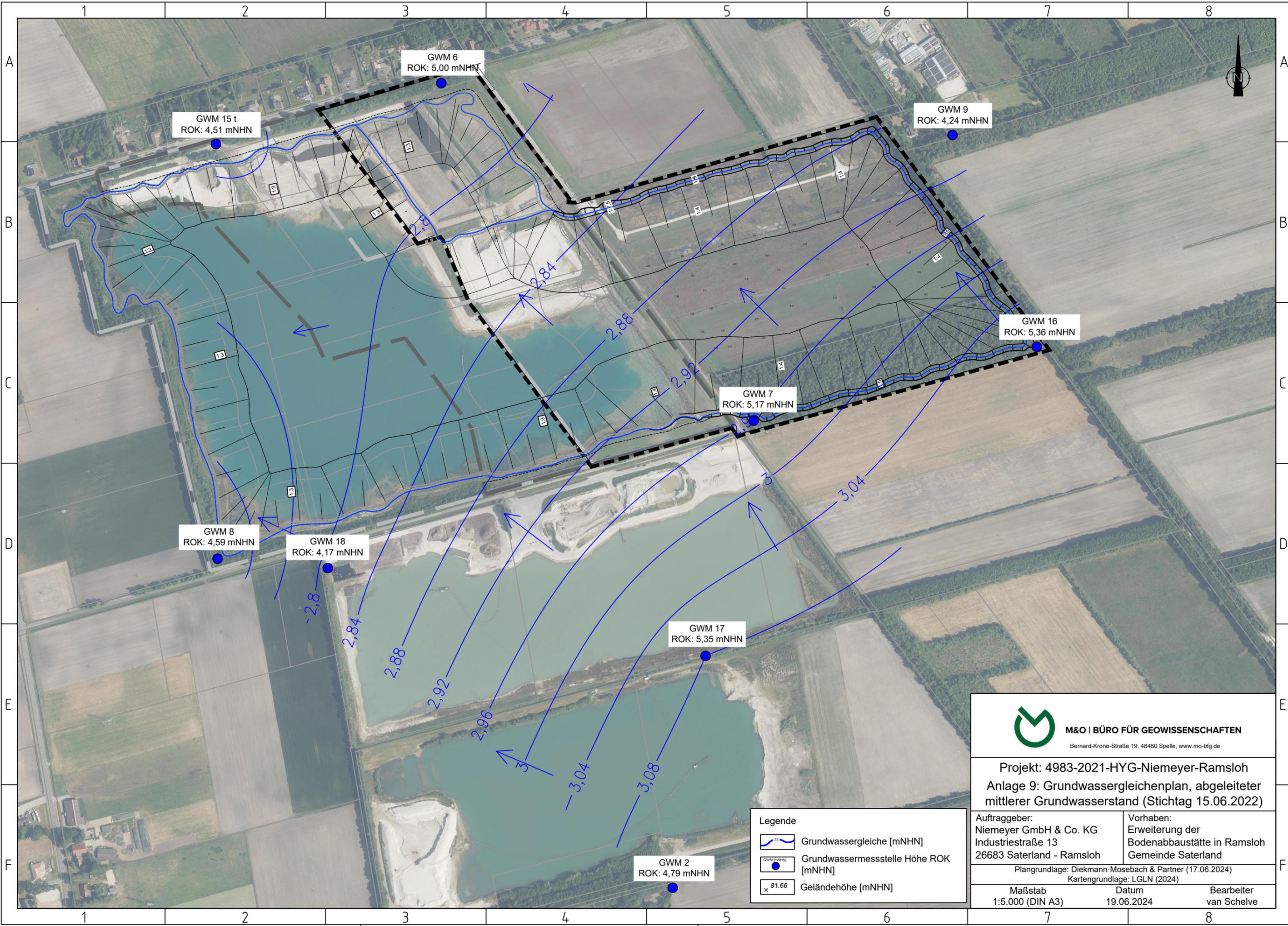
## **Anlage 8: Grundwasserspiegeldaten**

## Anlage 8: Grundwasserspiegeldaten

Messstelle:	GWM 2		GWM 6		GWM 7		GWM 8		GWM 9	
ROK [mNHN]	4,79		5,00		5,17		4,59		4,24	
RW / HW	32414586,8	5884310,02	32414226	5885561,61	32414712,6	5885037	32413878	5884821,96	32415022,7	5885481,05
Datum	Abstich [m]	Höhe [mNHN]								
20.04.2022	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	3,04
28.04.2022	-	-	-	-	2,26	2,91	-	-	-	-
15.06.2022	1,86	2,93	2,42	2,58	2,4	2,77	2,1	2,49	1,54	2,7

Messstelle:	GWM 15 (flach)		GWM 15 (tief)		GWM 16		GWM 17		GWM 18	
ROK [mNHN]	4,51		4,51		5,36		5,35		4,17	
RW / HW	32413875,6	5885466,94	32413875,6	5885466,94	32415153,8	5885151,66	32414638	5884670,73	32414049,5	5884807,33
Datum	Abstich [m]	Höhe [mNHN]	Abstich [m]	Höhe [mNHN]	Abstich [m]	Höhe [mNHN]	Abstich [m]	Höhe [mNHN]	Abstich [m]	Höhe [mNHN]
20.04.2022	0,1	4,41	1,6	2,91	2,1	3,26	-	-	-	-
28.04.2022	1,18	3,33	1,69	2,82	2,26	3,1	-	-	1,43	2,74
15.06.2022	1,67	2,84	1,89	2,62	2,47	2,89	2,46	2,89	1,55	2,62

## **Anlage 9: Grundwassergleichenpläne**



GWM 15 t  
ROK: 4,51 mNHN

GWM 6  
ROK: 5,00 mNHN

GWM 9  
ROK: 4,24 mNHN

GWM 16  
ROK: 5,36 mNHN

GWM 7  
ROK: 5,17 mNHN

GWM 8  
ROK: 4,59 mNHN

GWM 18  
ROK: 4,17 mNHN

GWM 17  
ROK: 5,35 mNHN

GWM 2  
ROK: 4,79 mNHN



**M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN**  
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4983-2021-HYG-Niemeyer-Ramsloh  
Anlage 9: Grundwassergleichenplan, abgeleiteter mittlerer Grundwasserstand (Stichtag 15.06.2022)

Auftraggeber:  
Niemeyer GmbH & Co. KG  
Industriestraße 13  
26683 Saterland - Ramsloh

Vorhaben:  
Erweiterung der  
Bodenabbaustätte in Ramsloh  
Gemeinde Saterland

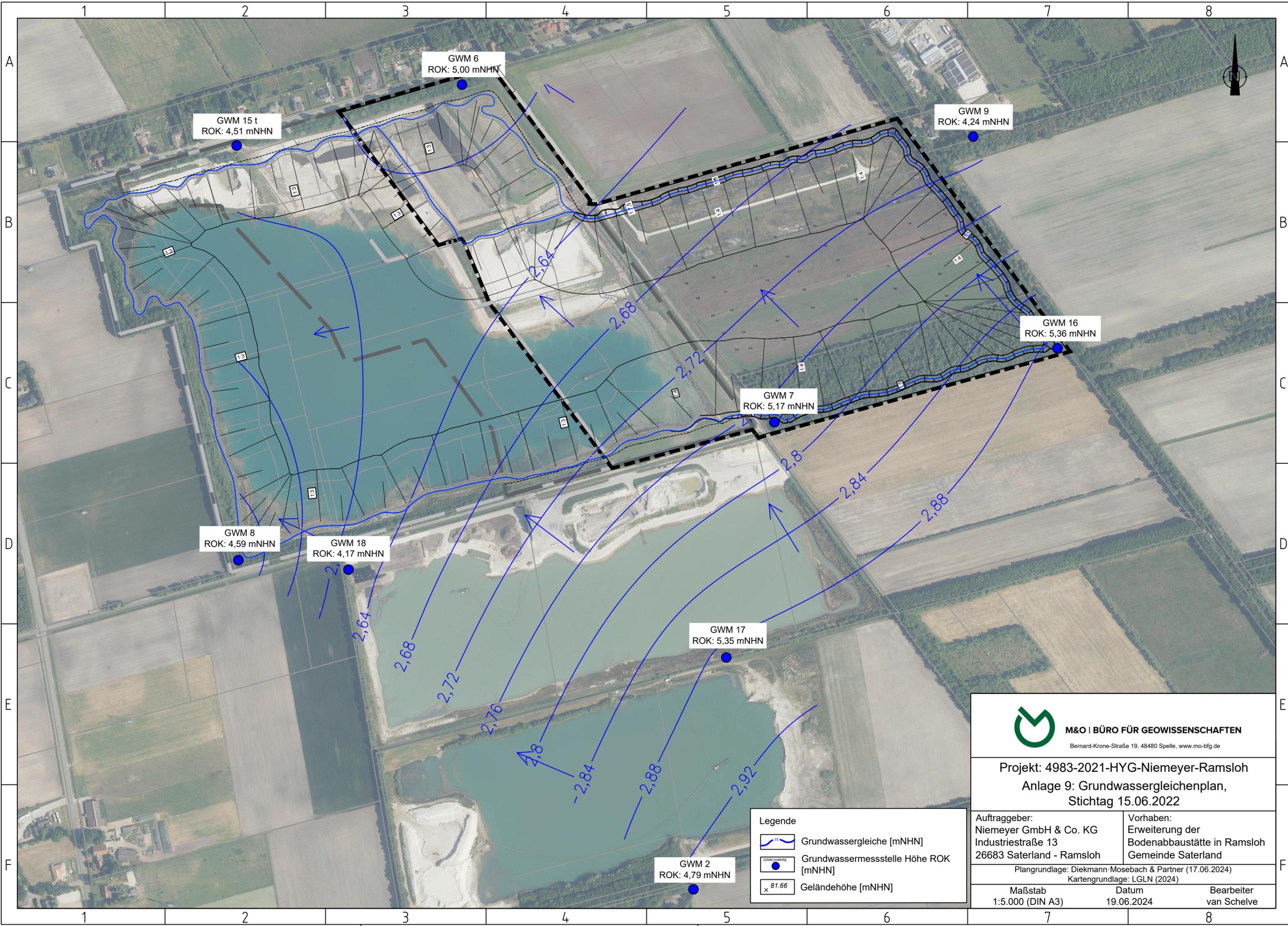
Plangrundlage: Diekmann-Mosebach & Partner (17.06.2024)  
Kartengrundlage: LGLN (2024)

Maßstab  
1:5.000 (DIN A3)

Datum  
19.06.2024

Bearbeiter  
van Schelvel

Legende	
	Grundwassergleiche [mNHN]
	Grundwassermessstelle Höhe ROK [mNHN]
	Geländehöhe [mNHN]



GWM 6  
ROK: 5,00 mNHN

GWM 15 t  
ROK: 4,51 mNHN

GWM 9  
ROK: 4,24 mNHN

GWM 16  
ROK: 5,36 mNHN

GWM 7  
ROK: 5,17 mNHN

GWM 8  
ROK: 4,59 mNHN

GWM 18  
ROK: 4,17 mNHN

GWM 17  
ROK: 5,35 mNHN

GWM 2  
ROK: 4,79 mNHN

**Legende**

	Grundwassergleiche [mNHN]
	Grundwassermessstelle Höhe ROK [mNHN]
	Geländehöhe [mNHN]



**M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN**  
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4983-2021-HYG-Niemeyer-Ramsloh  
Anlage 9: Grundwassergleichenplan,  
Stichtag 15.06.2022

Auftraggeber:  
Niemeyer GmbH & Co. KG  
Industriestraße 13  
26683 Saterland - Ramsloh

Vorhaben:  
Erweiterung der  
Bodenabbaustätte in Ramsloh  
Gemeinde Saterland

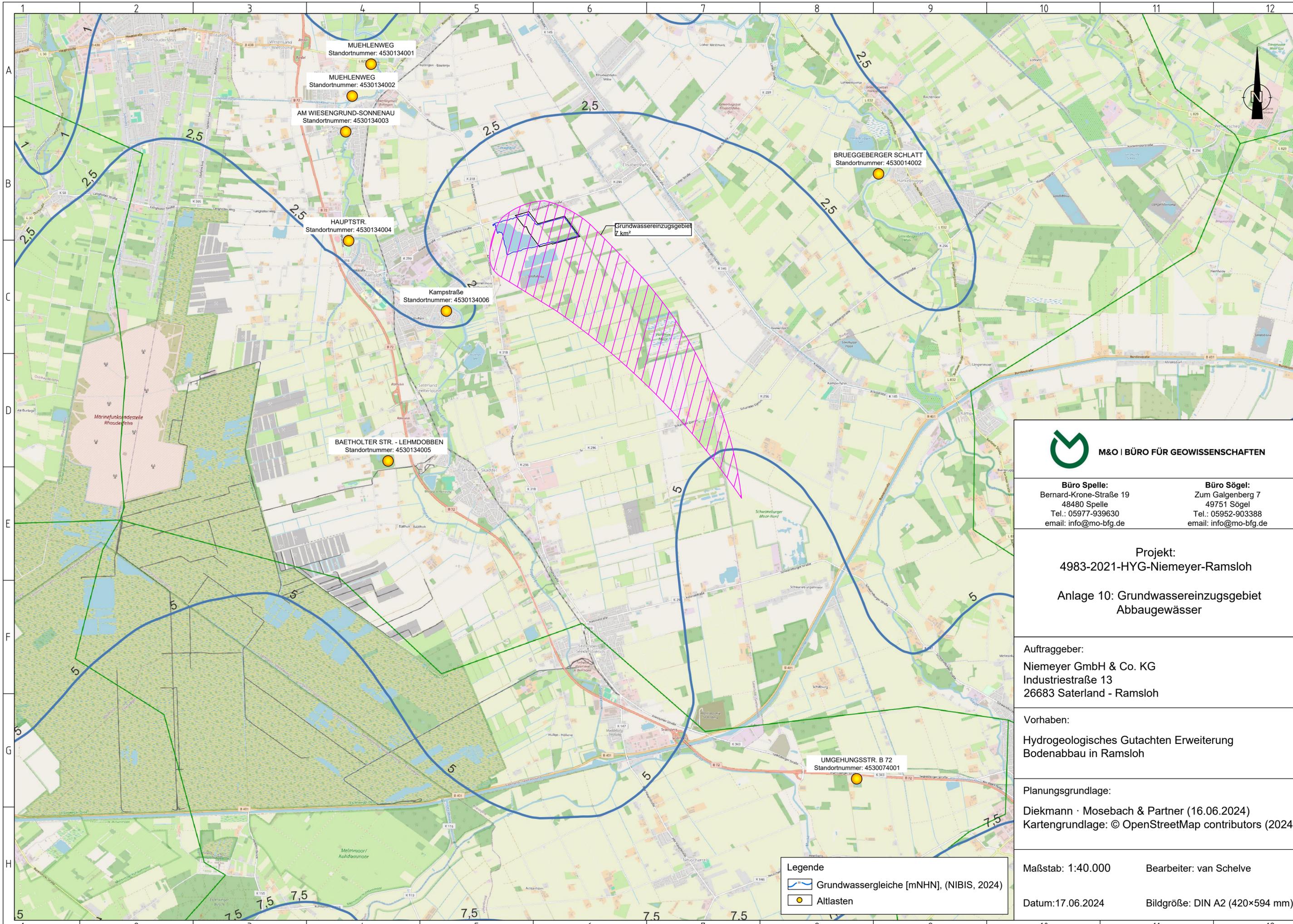
Plangrundlage: Diekmann-Mosebach & Partner (17.06.2024)  
Kartengrundlage: LGLN (2024)

Maßstab  
1:5.000 (DIN A3)

Datum  
19.06.2024

Bearbeiter  
van Schelvel

## **Anlage 10: Plan Grundwassereinzugsgebiet Abbaugewässer**



MUEHLENWEG  
Standortnummer: 4530134001

MUEHLENWEG  
Standortnummer: 4530134002

AM WIESENGRUND-SONNENAU  
Standortnummer: 4530134003

HAUPTSTR.  
Standortnummer: 4530134004

Kampstraße  
Standortnummer: 4530134006

BAETHOLTER STR. - LEHMDOBBEN  
Standortnummer: 4530134005

BRUEGGERBERGER SCHLATT  
Standortnummer: 4530014002

UMGEHUNGSSTR. B 72  
Standortnummer: 4530074001

Grundwassereinzugsgebiet  
7 km²

**Legende**

Grundwassergleiche [mNHN], (NIBIS, 2024)

Alllasten



**Büro Spelle:**  
Bernard-Krone-Straße 19  
48480 Spelle  
Tel.: 05977-939630  
email: info@mo-bfg.de

**Büro Sögel:**  
Zum Galgenberg 7  
49751 Sögel  
Tel.: 05952-903388  
email: info@mo-bfg.de

**Projekt:**  
4983-2021-HYG-Niemeyer-Ramsloh

**Anlage 10: Grundwassereinzugsgebiet  
Abbaugewässer**

**Auftraggeber:**  
Niemeyer GmbH & Co. KG  
Industriestraße 13  
26683 Saterland - Ramsloh

**Vorhaben:**  
Hydrogeologisches Gutachten Erweiterung  
Bodenabbau in Ramsloh

**Planungsgrundlage:**  
Diekmann · Mosebach & Partner (16.06.2024)  
Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors (2024)

Maßstab: 1:40.000

Bearbeiter: van Schelvel

Datum: 17.06.2024

Bildgröße: DIN A2 (420x594 mm)

## **Anlage 11: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504**

Anlage 11.1: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504 (1991-2020)

Anlage 11.2: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504 (2018)

Anlage 11.3: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504 (2019)

Anlage 11.4: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504 (2020)

Anlage 11.5: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504 (2021)

Anlage 11.6: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504 (2022)

## Anlage 11.1: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

a) Angaben Station													
Höhe [m NN]	5,7									Grad	7		
Küstenfaktor	0,99									Minuten	54		
Bodenart	Hh									Dezimalgrad	7,90		
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	60									Grad	53		
										Minuten	0,04		
										Dezimalgrad	53,00		
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	44,0	68,0	120,0	180,0	213,0	202,0	213,0	197,0	145,0	104,0	51,0	37,0	
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	2,6	2,9	5,5	9,4	13,3	16,2	18,2	17,8	14,3	10,2	6,2	3,4	
Mittelwert Niederschlagssumme [mm]	68,0	55,0	54,0	42,0	55,0	70,0	84,0	77,0	71,0	63,0	65,0	75,0	<b>778</b>
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ET <sub>0</sub> )													
Tage n <sub>M</sub>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S <sub>0</sub> [h/d]	8,1	9,6	11,8	14,2	16,1	16,9	16,5	15,0	12,7	10,3	8,5	7,7	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	1,4	2,4	3,9	6,0	6,9	6,7	6,9	6,4	4,8	3,4	1,7	1,2	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S <sub>r</sub> [-]	0,18	0,25	0,33	0,42	0,43	0,40	0,42	0,42	0,38	0,32	0,20	0,16	
extraterrestrische Strahlung R <sub>0</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	687	1284	2155	3102	3819	4153	3996	3381	2477	1562	831	520	
Mittelwert Globalstrahlung R <sub>G</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	197	422	797	1308	1624	1698	1673	1433	991	576	250	143	
<b>Gras-Referenzverdunstung ET<sub>0</sub> [mm/Monat]</b>	<b>10,6</b>	<b>17,2</b>	<b>35,7</b>	<b>60,3</b>	<b>83,4</b>	<b>89,2</b>	<b>94,3</b>	<b>80,9</b>	<b>52,0</b>	<b>30,3</b>	<b>13,5</b>	<b>8,9</b>	<b>576</b>
d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET <sub>a</sub> )													
<b>Grünland</b>													
Landnutzungsfaktor f <sub>LN</sub>	0,80	0,93	1,01	1,04	1,06	1,06	1,04	1,00	0,98	0,97	0,99	0,93	
maximale Evaporation ET <sub>x</sub> [mm]	9	16	36	63	88	94	98	81	51	29	13	8	
Wasserbilanz WB <sub>M</sub> [mm]	59	39	18	-21	-33	-24	-14	-4	20	34	52	67	
Kumulative Bilanz Σ WB <sub>M</sub> [mm]	0	0	0	-21	-54	-78	-92	-96	-76	-42	0	0	
Sickerwasser [mm]	59	39	18	0	0	0	0	0	0	0	52	67	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	

### Anlage 11.1: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
kapillare Aufstiegshöhe bei einer täglichen kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
Grenzflurabstand [m]	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,50	
Grundwasserflurabstand [m]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasseroberfläche - Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65	0,75	
pot. mögliche kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze We [mm/d]	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	
pot. möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	155,0	140,0	155,0	150,0	155,0	150,0	155,0	93,0	90,0	155,0	150,0	155,0	
maximaler kapillarer Aufstieg aus Klimadaten [mm]	0,0	0,0	0,0	23,9	37,7	28,9	18,8	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0,0	0,0	0,0	23,9	37,7	28,9	18,8	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	
relative Bodenfeuchte $W_{rel}$ (Monatsmitte) [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,69	0,31	0,18	0,14	0,10	0,98	1,00	1,00	
Disse-Faktor $S(W_{rel})$ [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,57	0,36	0,28	0,21	1,00	1,00	1,00	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>89</b>	<b>78</b>	<b>51</b>	<b>29</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>561</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>59</b>	<b>39</b>	<b>18</b>	<b>-21</b>	<b>-30</b>	<b>-14</b>	<b>-5</b>	<b>-1</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>52</b>	<b>67</b>	<b>217</b>
<b>Wasserfläche</b>													
Landnutzungsfaktor $f_{LN}$	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>45</b>	<b>77</b>	<b>107</b>	<b>116</b>	<b>121</b>	<b>104</b>	<b>66</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>732</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>56</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>-35</b>	<b>-52</b>	<b>-46</b>	<b>-37</b>	<b>-27</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>49</b>	<b>65</b>	<b>46</b>

## Anlage 11.2: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

a) Angaben Station													
Höhe [m NN]	5,7									Grad	7		
Küstenfaktor	0,99									Minuten	54		
Bodenart	Hh									Dezimalgrad	7,90		
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	60									Grad	53		
										Minuten	0,04		
										Dezimalgrad	53,00		
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	41,2	130	131	172	315	183	334	200	186	158	84,1	25	
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	6,38	2,74	7,23	17,3	23,3	22,1	26,2	24,7	20,5	16,7	9,13	7,47	
Mittelwert Niederschlagssumme [mm]	87,4	9	40,4	64,5	34	45,8	38,6	42,9	28,4	30,1	22,7	83,9	<b>528</b>
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ET <sub>0</sub> )													
Tage n <sub>M</sub>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S <sub>0</sub> [h/d]	8,1	9,6	11,8	14,2	16,1	16,9	16,5	15,0	12,7	10,3	8,5	7,7	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	1,3	4,6	4,2	5,7	10,1	6,1	10,8	6,4	6,2	5,1	2,8	0,8	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S <sub>r</sub> [-]	0,16	0,48	0,36	0,40	0,63	0,36	0,65	0,43	0,49	0,49	0,33	0,10	
extraterrestrische Strahlung R <sub>0</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	687	1284	2155	3102	3819	4153	3996	3381	2477	1562	831	520	
Mittelwert Globalstrahlung R <sub>G</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	192	584	833	1276	2052	1612	2192	1443	1138	722	309	129	
<b>Gras-Referenzverdunstung ET<sub>0</sub> [mm/Monat]</b>	<b>11,7</b>	<b>22,5</b>	<b>39,0</b>	<b>69,6</b>	<b>124,6</b>	<b>94,1</b>	<b>138,5</b>	<b>91,1</b>	<b>66,2</b>	<b>42,3</b>	<b>17,1</b>	<b>9,4</b>	<b>726</b>
d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET <sub>a</sub> )													
<b>Grünland</b>													
Landnutzungsfaktor f <sub>LN</sub>	0,80	0,93	1,01	1,04	1,06	1,06	1,04	1,00	0,98	0,97	0,99	0,93	
maximale Evaporation ET <sub>x</sub> [mm]	9	21	40	72	132	99	144	91	65	41	17	9	
Wasserbilanz WB <sub>M</sub> [mm]	78	-12	1	-8	-98	-54	-105	-48	-36	-11	6	75	
Kumulative Bilanz Σ WB <sub>M</sub> [mm]	0	-12	-11	-19	-117	-170	-276	-324	-360	-371	-365	-290	
Sickerwasser [mm]	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	

## Anlage 11.2: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	$\Sigma$
kapillare Aufstiegshöhe bei einer täglichen kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
Grenzflurabstand [m]	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,50	
Grundwasserflurabstand [m]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasseroberfläche - Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65	0,75	
pot. mögliche kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze $W_e$ [mm/d]	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	
pot. möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	155,0	140,0	155,0	150,0	155,0	150,0	155,0	93,0	90,0	155,0	150,0	155,0	
maximaler kapillarer Aufstieg aus Klimadaten [mm]	0,0	12,9	1,1	11,6	104,6	58,5	112,4	52,7	39,5	12,7	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0,0	12,9	1,1	11,6	104,6	58,5	112,4	52,7	39,5	12,7	0,0	0,0	
relative Bodenfeuchte $W_{rel}$ (Monatsmitte) [-]	1,00	1,00	0,69	0,89	0,85	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Disse-Faktor $S(W_{rel})$ [-]	1,00	1,00	0,91	0,98	0,97	0,13	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>40</b>	<b>72</b>	<b>129</b>	<b>53</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>494</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>78</b>	<b>-12</b>	<b>1</b>	<b>-8</b>	<b>-95</b>	<b>-7</b>	<b>-4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>75</b>	<b>34</b>
<b>Wasserfläche</b>													
Landnutzungsfaktor $f_{LN}$	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>49</b>	<b>89</b>	<b>160</b>	<b>122</b>	<b>178</b>	<b>117</b>	<b>84</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>922</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>74</b>	<b>-18</b>	<b>-9</b>	<b>-25</b>	<b>-126</b>	<b>-76</b>	<b>-139</b>	<b>-74</b>	<b>-56</b>	<b>-22</b>	<b>3</b>	<b>73</b>	<b>-395</b>

### Anlage 11.3: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

a) Angaben Station													
Höhe [m NN]	5,7									Grad	7		
Küstenfaktor	0,99									Minuten	54		
Bodenart	Hh									Dezimalgrad	7,90		
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	60									Grad	53		
										Minuten	0,04		
										Dezimalgrad	53,00		
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	42,4	109	92,1	258	196	276	198	239	144	94,9	40,4	52,1	
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	4,75	9,74	10,7	15,6	16,7	24,7	23,7	24,4	18,9	14,8	8,32	7,76	
Mittelwert Niederschlagssumme [mm]	82,7	32	101	37	32,6	57,4	25,6	84,9	129	107	86,3	39,6	<b>814</b>
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ET <sub>0</sub> )													
Tage n <sub>M</sub>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S <sub>0</sub> [h/d]	8,1	9,6	11,8	14,2	16,1	16,9	16,5	15,0	12,7	10,3	8,5	7,7	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	1,4	3,9	3,0	8,6	6,3	9,2	6,4	7,7	4,8	3,1	1,3	1,7	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S <sub>r</sub> [-]	0,17	0,40	0,25	0,60	0,39	0,54	0,39	0,52	0,38	0,30	0,16	0,22	
extraterrestrische Strahlung R <sub>0</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	687	1284	2155	3102	3819	4153	3996	3381	2477	1562	831	520	
Mittelwert Globalstrahlung R <sub>G</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	194	528	707	1620	1550	2033	1607	1602	988	551	230	161	
<b>Gras-Referenzverdunstung ET<sub>0</sub> [mm/Monat]</b>	<b>11,2</b>	<b>25,1</b>	<b>36,7</b>	<b>84,3</b>	<b>85,4</b>	<b>122,0</b>	<b>99,4</b>	<b>100,0</b>	<b>56,5</b>	<b>32,2</b>	<b>13,5</b>	<b>10,8</b>	<b>677</b>
d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET <sub>a</sub> )													
<b>Grünland</b>													
Landnutzungsfaktor f <sub>LN</sub>	0,80	0,93	1,01	1,04	1,06	1,06	1,04	1,00	0,98	0,97	0,99	0,93	
maximale Evaporation ET <sub>x</sub> [mm]	9	23	37	88	90	129	103	100	55	31	13	10	
Wasserbilanz WB <sub>M</sub> [mm]	74	9	64	-51	-58	-71	-78	-15	74	76	73	30	
Kumulative Bilanz Σ WB <sub>M</sub> [mm]	0	0	0	-51	-109	-180	-258	-273	-199	-124	-51	-21	
Sickerwasser [mm]	74	9	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	

### Anlage 11.3: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
kapillare Aufstiegshöhe bei einer täglichen kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
Grenzflurabstand [m]	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,50	
Grundwasserflurabstand [m]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasseroberfläche - Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65	0,75	
pot. mögliche kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze $W_e$ [mm/d]	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	
pot. möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	155,0	140,0	155,0	150,0	155,0	150,0	155,0	93,0	90,0	155,0	150,0	155,0	
maximaler kapillarer Aufstieg aus Klimadaten [mm]	0,0	0,0	0,0	55,2	62,4	77,9	82,7	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0,0	0,0	0,0	55,2	62,4	77,9	82,7	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
relative Bodenfeuchte $W_{rel}$ (Monatsmitte) [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,31	0,07	0,01	0,00	0,00	0,36	1,00	1,00	
Disse-Faktor $S(W_{rel})$ [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,15	0,02	0,00	0,00	0,64	1,00	1,00	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>37</b>	<b>88</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>85</b>	<b>55</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>513</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>74</b>	<b>9</b>	<b>64</b>	<b>-51</b>	<b>-33</b>	<b>-11</b>	<b>-2</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>76</b>	<b>73</b>	<b>30</b>	<b>301</b>
<b>Wasserfläche</b>													
Landnutzungsfaktor $f_{LN}$	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>13</b>	<b>31</b>	<b>46</b>	<b>108</b>	<b>110</b>	<b>158</b>	<b>128</b>	<b>128</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>861</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>70</b>	<b>1</b>	<b>55</b>	<b>-71</b>	<b>-77</b>	<b>-101</b>	<b>-102</b>	<b>-43</b>	<b>57</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>27</b>	<b>-47</b>

## Anlage 11.4: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

a) Angaben Station													
Höhe [m NN]	5,7									Grad	7		
Küstenfaktor	0,99									Minuten	54		
Bodenart	Hh									Dezimalgrad	7,90		
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	60									Grad	53		
										Minuten	0,04		
										Dezimalgrad	53,00		
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	21,7	47,2	168	292	255	201	163	217	184	67,7	74,1	22,5	
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	7,85	8,96	10,1	16,5	18,1	22,2	20,6	25,9	19,9	14,4	11	6,82	
Mittelwert Niederschlagssumme [mm]	51,2	152	56,5	11,7	21,1	109	61,3	51,3	35,8	80,5	28,2	104	<b>762</b>
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ET <sub>0</sub> )													
Tage n <sub>M</sub>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S <sub>0</sub> [h/d]	8,1	9,6	11,8	14,2	16,1	16,9	16,5	15,0	12,7	10,3	8,5	7,7	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	0,7	1,7	5,4	9,7	8,2	6,7	5,2	7,0	6,1	2,2	2,5	0,7	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S <sub>r</sub> [-]	0,09	0,18	0,46	0,68	0,51	0,40	0,32	0,47	0,48	0,21	0,29	0,09	
extraterrestrische Strahlung R <sub>0</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	687	1284	2155	3102	3819	4153	3996	3381	2477	1562	831	520	
Mittelwert Globalstrahlung R <sub>G</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	163	368	951	1754	1801	1693	1457	1513	1131	478	291	126	
<b>Gras-Referenzverdunstung ET<sub>0</sub> [mm/Monat]</b>	<b>10,9</b>	<b>18,3</b>	<b>47,2</b>	<b>92,6</b>	<b>100,9</b>	<b>98,6</b>	<b>86,3</b>	<b>96,8</b>	<b>65,2</b>	<b>28,3</b>	<b>17,1</b>	<b>9,1</b>	<b>671</b>
d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET <sub>a</sub> )													
<i>Grünland</i>													
Landnutzungsfaktor f <sub>LN</sub>	0,80	0,93	1,01	1,04	1,06	1,06	1,04	1,00	0,98	0,97	0,99	0,93	
maximale Evaporation ET <sub>x</sub> [mm]	9	17	48	96	107	104	90	97	64	27	17	8	
Wasserbilanz WB <sub>M</sub> [mm]	42	135	9	-85	-86	5	-28	-45	-28	53	11	96	
Kumulative Bilanz Σ WB <sub>M</sub> [mm]	0	0	0	-85	-170	-166	-194	-239	-267	-214	-203	-107	
Sickerwasser [mm]	42	135	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	

### Anlage 11.4: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
kapillare Aufstiegshöhe bei einer täglichen kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
Grenzflurabstand [m]	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,50	
Grundwasserflurabstand [m]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasseroberfläche - Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65	0,75	
pot. mögliche kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze We [mm/d]	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	
pot. möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	155,0	140,0	155,0	150,0	155,0	150,0	155,0	93,0	90,0	155,0	150,0	155,0	
maximaler kapillarer Aufstieg aus Klimadaten [mm]	0,0	0,0	0,0	89,5	91,1	0,6	32,7	50,2	31,1	0,0	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0,0	0,0	0,0	89,5	91,1	0,6	32,7	50,2	31,1	0,0	0,0	0,0	
relative Bodenfeuchte $W_{rel}$ (Monatsmitte) [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,13	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,29	
Disse-Faktor $S(W_{rel})$ [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25	0,03	0,04	0,02	0,00	0,00	0,01	0,53	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>48</b>	<b>96</b>	<b>43</b>	<b>104</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>520</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>42</b>	<b>135</b>	<b>9</b>	<b>-85</b>	<b>-22</b>	<b>5</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>96</b>	<b>242</b>
<b>Wasserfläche</b>													
Landnutzungsfaktor $f_{LN}$	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>59</b>	<b>119</b>	<b>129</b>	<b>128</b>	<b>111</b>	<b>124</b>	<b>83</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>853</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>38</b>	<b>129</b>	<b>-3</b>	<b>-107</b>	<b>-108</b>	<b>-19</b>	<b>-49</b>	<b>-73</b>	<b>-47</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>94</b>	<b>-91</b>

## Anlage 11.5: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

a) Angaben Station													
Höhe [m NN]	5,7									Grad	7		
Küstenfaktor	0,99									Minuten	54		
Bodenart	Hh									Dezimalgrad	7,90		
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	60									Grad	53		
										Minuten	0,04		
										Dezimalgrad	53,00		
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	38,8	117	195	149	252	159	163	138	106	45,6	48,9		
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	4,3	5,95	10	10,9	15,2	23,4	23,2	21,3	20,3	15,1	9,05	6,26	
Mittelwert Niederschlagssumme [mm]	73,3	39,8	75,9	45,7	89,2	106	88,6	118	84,4	83,4	31,9	56	<b>892</b>
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ET <sub>0</sub> )													
Tage n <sub>M</sub>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S <sub>0</sub> [h/d]	8,1	9,6	11,8	14,2	16,1	16,9	16,5	15,0	12,7	10,3	8,5	7,7	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	1,3	4,2	6,3	5,0	8,1	5,3	5,3	4,5	3,5	1,5	1,6	0,0	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S <sub>r</sub> [-]	0,15	0,43	0,53	0,35	0,51	0,31	0,32	0,30	0,28	0,14	0,19	0,00	
extraterrestrische Strahlung R <sub>0</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	687	1284	2155	3102	3819	4153	3996	3381	2477	1562	831	520	
Mittelwert Globalstrahlung R <sub>G</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	189	551	1038	1183	1790	1505	1460	1198	849	419	246	99	
<b>Gras-Referenzverdunstung ET<sub>0</sub> [mm/Monat]</b>	<b>10,9</b>	<b>23,6</b>	<b>51,0</b>	<b>56,9</b>	<b>95,0</b>	<b>89,9</b>	<b>90,1</b>	<b>72,6</b>	<b>50,4</b>	<b>25,8</b>	<b>14,4</b>	<b>7,8</b>	<b>588</b>
d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET <sub>a</sub> )													
<b>Grünland</b>													
Landnutzungsfaktor f <sub>LN</sub>	0,80	0,93	1,01	1,04	1,06	1,06	1,04	1,00	0,98	0,97	0,99	0,93	
maximale Evaporation ET <sub>x</sub> [mm]	9	22	52	59	101	95	94	72	49	25	14	7	
Wasserbilanz WB <sub>M</sub> [mm]	65	18	24	-14	-11	11	-5	46	35	59	18	49	
Kumulative Bilanz Σ WB <sub>M</sub> [mm]	0	0	0	-14	-25	-14	-19	0	0	0	0	0	
Sickerwasser [mm]	65	18	24	0	0	0	0	46	35	59	18	49	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	

### Anlage 11.5: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
kapillare Aufstiegshöhe bei einer täglichen kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
Grenzflurabstand [m]	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,50	
Grundwasserflurabstand [m]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasseroberfläche - Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65	0,75	
pot. mögliche kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze $W_e$ [mm/d]	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	
pot. möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	155,0	140,0	155,0	150,0	155,0	150,0	155,0	93,0	90,0	155,0	150,0	155,0	
maximaler kapillarer Aufstieg aus Klimadaten [mm]	0,0	0,0	0,0	16,5	16,5	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0,0	0,0	0,0	16,5	16,5	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
relative Bodenfeuchte $W_{rel}$ (Monatsmitte) [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,84	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Disse-Faktor $S(W_{rel})$ [-]	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>52</b>	<b>59</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>94</b>	<b>72</b>	<b>49</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>599</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>65</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>-14</b>	<b>-11</b>	<b>11</b>	<b>-5</b>	<b>46</b>	<b>35</b>	<b>59</b>	<b>18</b>	<b>49</b>	<b>293</b>
<b>Wasserfläche</b>													
Landnutzungsfaktor $f_{LN}$	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>64</b>	<b>73</b>	<b>122</b>	<b>117</b>	<b>116</b>	<b>93</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>747</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>61</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>-27</b>	<b>-33</b>	<b>-11</b>	<b>-27</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>52</b>	<b>15</b>	<b>47</b>	<b>145</b>

## Anlage 11.6: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

a) Angaben Station													
Höhe [m NN]	5,7									Grad	7		
Küstenfaktor	0,99									Minuten	54		
Bodenart	Hh									Dezimalgrad	7,90		
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	60									Grad	53		
										Minuten	0,04		
										Dezimalgrad	53,00		
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	34,4	77,4	238	189	219	265	212	-	160	129	75	38,5	
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	7,09	8,86	11,7	13,2	19,7	22,5	23,4	26,15	19,2	17,3	10,5	5,21	
Mittelwert Niederschlagssumme [mm]	46,2	134	24,9	41,6	54,2	51,2	47,3	25,8	114	32,1	52,9	82	<b>706</b>
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ET <sub>0</sub> )													
Tage n <sub>M</sub>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S <sub>0</sub> [h/d]	8,1	9,6	11,8	14,2	16,1	16,9	16,5	15,0	12,7	10,3	8,5	7,7	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	1,1	2,8	7,7	6,3	7,1	8,8	6,8		5,3	4,2	2,5	1,2	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S <sub>r</sub> [-]	0,14	0,29	0,65	0,44	0,44	0,52	0,41		0,42	0,40	0,30	0,16	
extraterrestrische Strahlung R <sub>0</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	687	1284	2155	3102	3819	4153	3996		2477	1562	831	520	
Mittelwert Globalstrahlung R <sub>G</sub> [J/cm <sup>2</sup> ]	182	447	1177	1344	1649	1982	1670		1046	643	293	145	
<b>Gras-Referenzverdunstung ET<sub>0</sub> [mm/Monat]</b>	<b>11,5</b>	<b>21,4</b>	<b>59,6</b>	<b>67,3</b>	<b>95,4</b>	<b>115,1</b>	<b>102,5</b>	<b>5,6</b>	<b>59,8</b>	<b>38,7</b>	<b>17,0</b>	<b>9,4</b>	<b>603</b>
d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET <sub>a</sub> )													
<i>Grünland</i>													
Landnutzungsfaktor f <sub>LN</sub>	0,80	0,93	1,01	1,04	1,06	1,06	1,04	1,00	0,98	0,97	0,99	0,93	
maximale Evaporation ET <sub>x</sub> [mm]	9	20	60	70	101	122	106	6	58	37	17	9	
Wasserbilanz WB <sub>M</sub> [mm]	37	114	-36	-29	-47	-70	-59	20	56	-5	36	73	
Kumulative Bilanz Σ WB <sub>M</sub> [mm]	0	0	-36	-64	-111	-181	-240	-220	-164	-170	-134	-60	
Sickerwasser [mm]	37	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	

### Anlage 11.6: Berechnung Verdunstung gem. ATV-DVWK (2002)

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
kapillare Aufstiegshöhe bei einer täglichen kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
Grenzflurabstand [m]	1,50	1,50	1,60	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,50	
Grundwasserflurabstand [m]	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasseroberfläche - Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65	0,75	
pot. mögliche kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze $W_e$ [mm/d]	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	
pot. möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	155,0	140,0	155,0	150,0	155,0	150,0	155,0	93,0	90,0	155,0	150,0	155,0	
maximaler kapillarer Aufstieg aus Klimadaten [mm]	0,0	0,0	38,6	32,0	51,9	76,5	64,4	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0,0	0,0	38,6	32,0	51,9	76,5	64,4	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	
relative Bodenfeuchte $W_{rel}$ (Monatsmitte) [-]	1,00	1,00	1,00	0,45	0,23	0,08	0,01	0,00	0,01	0,07	0,25	1,00	
Disse-Faktor $S(W_{rel})$ [-]	1,00	1,00	1,00	0,74	0,45	0,15	0,03	0,01	0,01	0,14	0,48	1,00	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>62</b>	<b>49</b>	<b>6</b>	<b>58</b>	<b>33</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>460</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>37</b>	<b>114</b>	<b>-36</b>	<b>-21</b>	<b>-21</b>	<b>-11</b>	<b>-1</b>	<b>20</b>	<b>56</b>	<b>-1</b>	<b>36</b>	<b>73</b>	<b>246</b>
<b>Wasserfläche</b>													
Landnutzungsfaktor $f_{LN}$	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
<b>Verdunstung <math>ET_a</math> [mm]</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>75</b>	<b>86</b>	<b>122</b>	<b>149</b>	<b>132</b>	<b>7</b>	<b>76</b>	<b>48</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>765</b>
<b>Grundwasserneubildung [mm]</b>	<b>33</b>	<b>108</b>	<b>-50</b>	<b>-45</b>	<b>-68</b>	<b>-98</b>	<b>-84</b>	<b>19</b>	<b>38</b>	<b>-15</b>	<b>33</b>	<b>71</b>	<b>-59</b>