



H&M
INGENIEURBÜRO

Wasser, Boden
Natur & Landschaft



**Erweiterung Sandabbau Westrhauderfehn/Klostermoor
Fa. Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH**

Hydrogeologischer Fachbeitrag (Revision 1)

Hesel, 27. April 2023

Auftraggeber : Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH
Im Gewerbegebiet 11 • 26842 Ostrhauderfehn

Auftragnehmer : H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG
An der Fabrik 3 • D-26835 Hesel
Tel.: +49 4950 9392-0 • Fax: +49 4950 1359
info@hm-germany.de • www.hm-germany.de/
Eingetragen im Handelsregister des Amtsgerichts Aurich unter HRA 111325

Projektleiter : Dipl.-Geologin Julia Zimmermann

Projekt-Nr. : 6034

Berichtsdatum : 27. April 2023 (1. Revision)

Anlagen : 8

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Allgemeine Angaben	1
3	Geologische Begebenheiten	3
4	Hydrogeologische Begebenheiten	4
4.1	Hydrogeologischer Aufbau und Eigenschaften des Untergrundes	4
4.2	Grundwasserstände	4
4.3	Grundwasserflurabstände	8
4.4	Grundwasserüberdeckung	8
4.5	Grundwasserneubildung	9
4.6	Grundwasserfließverhältnisse	9
4.7	Grundwasserbeschaffenheit.....	10
5	Auswirkungen der Erweiterung auf das Grundwasser	12
5.1	Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsfeld	12
5.2	Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt	13
5.3	Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit.....	14
6	Beweissicherung	18
7	Zusammenfassung und Fazit	19
8	Literatur und Schrifttum	22
9	Kartenverzeichnis	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Gewässernetz	2
Abb. 2:	Wasserschutzgebiet.....	3
Abb. 3:	Grundwasserganglinien im Messzeitraum	5

Abb. 4: Grundwasserganglinien GW 3-5 und GW 3-28 im Messzeitraum.....	5
Abb. 5 Grundwasserganglinien R035-5, R035-38 und R035-75 der Jahre 2005 und 2006.....	6
Abb. 6: Ganglinien der Flurabstände der Messstellen GW 3-5 und GW 4-5	8
Abb. 7: Lage der Grundwasseroberfläche (HK 50, NIBIS KARTENSERVEN 2022h)	9
Abb. 8: Ionenverteilung im Piper-Diagramm	11
Abb. 9: Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (schematisiert, ECKL 2007).....	12
Abb. 10: Geländehöhen Erweiterungsfläche.....	14

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Statistik der Grundwasserstände.....	1
Tab. 2: Auszug aus den Analysen 2021 und 2022	16
Tab. 3: Parameterumfang Güteuntersuchungen	18

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtskarte	M 1 : 25.000
Anlage 2	Lageplan	M 1 : 4.000
Anlage 3	Stammdaten der Messstellen	
Anlage 4	Bohrprofile und Ausbauzeichnungen	
Anlage 5	Grundwasserganglinien	
Anlage 6	Grundwassergleichenplan	M 1 : 20.000
Anlage 7	Tabellarische Zusammenstellung der Analyseergebnisse	
Anlage 8	Lageplan zur Beweissicherung	M 1 : 4.000

1 Veranlassung

Die Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH, Ostrhauderfehn, betreibt einen Sandabbau in den Gemarkungen Westrhauderfehn und Klostermoor der Gemeinde Rhauderfehn im Landkreis Leer. Diese bestehende, rd. 19,5 ha große Abbaustätte soll nunmehr um rd. 4,1 ha in nördliche Richtung erweitert werden. Die Abbaufäche vergrößert sich dabei um rd. 4,5 ha. Eine Vertiefung der maximalen Abbautiefe von 25 m (-19,60 mNHN) ist nicht geplant. Mit der Umsetzung des geplanten Vorhabens erfolgt u. a. eine Gewässerherstellung bzw. ein Gewässerausbau, welcher gemäß § 68 WHG die Durchführung eines wasserrechtlichen Zulassungsverfahrens (Planfeststellung) erfordert.

Die H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG, Hesel, erhielt den Auftrag, einen hydrogeologischen Fachbeitrag zu erstellen, in dem die hydrogeologische Standortsituation und die Auswirkungen der geplanten Maßnahme auf die Grundwasserverhältnisse beschrieben werden. Umfang und Gliederung erfolgen in Anlehnung an die Geofakten 10 „Hydrogeologische Anforderungen an Anträge auf obertägigen Abbau von Rohstoffen“ (ECKL, 2007).

2 Allgemeine Angaben

Die Abbaustätte befindet sich zwischen der 2. und 3. Südwieke und nördlich der Papenburger Straße in Rhauderfehn. Die geografische Lage ist in der Übersichtskarte in Anlage 1 sowie dem Lageplan in Anlage 2 zu entnehmen. Gemäß der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Blatt 54/44 Oldenburg-Emden (MEISEL 1962), befindet sich das Gebiet der Abbaustätte im Bereich der Hunte-Leda-Moorniederung in der naturräumlichen Einheit „Klostermoor“, einem entwässerten Moorgebiet.

Westlich und östlich der Abbaustätte verlaufen die beiden Gewässer II. Ordnung, II. und III. Südwieke, die das Gebiet in nördliche Richtung entwässern (Abb. 1). Nördlich der Erweiterungsfläche bestehen noch mehrere alte Teiche.

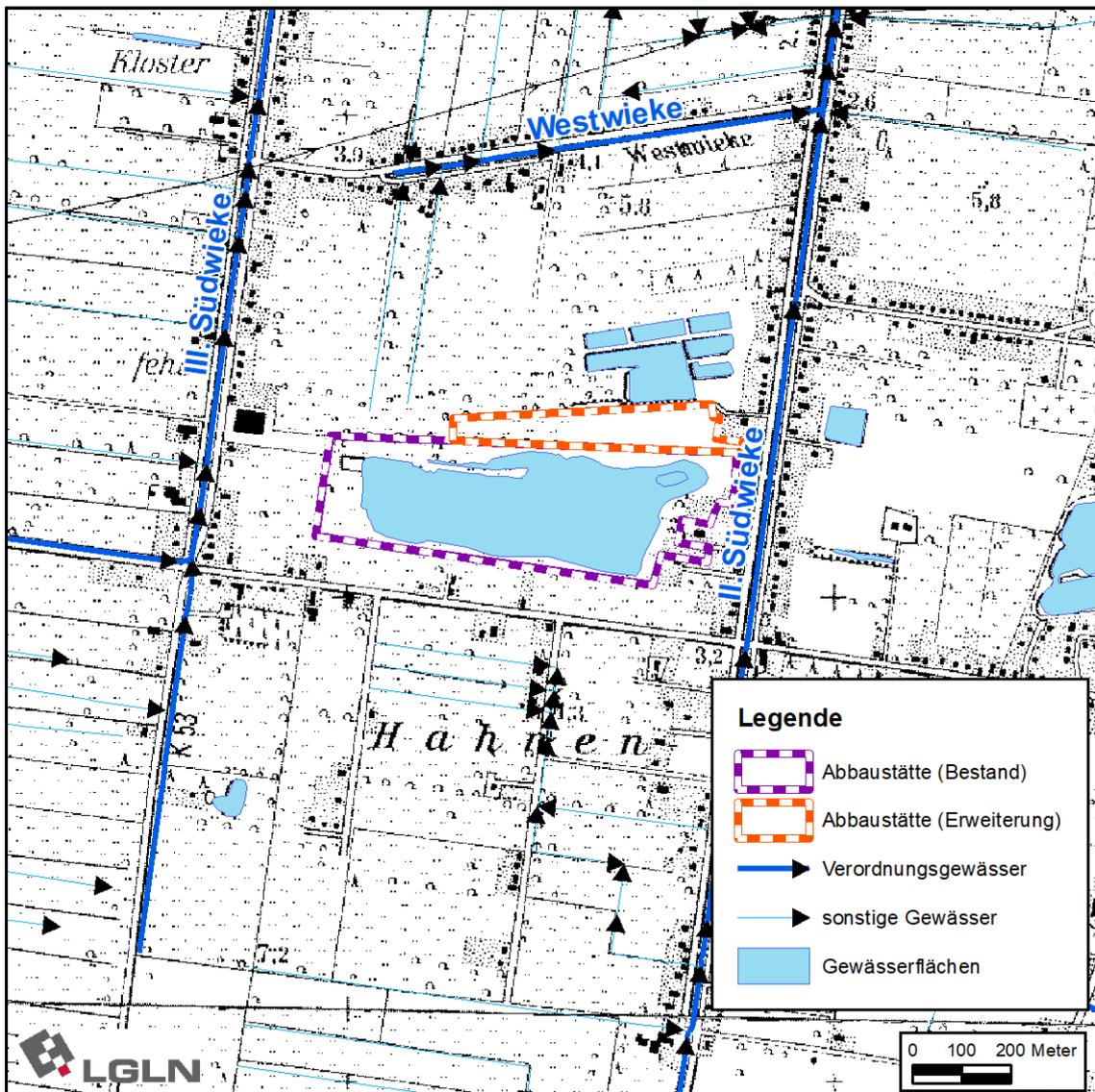


Abb. 1: Gewässernetz

Die Erweiterungsfläche unterliegt derzeit einer Grünlandnutzung. Die Geländehöhen reichen von etwa 3 bis 4 mNHN im östlichen Bereich zu 5 bis 6 mNHN im westlichen Bereich (Abb. 10).

In ca. 3,6 km Entfernung in nördliche Richtung befindet sich das Wasserwerk Collinghorst. Die Abbaustätte liegt innerhalb der Schutzzone IIIB des Wasserschutzgebietes dieser Trinkwasserförderung (Abb. 2).

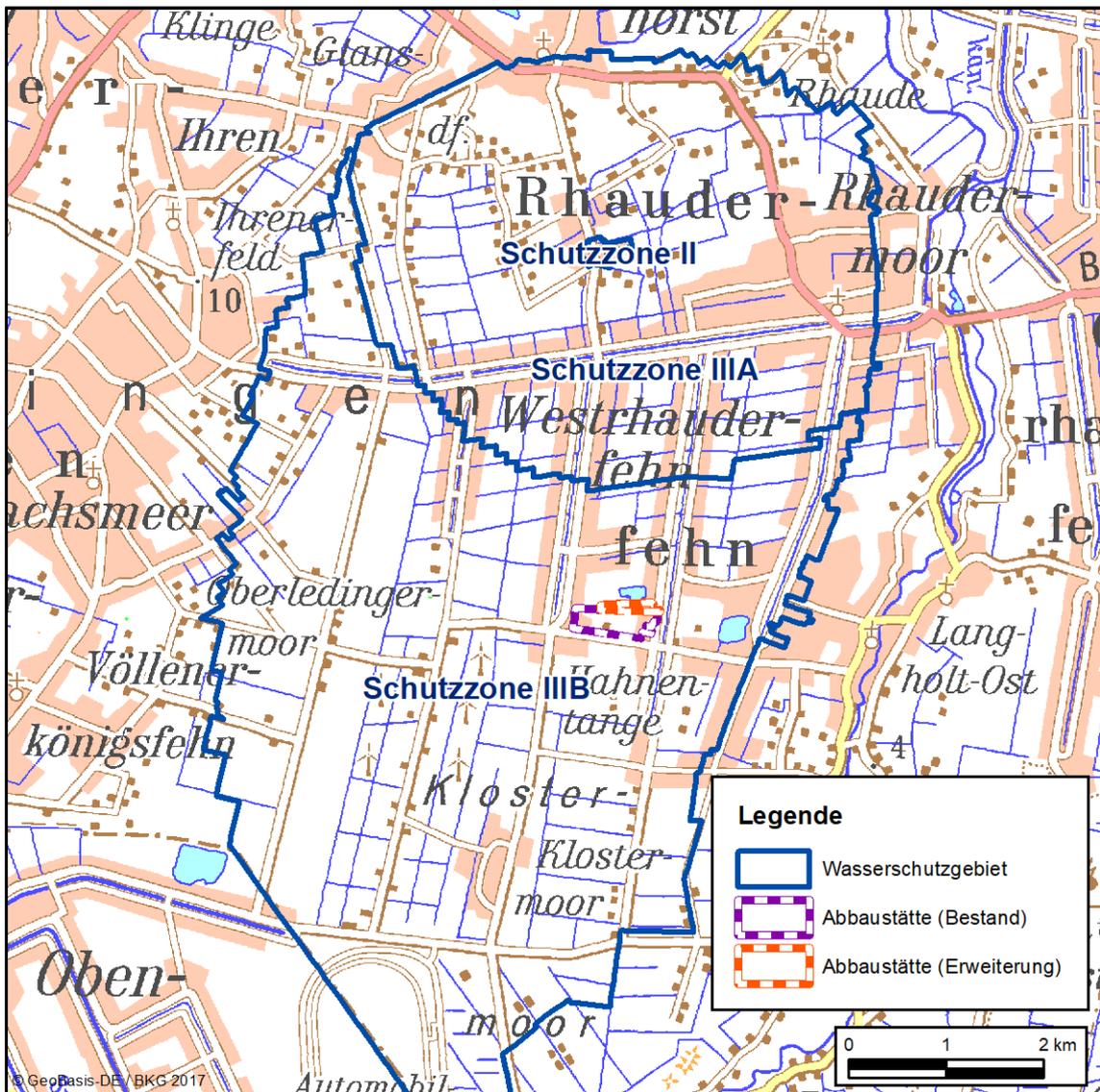


Abb. 2: Wasserschutzgebiet

Im direkten Umfeld sind keine Altablagerungen bekannt, die nächstgelegene befindet sich rd. 1,2 km in südliche Richtung (NIBIS KARTENSERVER 2022a).

3 Geologische Begebenheiten

Nach Geologischer Karte (NIBIS KARTENSERVER 2022b) stehen im Bereich der Abbaustätte oberflächennah holozänes Hochmoor und weichselzeitliche Flugsande bzw. fluviatile Sande an. Nach ELBRACHT et al. (2016) werden die weichselzeitlichen Sande von saale- und elsterzeitlichen Schmelzwassersanden sowie pliozänen Sanden unterlagert. Die Quartärbasis befindet sich im Bereich der Abbaustätte bei etwa -25 mNN (NIBIS KARTENSERVER 2022c). In der rd. 1,5 km südöstlich gelegenen Bohrung R 35 Westrhaderfehn stehen die pliozänen Sande bis in die Endteufe von 152 m an (NIBIS

KARTENSERVEN 2022d). In die Sande können örtlich Tone oder Geschiebelehm eingeschaltet sein (ELBRACHT et al. 2016).

Bohrungen aus den Jahren 2002 und 2010 ergaben bis in die Endtiefen von 24 bzw. 30 m unter GOK im Wesentlichen Feinsande mit wechselnden Schluff- und Mittelsandanteilen. Ab etwa 20 m Tiefe war z. T. auch Mittelsand der Hauptbestandteil. In den nördlichen bis östlichen Bohrungen wurden zwischen 1 bis 6 m Tiefe geringmächtige Geschiebelehmungen erbohrt.

Auf der Erweiterungsfläche wurden im Jahre 2021 neun Schürfe bis in eine maximale Tiefe von 1,2 m ausgeführt (STRAPS, 2021). Fünf Schürfe wurden auf der höhergelegenen westlichen Teilfläche angelegt, vier Schürfe auf der östlichen, tiefer liegenden Teilfläche. Die oberflächennahe Schichtenfolge auf der westlichen Teilfläche besteht aus Mutterboden, Torf und Feinsand. Auf der östlichen Teilfläche wird eine Mutterbodenauffüllung über Auffüllung eines schluffigen, organischen Feinsandes über Feinsand beschrieben.

4 Hydrogeologische Begebenheiten

4.1 Hydrogeologischer Aufbau und Eigenschaften des Untergrundes

Der Bereich der Abbaustätte wird dem hydrogeologischen Teilraum Hunte-Leda-Moorniederung zugeordnet. In diesem Bereich wird der Grundwasserleiter durch pleistozäne und pliozäne Sande aufgebaut. Die Basis bildet ein feinsandiger Schluff im Übergangsbereich zu miozänen Schluffen (ELBRACHT et al. 2016). Die Mächtigkeit dieses Grundwasserleiters wird im NIBIS KARTENSERVEN (2022e) mit >50 - 100 m angegeben. Lokal kann er durch geringdurchlässige Schichten, wie Lauenburger Ton oder pliozäne Tone, in mehrere Stockwerke gegliedert zu sein.

Korngrößenanalysen von vier Bohrungen ergaben Durchlässigkeitsbeiwerte nach Beyer im Bereich von $3,8 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s. CARSTENS (2003) hat zudem Durchlässigkeiten aus dem Abpumpen von vier Grundwassermessstellen ($1,85 \cdot 10^{-5}$ bis $6,90 \cdot 10^{-5}$ m/s) abgeleitet. In Kombination hat der Autor einen mittleren k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s angenommen. Für das nutzbare Porenvolumen wurde in CARSTENS (2003) 20 % angesetzt.

4.2 Grundwasserstände

Die Grundwasserstände werden durch Fa. Würdemann monatlich seit Juli 2005 gemessen. Durch H & M werden zweimal pro Jahr Kontrollmessungen durchgeführt. Für die Auswertung werden die Daten von Juli 2005 bis Oktober 2022 verwendet. Die Messungen erfolgen an 4 Messstellenbündeln im direkten Umfeld des Abbaugewässers, eine Messung im See selbst erfolgt nicht. Die Messstellenbündel haben jeweils einen flachen Filter mit Filterunterkanten zwischen 4 bis 10 m unter GOK und einen tiefen Filter mit Filterunterkanten zwischen 24 und 28 m unter GOK. Das Messstellenbündel GW 2 wurde im Jahr 2010 aufgrund des Abbaufortschrittes durch das Messstellenbündel GW 2n ersetzt. Die Lage der Messstellen ist Anlage 2 zu entnehmen. Die Stammdaten dieser Messstellen sowie die Ausbauzeichnungen sind in Anlage 3 und Anlage 4 aufgeführt.

Die Grundwasserganglinien zeigen einen zumeist parallelen, jahreszeitlichen Verlauf mit hohen Grundwasserständen im Winter/ Frühjahr und tiefen Grundwasserstände im Sommer/ Herbst (Abb. 3). Die höchsten Grundwasserstände traten im März 2007 und die tiefsten im November 2018 auf. Eine Ausnahme davon bildet die spülfeldnahe, flache Messstelle GW 4-5. Dort wurde im März 2020 der höchste Grundwasserstand gemessen.

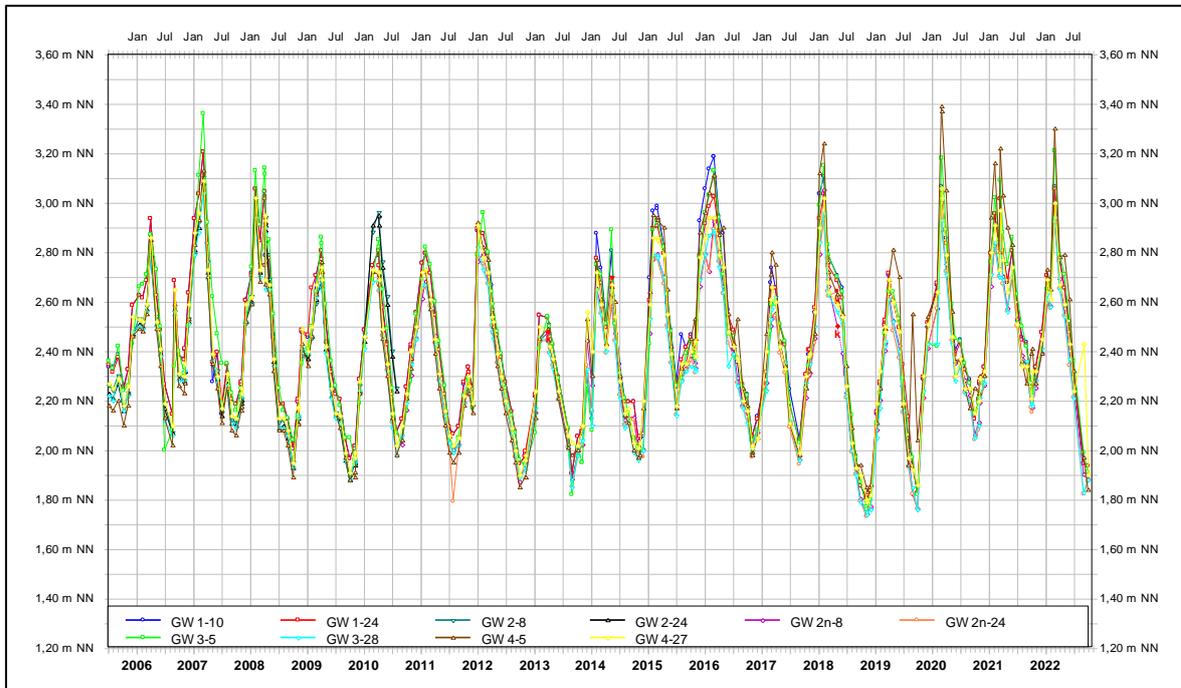


Abb. 3: Grundwasserganglinien im Messzeitraum

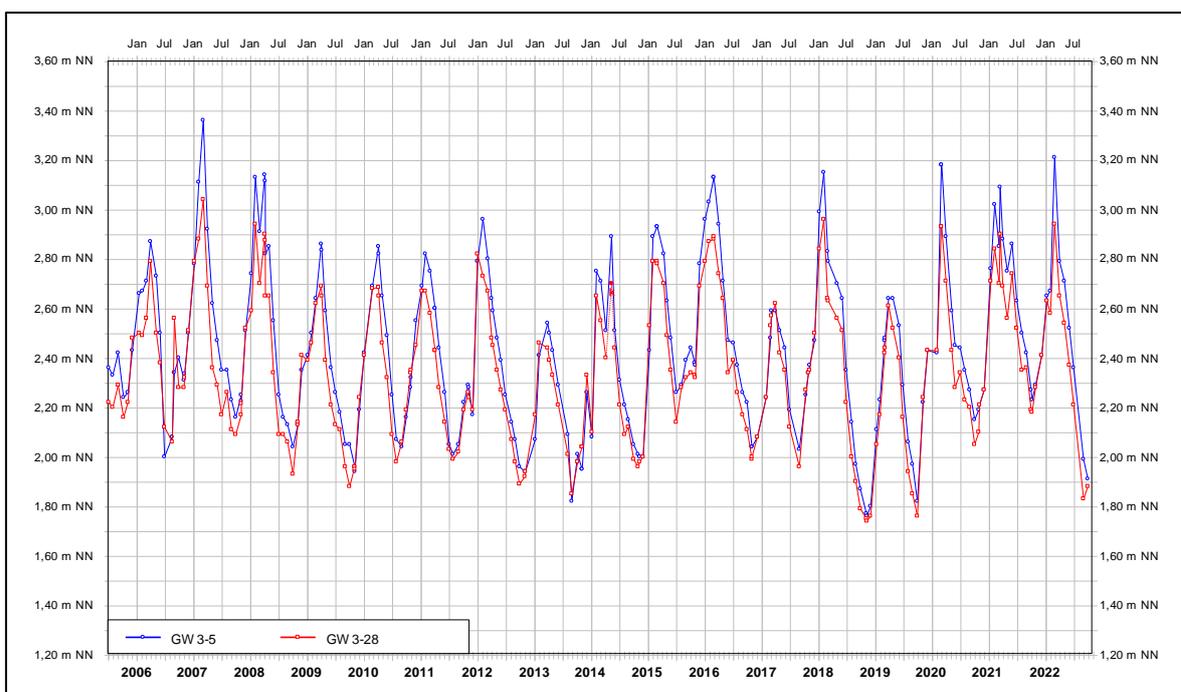


Abb. 4: Grundwasserganglinien GW 3-5 und GW 3-28 im Messzeitraum

Die Grundwasserstände in den Filterlagen der doppelt verfilterten Messstellen zeigen an den Standorten GW 1 und GW 2n keine signifikanten Unterschiede zwischen den Filtern. Bei Standort GW 3 sind im flachen Filter meist höhere Grundwasserstände anzutreffen (Mittelwert der positiven Werte 0,1 m), am ausgeprägtesten ist dies bei Grundwasserhochständen (Abb. 4). Der flache Filter liegt oberhalb einer rd. 0,8 m mächtigen Geschiebelehmschicht. Am Standort GW 4 sind seit etwa 2015 vielfach höhere Grundwasserstände im flachen Filter gemessen worden. Dieses Messstellenbündel befindet sich direkt südlich des Spülfeldes.

In der rd. 1,5 km entfernten Messstellengruppe R035 sind 3 Filterlagen vorhanden. Auch im flachen Filter (3-5 m u. GOK), der in/ über sandig-schluffigen Schichten sitzt, sind die Grundwasserstände höher als in den tieferen Filterlagen (Abb. 5). Der Unterschied zwischen den beiden tieferen Filter ist geringer.

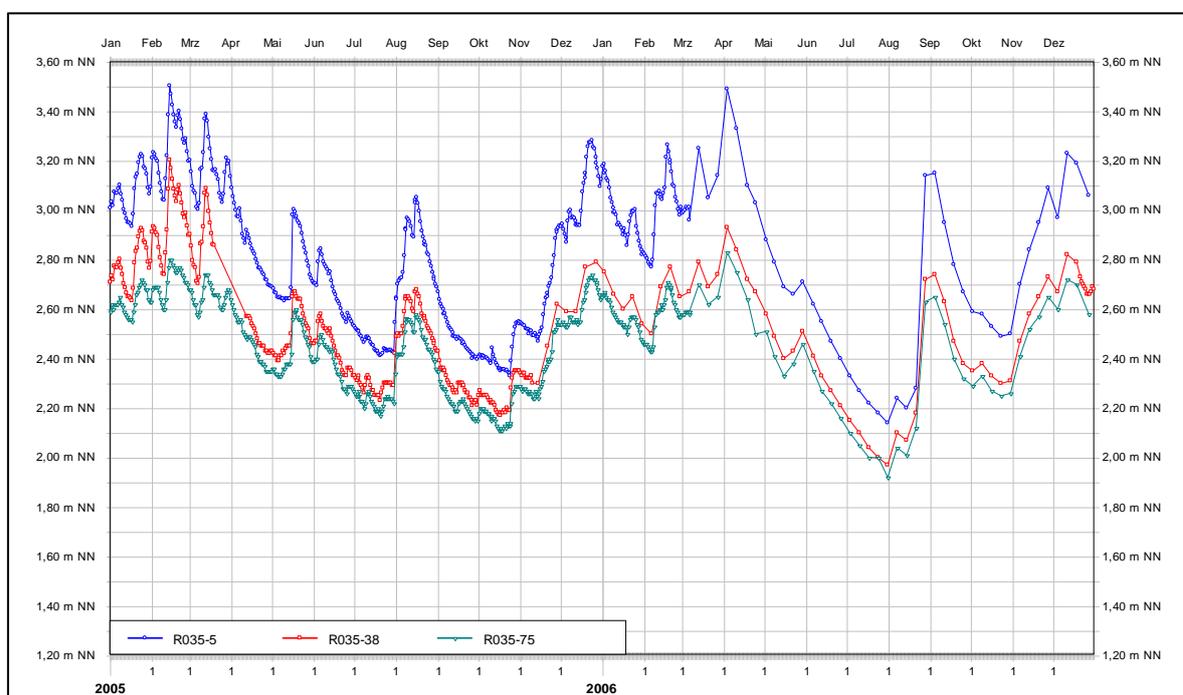


Abb. 5 Grundwasserganglinien R035-5, R035-38 und R035-75 der Jahre 2005 und 2006

Im Zeitraum Juli 2005 bis Oktober 2022 ist bei Messstelle GW 4-5 ein Trend zu steigenden Grundwasserständen vorhanden. Die Grundwasserstände der übrigen Messstellen können als gleichbleibend eingestuft werden. Für den Standort GW 2/2n wurden die Grundwasserstände kombiniert.

Die Unterschiede zwischen den Grundwasserständen sind insgesamt gering. Eine statistische Auswertung befindet sich in Tab. 1.

Tab. 1: Statistik der Grundwasserstände

		GW 1-10	GW 1-24	GW 2n-8	GW 2n-24	GW 3-5	GW 3-28	GW 4-5	GW 4-27
Zeitintervall	[-]	Jul. 05 - Okt. 22	Jul. 05 - Okt. 22	Apr. 10 - Okt. 22	Apr. 10 - Okt. 22	Jul. 05 - Okt. 22			
Anzahl Messwerte	[-]	228	228	164	164	228	228	228	228
Höchster Wert	[mNN]	3,21	3,20	3,05	3,03	3,36	3,04	3,39	3,09
Datum		06.03.07	06.03.07	05.02.18	02.03.20	06.03.07	06.03.07	02.03.20	06.03.07
Niedrigster Wert	[mNN]	1,81	1,81	1,74	1,73	1,76	1,74	1,83	1,79
Datum		09.11.18	09.11.18	09.11.18	09.11.18	09.11.18	09.11.18	09.11.18	09.11.18
Spannweite	[m]	1,40	1,39	1,31	1,30	1,60	1,30	1,56	1,30
Mittelwert	[mNN]	2,46	2,45	2,36	2,34	2,44	2,35	2,42	2,41
mittlerer höchster Wert	[mNN]	2,91	2,88	2,78	2,76	2,92	2,77	2,93	2,84
mittlerer niedrigster Wert	[mNN]	2,05	2,05	1,97	1,93	2,02	1,97	1,99	2,02

4.3 Grundwasserflurabstände

Die Grundwasserflurabstände stellen den lotrechten Abstand zwischen der Geländeoberfläche und der Grundwasseroberfläche dar, so dass eine Entwicklung der Grundwasserflurabstände der der Grundwasserstände gleicht. An Messstelle GW 4-5 haben sich die Flurabstände daher über die Zeit tendenziell verringert und an den übrigen Messstellen sind sie gleichgeblieben. In Abb. 6 sind exemplarisch die Ganglinien der Flurabstände der Messstellen GW 3-5 und GW 4-5 dargestellt.

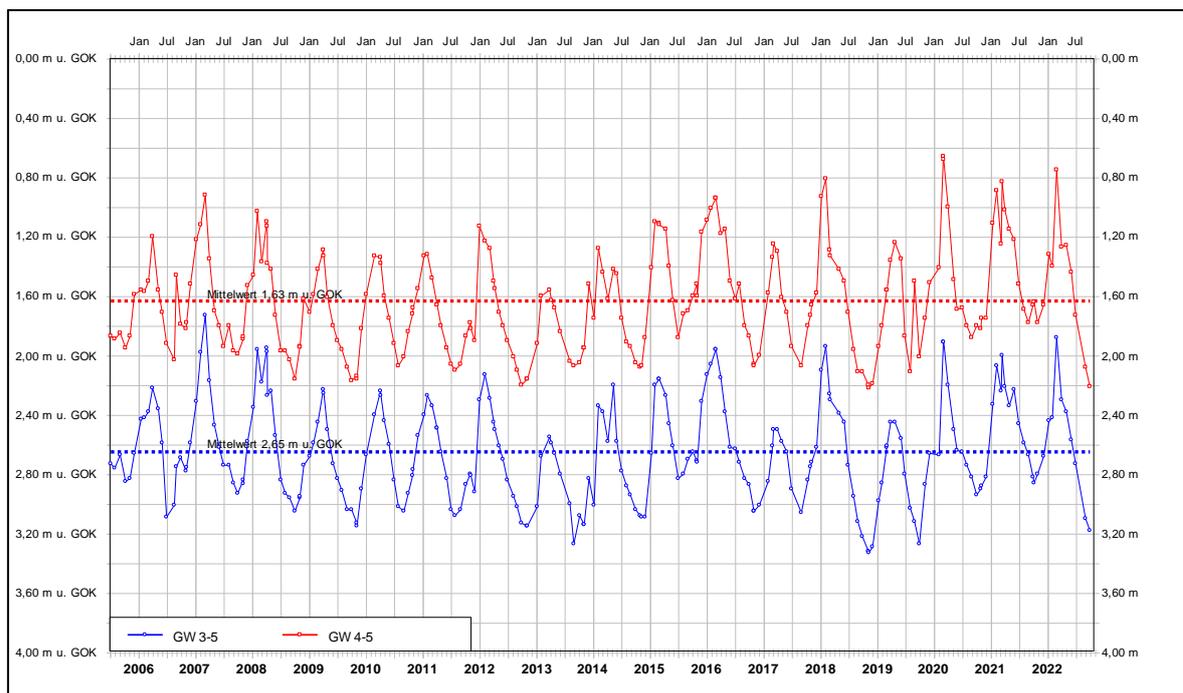


Abb. 6: Ganglinien der Flurabstände der Messstellen GW 3-5 und GW 4-5

Bei einer Geländehöhe von rd. 5 mNHN waren bei Messstelle GW 3-5 Flurabstände im Mittel von 2,66 m vorhanden. Die Geländehöhe bei Messstelle GW 4-5 ist mit rd. 4 mNHN geringer, so dass auch die Flurabstände mit durchschnittlich 1,63 m unter GOK geringer waren. Für den nordöstlichen Bereich der Erweiterungsfläche mit z. T. Geländehöhen kleiner 4 mNHN sind entsprechend noch geringere Flurabstände vorhanden.

4.4 Grundwasserüberdeckung

Bei mittleren Flurabständen von bis zu 2,66 m und sandigen Deckschichten mit einer guten Durchlässigkeit bzw. nur geringmächtigen geringdurchlässigen Deckschichten ist lediglich eine kurze Verweildauer von eindringenden Stoffen gegeben. Stoffminderungsprozesse können nicht stattfinden, so dass von einem hohen Gefährdungspotenzial des Grundwassers auszugehen ist. Das Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung wird als gering eingestuft (NIBIS KARTENSERVER 2022f).

4.5 Grundwasserneubildung

Im NIBIS KARTENSERVEN (2022g) wird für den Erweiterungsbereich eine Grundwasserneubildungsrate von >100 - 150 mm/a ausgewiesen. Im Süden sind sowohl Bereiche mit einer geringeren Neubildung von >50 - 100 mm/a als auch mit einer höheren Neubildung von >200 - 250 mm/a vorhanden.

4.6 Grundwasserfließverhältnisse

In der Hydrogeologischen Karte von Niedersachsen 1:50.000 ist die Lage der Grundwasseroberflächen durch Grundwassergleichen dargestellt, diese repräsentieren mittlere Grundwasserstände der Zeitreihe 1990-2000 (NIBIS KARTENSERVEN 2022h). Im Bereich der Abbaustätte ist eine nordnordöstliche Fließrichtung vorhanden.

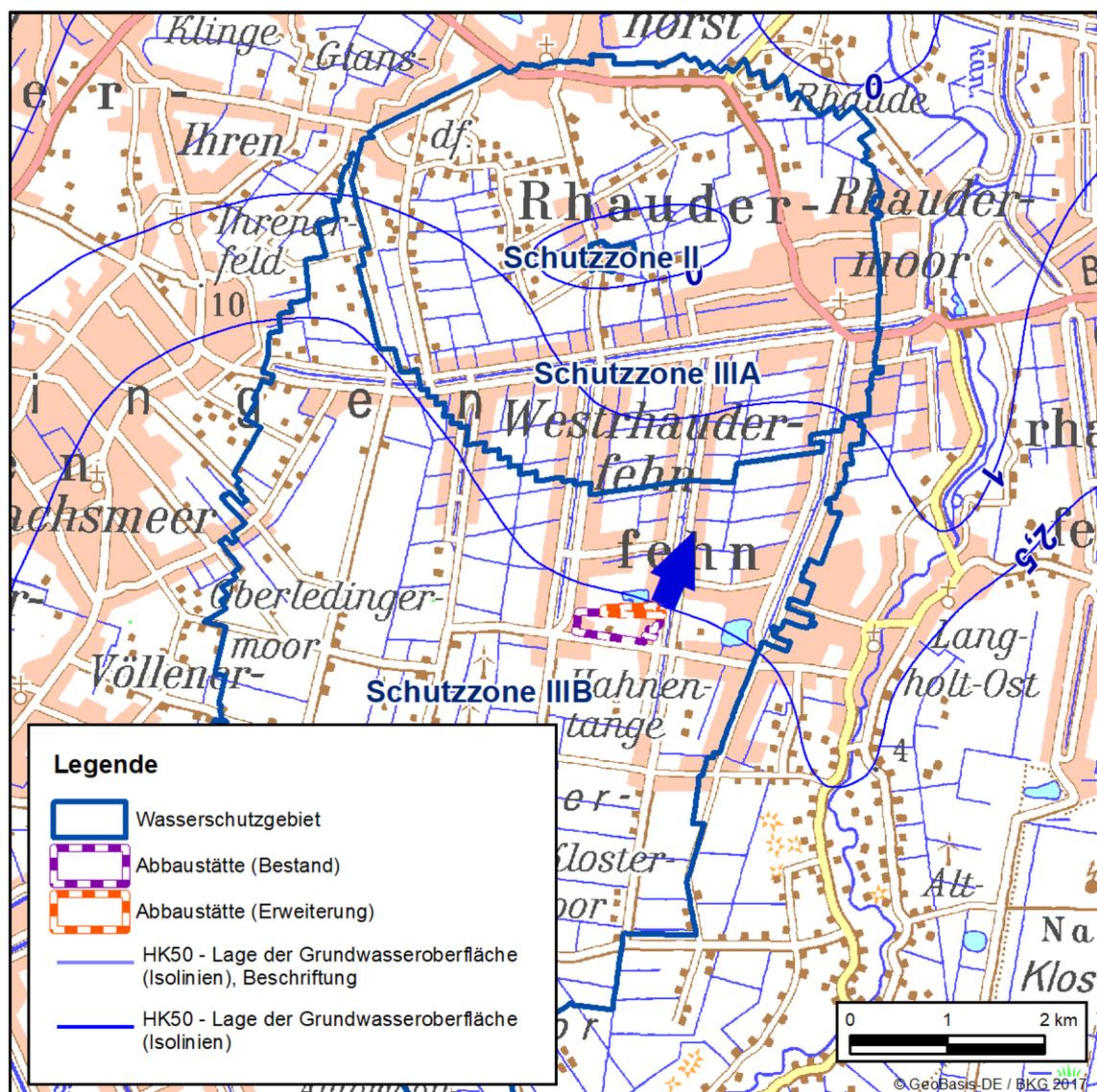


Abb. 7: Lage der Grundwasseroberfläche (HK 50, NIBIS KARTENSERVEN 2022h)

Zur Darstellung der Strömungssituation mit Berücksichtigung der Daten der Beweissicherung wurde ein Grundwassergleichenplan vom Stichtag 31. Mai 2015 mit den

Grundwasserständen der tiefen Messstellen erstellt, der etwa mittlere Grundwasserstände darstellt (Anlage 6). Neben den Werten aus der Beweissicherung wurden auch Grundwasserstände von umliegenden Landesmessstellen berücksichtigt. Auch in diesem Plan ist die nordnordöstliche Strömungsrichtung erkennbar. Im Bereich der Abbaustätte ist ein Gefälle von ca. 0,54 ‰ ausgebildet.

Die Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers lässt sich mit Hilfe der hydraulischen Kenngrößen k_f , l und n_0 hinreichend genau berechnen.

Nach dem Darcy'schen Gesetz gilt:

$$v_n = \frac{k_f * I}{n_0}$$

Mit $k_f = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$, $l = 0,00054$ und $n_0 = 0,20$ errechnet sich die Abstandsgeschwindigkeit im Abstrom des Abbaugewässers zu $v_n = 1,35 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$, entsprechend 0,01 m/d, bzw. 4,26 m/a.

4.7 Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasser- und Gewässergüte werden seit 2005 jährlich untersucht. Dabei werden im Grundwasseranstrom die Messstellen GW 1-10 und GW 1-24 im jährlichen Wechsel sowie im Grundwasserabstrom die Messstelle GW 2n-8 (vorher GW 2-8) und GW 2n-24 (vorher GW 2-24) im jährlichen Wechsel beprobt. Jedes Jahr wird parallel dazu das Abbaugewässer beprobt. Für die Auswertung werden Analysen aus dem Zeitraum November 2005 bis Juli 2022 verwendet.

Das Grundwasser kann insgesamt als nahezu sauerstofffrei, schwach sauer bis sauer und gering mineralisiert charakterisiert werden. Hinsichtlich der Ionenverteilung handelt es sich um überwiegend sulfatisch/ chloridische erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt bzw. überwiegend sulfatisch/ chloridische alkalische Wässer (Abb. 8). Die DOC/TOC-Werte weisen auf erhöhte Gehalte an organischen Kohlenstoffen, wie es unter Mooreinfluss häufig der Fall ist, hin. Gerade in den tiefen Messstellen sind erhöhte Eisenkonzentrationen vorhanden. Von den Stickstoffverbindungen tritt vor allem Ammonium auf. Nitrat wurde nur vereinzelt nachgewiesen.

Das Grundwasser der flachen Anstrommessstelle GW 1-10 weist die geringsten Ammoniumkonzentrationen, vereinzelt Befunde an Nitrat und Nitritkonzentrationen meist knapp über der Bestimmungsgrenze auf. An dieser Messstelle sind die Konzentrationen an DOC/TOC, Natrium, Kalium und Aluminium am höchsten. Ab 2014 sind zudem sehr hohe Gehalte an Phosphor gesamt gemessen worden. In diesen Zeitrahmen fallen auch die höchsten Konzentrationen an DOC/TOC, Ammonium, Eisen und einiger Schwermetalle. In dieser Messstelle sind generell aber die geringsten Eisenkonzentrationen vorhanden.

In der tiefen Anstrommessstelle GW 1-24 sind ab 2013 höhere elektrische Leitfähigkeiten gemessen worden. Dies geht mit höheren Konzentrationen bei den Hauptionen einher. Dabei sind vor allem Chlorid, Natrium, Eisen und Sulfat auffällig.

Bei den flachen Abstrommessstellen GW 2-8 und GW 2n-8 sind die Konzentrationen von Ammonium und Hydrogencarbonat in der ehemaligen Messstelle höher. Seit 2014 sind die Sulfatkonzentrationen höher als zuvor.

Bei den tiefen Abstrommessstellen GW 2-24 und GW 2n-24 sind die Konzentrationen von Hydrogencarbonat und Calcium in der ehemaligen Messstelle etwas geringer.

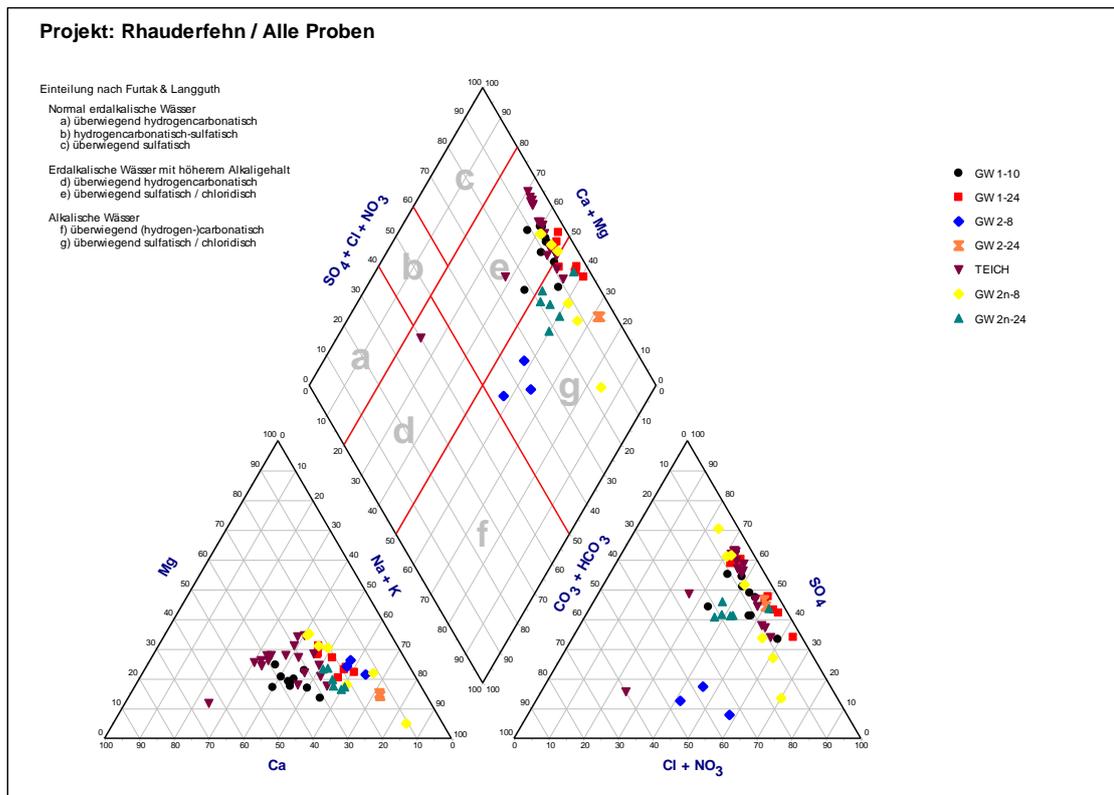


Abb. 8: Ionenverteilung im Piper-Diagramm

Hinsichtlich der Schwermetalle gab es bei Anstrommessstelle GW 1-10 die meisten Befunde. Quecksilber wurde aber nur in Höhe der Bestimmungsgrenze gemessen. Ansonsten gab es an dieser Messstelle fast durchgehend Befunde bei Arsen, Kupfer, Nickel und Zink. Blei und Chrom wurde etwas seltener nachgewiesen. In der tiefen Anstrommessstelle GW 1-24 gab es vereinzelte Befunde bei Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Nickel. Etwas häufiger wurde Zink nachgewiesen. Bei den flachen Abstrommessstellen GW 2-8 und GW 2n-8 war nur Cadmium nicht nachweisbar. Aber auch an dieser Messstelle wurde Quecksilber nur in Höhe der Bestimmungsgrenze gemessen. Am häufigsten wurde Nickel nachgewiesen. In den tiefen Abstrommessstellen GW 2-24 und GW 2n-24 wurde fast durchgehend Zink nachgewiesen, Quecksilber war gar nicht nachweisbar und bei den übrigen Schwermetallen gab es einzelne Befunde. Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung gab es dreimal an Messstelle GW 1-10 bei Arsen und einmal bei Blei an Messstelle GW 2n-8.

Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung gibt es zudem bei allen Messstellen bei den Parametern Aluminium, Ammonium, Eisen und Mangan. Auch die pH-Werte entsprechen nicht dem vorgegebenen Bereich. Bei den trinkwasserrelevanten PAK-Einzelverbindungen gab es keine Befunde. Von den PAK wurde vereinzelt Naphthalin und einmal auch weitere Einzelverbindungen nachgewiesen. Die Konzentrationen waren aber geringfügig.

Die Untersuchung auf Kohlenwasserstoffe (Kohlenwasserstoff-Index) ergab 2020 sowohl in der flachen Anstrom- als auch in der flachen Abstrommessstelle einen Befund. Die Proben zeigten aber kein eindeutiges Mineralölkohlenwasserstoffspektrum. Bei der Untersuchung 2022 wurden keine Kohlenwasserstoffe nachgewiesen.

Auch die Untersuchung auf den Parameter Phenol-Index ergab nur vereinzelt Befunde. Lediglich in der alten Messstelle GW 2-8 wurde in den 3 durchgeführten Untersuchungen jeweils ein Befund erzielt, wobei der Wert über die Jahre abnahm.

5 Auswirkungen der Erweiterung auf das Grundwasser

5.1 Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsfeld

Durch den Bodenabbau wird die Grundwasseroberfläche freigelegt. Bei dieser Freilegung muss der entstehende Baggersee das ursprünglich vorhandene Gefälle ausgleichen, und es stellt sich ein horizontaler Seespiegel ein. Das Niveau des Seespiegels entspricht etwa der vor der Freilegung vorhandenen Grundwasserspiegelhöhe in Seemitte.

Das umgebende Grundwasser stellt sich auf diesen neuen Seespiegel ein. Für das –in Grundwasserfließrichtung– oberstromige Gelände am Baggersee ergibt sich somit eine Absenkung, für den unterstromigen Bereich eine Aufhöhung der Grundwasserstände (Abb. 9). Das Ausmaß dieser Veränderung hängt ab von dem ursprünglichen Grundwasserfließgefälle, dem Durchlässigkeitswert und der Form und Lage des Baggersees. Je größer die Längsausdehnung eines Baggersees in der Grundwasserfließrichtung ist, desto größer sind die sich daraus ergebenden Grundwasserstandsänderungen im Umfeld (Abb. 9).

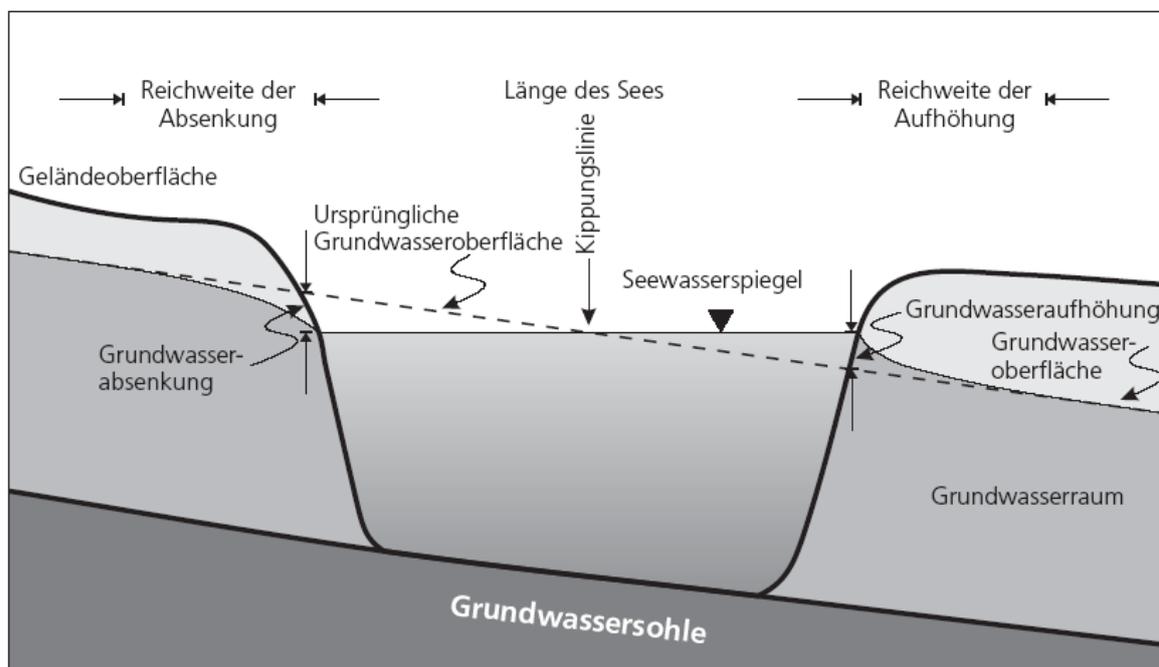


Abb. 9: Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (schematisiert, ECKL 2007)

Die Längsausdehnung in Grundwasserfließrichtung wird rd. 470 m betragen und überspannt bei einem Grundwassergefälle von 0,54 ‰ ca. 0,25 m. Der Absenkungs- bzw.

Aufhöhungsbetrag wird somit ca. 0,13 m betragen. Der zukünftige mittlere Seespiegel wird bei ca. 2,3 mNN liegen.

Absenkungsreichweite:

Die Reichweite R_o der (oberstromigen) Absenkung H_o errechnet sich für eine grobe Abschätzung nach LÜBBE (1978) zu:

$$R_o = 10000 \cdot H_o \cdot \sqrt{k_f} .$$

Nach WROBEL (1980) ist die Reichweite der Absenkung allerdings auch von der Breite B des Baggersees am oberstromigen Ufer abhängig, und es ergibt sich folgende Formel:

$$R_o = 1500 \cdot H_o \cdot \sqrt{k_f} \cdot \log B .$$

Für die Berechnung der Reichweite, bei der bereits 90 % der Absenkung abgeklungen ist, soll der Faktor 650 statt 1500 verwendet werden.

Bei einem abgeleiteten mittleren k_f -Wert von $5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s (CARSTENS 2003) und einer Absenkung H_o von 0,13 m errechnet sich die maximale Absenkungsreichweite R_o nach LÜBBE (1978) zu 9 m und mit einer Seebreite von ca. 600 m am oberstromigen Ufer nach WROBEL (1980) zu 4 m, wobei nach 2 m bereits 90 % der Absenkung abgeklungen ist. Nach LÜBBE (1978) ist die unterstromige Reichweite des Grundwasseraufstaus geringer als die Reichweite des oberstromigen Aufstaus. Insgesamt wird die Absenkung bzw. Aufhöhung nicht über die Abbaustättengrenze hinausreichen. Die Ansetzung des Extremwertes der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte führt zu höheren Reichweiten. Bei einem Durchlässigkeitsbeiwert von $1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s wird aber nur bei Verwendung der Reichweitenformel nach LÜBBE mit einer Reichweite von 16 m die Abbaustättengrenze im Nordosten bezogen auf den mittleren Wasserstand erreicht.

5.2 Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt

Bei der Freilegung des Grundwassers ist i. d. R. von einer Mehrverdunstung auszugehen. LÜBBE (1978) gibt für die Norddeutsche Tiefebene bei Jahrestemperaturen von 8,4°C und Niederschlägen von 757 mm/a die Evaporation von Wasserflächen mit 609 mm/a an. Dies entspricht gegenüber der aktuellen Verdunstung bewachsener Landflächen von 483 mm/a einer Mehrverdunstung von 126 mm/a. Als Bandbreite für die Mehrverdunstung gibt der Autor für den Naturraum Norddeutsche Tiefebene Werte von 110 mm/a bis 150 mm/a an. Diese Wassermenge steht nach Anlegung des Abbaugewässers dem Abfluss und damit auch der Grundwasserneubildung nicht mehr zur Verfügung. Diese Mehrverdunstung entspricht der aktuell ausgewiesenen Grundwasserneubildung (s. Kap. 4.5), die dann dem Wasserhaushalt nicht mehr zur Verfügung steht.

Während des Abbaubetriebes wirkt die Sandentnahme wie eine Wasserentnahme. Das ursprünglich vom Korngerüst eingenommene Volumen muss durch nachfließendes Wasser ersetzt werden. Da mit der Erweiterung jedoch keine Erhöhung der Fördermengen (ca. 30.000 m³/a) geplant ist, ist keine zusätzliche Absenkung durch die Erweiterung zu erwarten.

Ein Anschluss des Sees an oberirdische Gewässer ist nicht geplant, so dass diesbezüglich keine Grundwasserverluste zu erwarten sind. Ein Überlaufen des Sees ist aufgrund der niedrigen Geländehöhen in der Mitte der Erweiterungsfläche nicht gänzlich auszuschließen. So beträgt z. B. der maximale Grundwasserstand der Grundwassermessstellen GW 2/GW 2n 3,10 mNN und Wind kann in See noch zu Wellenschlag und Windstau führen.

Da aber eine Verwallung mit Sand auf +4,5 mNHN und eine Anhöhung des nachfolgenden Geländes im nordöstlichen Teil der Abbaustätte geplant ist, ist ein Überlaufen des Sees nicht zu erwarten. Auch das Abflachen der Böschung auf eine Neigung von 1:5 im Bereich der Wasserwechselzone wirkt dem entgegen.

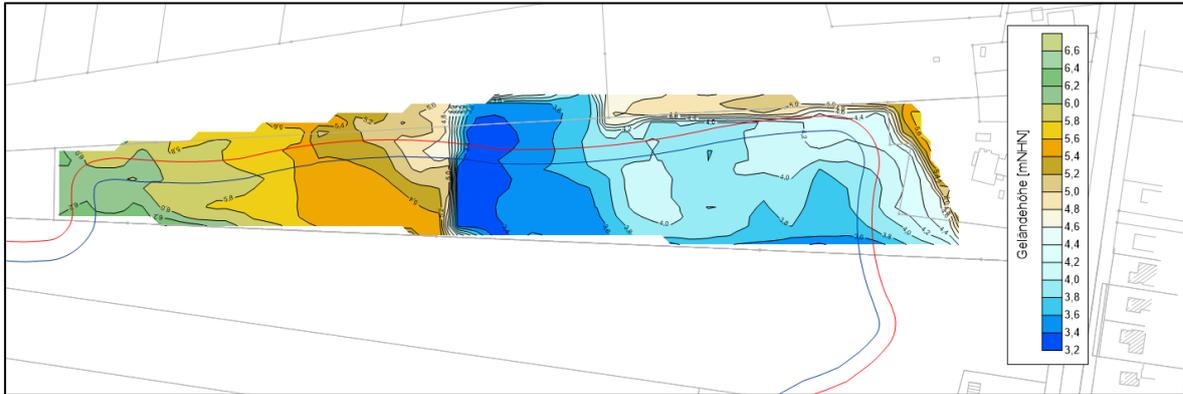


Abb. 10: Geländehöhen Erweiterungsfläche

5.3 Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit

Durch die Freilegung des Grundwassers wird es grundsätzlich der oxidierenden Wirkung des Luftsauerstoffes ausgesetzt. Dies kann verschiedene chemische Reaktionen zur Folge haben, die sich möglicherweise im abstromigen Bereich im Grundwasser bemerkbar machen können. Daneben werden Grundwasserbereiche hydraulisch kurzgeschlossen, die, wenn auch nicht unbedingt voneinander getrennt, einen unterschiedlichen Chemismus aufweisen. Dies führt zu Vermischungen und gegebenenfalls entsprechenden veränderten Verhältnissen im Grundwasserabstrom.

Sofern kein Anschluss des Abbaugewässers an nährstoffreiche Oberflächengewässer wie Entwässerungsgräben besteht oder im Zuge des Bodenabbaus hergestellt wird, wird die Beschaffenheit des Seewassers im Wesentlichen von der Beschaffenheit des zuströmenden Grundwassers bestimmt, wohingegen landseitige und atmosphärische Einträge hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielen (BLFW 1995).

Seit 2005 wird im Rahmen der Beweissicherung jährlich auf die Gewässergüte parallel zur Grundwassergüte untersucht. Wie auch das Grundwasser ist das Abbaugewässer gering mineralisiert. Der pH-Wert weist eine größere Spannweite auf. Es wurden auch vereinzelt pH-Werte größer 6 gemessen. Das Wasser ist sauerstoffhaltig. Entsprechend sind die gemessenen Konzentrationen an Ammonium geringer als im Grundwasser, dafür ist im Abbaugewässer Nitrat nachweisbar. Auch die Eisenkonzentrationen und die TOC-Gehalte sind geringer als in den Grundwasserproben.

Hinsichtlich der Ionenverteilung handelt es sich ebenfalls um ein überwiegend sulfatisch/chloridisches erdalkalisches Wasser mit höherem Alkaligehalt bzw. teilweise um ein überwiegend sulfatisch/chloridisches alkalisches Wasser (Abb. 8). Lediglich in einer Probe wurde eine höhere Säurekapazität gemessen. In der betrachteten Zeitreihe ist ein Trend zu steigenden Konzentrationen bei den Parametern Calcium, Magnesium, Mangan, Natrium, Nitrat, Sulfat und Zink zu verzeichnen. Tendenziell gesunken sind dagegen die Konzentrationen an Aluminium, Eisen und DOC/TOC.

Wie auch in den Grundwasserproben gab es im Abbaugewässer Befunde bei den Schwermetallen. Lediglich Quecksilber war nie nachweisbar. Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung gab einmal bei Arsen, zweimal bei Blei und siebenmal bei Nickel.

Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung gibt es zudem auch bei den Parametern Aluminium, Ammonium, Eisen und Mangan. Auch die pH-Werte entsprechen, mit einer Ausnahme, nicht dem vorgegebenen Bereich. Bei den trinkwasserrelevanten PAK-Einzelverbindungen gab es keine Befunde. Von den PAK wurde einmal Naphthalin in geringfügiger Konzentration nachgewiesen.

Beim Parameter Kohlenwasserstoff-Index ergab sich einmal eine höhere Konzentration, die sich bei der darauf veranlassten Nachbeprobung nicht bestätigte. Der Parameter Phenol-Index war nur einmal nachweisbar, in dem Jahr gab es auch Befunde im Grundwasseran- und -abstrom.

In Tab. 2 ist ein Auszug aus den letzten Analysen zusammengestellt und den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung gegenübergestellt. Die Konzentrationen der Hauptionen im Abbaugewässer sind von der Größenordnung her meist zwischen den Konzentrationen der beiden Anstrommessstellen. Die Konzentrationen in den beiden Abstrommessstellen sind vielfach geringer als in den Anstrommessstellen.

Tab. 2: Auszug aus den Analysen 2021 und 2022

Messstelle	Datum	GW 1-10	GW 1-24	Abbausee	Abbausee	GW 2n-8	GW 2n-24	TrinkwV
		18.07.2022	08.09.2021	08.09.2021	18.07.2022	18.07.2022	08.09.2021	
Wassertemperatur	°C	11	10,5	19,4	21,8	11,5	11,2	-
el. Leitfähigkeit	µS/cm	239	520	240	299	217	220	2790 ≥ 6,5 und ≤ 9,5
pH-Wert	-	4,4	4,7	4,6	4,9	4,7	4,9	-
Sauerstoff, gel.	mg/l	0,1	0,3	9,5	8,9	0,1	0,2	-
Redoxspannung	mV	450	110	360	400	330	120	-
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	0,14	0,18	< 0,1	<0,1	0,14	0,36	-
SAK 254 nm	1/m	294,8	3,8	1,9	0,162	28,4	3,4	-
SAK 436 nm	1/m	15,4	0,83	0,3	0,1	0,9	0,92	0,5
TOC	mg/l	68	12	6,0	1,4	12	13	-
Calcium	mg/l	13,4	12	15	16	5,1	5,8	-
Magnesium	mg/l	4,2	9,4	6,0	6,2	4,7	3,5	-
Kalium	mg/l	23	3,4	6,4	6,8	1,5	1,9	-
Natrium	mg/l	9,9	41	11	11	9,6	14	200
Ammonium	mg/l	0,38	5,8	< 0,05	0,08	4	3,4	0,50
Nitrat	mg/l	7,1	< 1	2,9	2,4	1	< 1	50
Nitrit	mg/l	<0,01	< 0,01	0,01	<0,02	<0,01	< 0,01	0,50
Chlorid	mg/l	19	73	20	23	26	25	250
Hydrogencarbonat	mg/l	7,84	10,9	5,5	<5	7,85	21,8	-
Sulfat	mg/l	40	95	55	64	45	37	250
Fluorid	mg/l	0,34	< 0,20	< 0,20	<0,2	<0,2	< 0,20	1,5
Bor	mg/l	0,054	0,283	0,639	0,044	0,034	0,170	1,0
Aluminium	mg/l	2,0	0,29	0,064	0,14	0,44	0,25	0,200
Arsen	mg/l	0,0090	< 0,001	0,0016	0,0012	0,001	< 0,001	0,010
Blei	mg/l	0,0044	< 0,0003	0,0004	0,00096	<0,0003	< 0,0003	0,010
Cadmium	mg/l	0,00027	< 0,0001	0,0003	0,00051	<0,0001	< 0,0001	0,0030
Chrom	mg/l	0,0045	0,0015	< 0,001	<0,001	0,0016	0,0014	0,050
Kupfer	mg/l	0,0071	< 0,001	0,0026	0,0040	<0,001	< 0,001	2,0
Nickel	mg/l	0,0052	< 0,001	0,030	0,044	0,013	0,004	0,020
Quecksilber	mg/l	<0,0001	< 0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0001	< 0,0002	0,0010
Zink	mg/l	0,15	0,018	0,135	0,14	0,022	0,015	-
Eisen	mg/l	0,56	22	< 0,05	<0,05	12	13	0,200
Mangan	mg/l	0,15	0,22	0,25	0,33	0,12	0,36	0,050
Phosphor, ges.	mg/l	3,55	0,08	0,02	0,0296	0,0142	0,02	-
Cyanid (Cn), ges.	mg/l	<0,005	< 0,005	< 0,005	<0,005	<0,005	< 0,005	0,050
Kohlenwasser- stoff-Index	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Phenol-Index	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	-
Σ PAK (TrinkwV)	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,00010
Σ PAK (EPA)	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	-

Hinsichtlich der Schwermetalle ist die Zinkkonzentration im Abbaugewässer in die Größenordnung der Spannweite der Konzentrationen von Anstrommessstelle GW 1-10 angestiegen. Die zwischenzeitlich hohen Arsenkonzentrationen in dieser Messstelle haben sich noch nicht im See ausgewirkt. Höher als im Grundwasser ist die Nickelkonzentration im Seewasser, was auf die oxidierenden Verhältnisse im Abbaugewässer zurückführbar sein könnte. Für Nickel ist jedoch kein Trend zu steigenden Konzentrationen zu verzeichnen.

Die Veränderungen der chemischen Beschaffenheit blieben in einem geringen Umfang und gerade im Vergleich zum Grundwasseranstrom ist eine negative Beeinflussung der Grundwassergüte durch den Sandabbau nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erkennbar.

Seen unterliegen einem jahreszeitlich bedingten Zyklus. Im Frühjahr führt eine zunehmende Intensität der Sonneneinstrahlung zu einer Erwärmung der oberflächennahen Wasserschichten. Durch die Windenergie wird dieses erwärmte, weniger dichte Wasser nur bis in eine bestimmte Tiefe durchmischt. In tieferen Seen (>10 m Wassertiefe) bildet sich dann eine vertikale Temperaturschichtung. Es besteht eine Warmwasserschicht (Epilimnion) und eine Tiefenwasserschicht (Hypolimnion), die normalerweise durch eine Sprungschicht getrennt sind. Diese Schichtung dauert, bis im Herbst kühlere Temperaturen eine erneute Durchmischung ermöglichen. Die Schichtung reduziert den Stoffaustausch zwischen Tiefenwasser und Oberflächenwasser, so dass der Eintrag von sauerstoffreichem Wasser in den Tiefenwasserbereich verringert wird. Abbauprozesse unter Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser können somit den vorhandenen Sauerstoffgehalt recht schnell aufzehren.

Im Gegensatz zu natürlichen Seen werden die Baggerseen durch mehr oder minder starken Zufluss des umgebenden Grundwassers geprägt. Außerdem sind sie oftmals durch ihre besondere Seebeckenform charakterisiert. Diese drückt sich häufig durch kleine Seeflächen im Verhältnis zu großen Seetiefen aus. In diesen Fällen ist die Gefahr von Meromixis (durchmischungsfreie Bereiche) gegeben.

In DWA (2017) wird eine morphologisch bedingte Durchmischungstiefe gemäß der 4. Wurzel der Gewässeroberfläche angegeben. In diesem Fall sind dies

$$\sqrt[4]{158.400} = 19,95 \text{ m.}$$

Gemäß DVWK-Regeln 108 (1992) werden meromiktische Verhältnisse mit Sicherheit vermieden, wenn für das Verhältnis von größter Tiefe T_{\max} (in m) und Oberfläche A_0 (in m²) gilt:

$$\frac{T_{\max}}{\sqrt[4]{A_0}} \leq 1$$

Die Einstufung der Meromixisgefahr wird nach LFU (2005) weitergehend differenziert in gering (< 1,5), mittel (1,5 - 2,0) und hoch (> 2,0). Im vorliegenden Fall ergibt sich ein Wert von 1,1 und damit nur eine geringe Meromixisgefahr.

6 Beweissicherung

Die Beweissicherung dient der Dokumentation der Auswirkungen des Abbaubetriebes aus hydraulischer und hydrochemischer Sicht. Für den Abbau existiert bereits ein Beweissicherungsprogramm, welches die hydraulischen und hydrochemischen Auswirkungen des Abbaubetriebes kontinuierlich erfasst.

Zur Dokumentation des abbaubedingten Einflusses auf die Grundwasserhydraulik sollten die Wasserstände an allen Messstellen sowie im Abbaugewässer monatlich im Rahmen einer Stichtagsablesung erfasst und einmal jährlich in Form von Grundwasserganglinien und Statistiken ausgewertet und dargestellt werden. Im Abbaugewässer muss dafür an einer gut zugänglichen Stelle z. B. eine Pegellatte angebracht werden. Da das Messstellebündel GW 2n mit der Erweiterung entfallen wird, müssen frühzeitig gleichartige Ersatz-Messstellen gebaut werden. Ein Vorschlag für einen Standort ist in Anlage 8 enthalten. Beim Bau muss jedoch die geplante Geländeerhöhung bedacht werden.

Wassergüteuntersuchungen sollen weiterhin im Grundwasseranstrom und -abstrom sowie im Abbaugewässer selbst erfolgen. Im Abbaugewässer ist dabei weiterhin eine jährliche Probenahme vorgesehen. Auch der Grundwasseranstrom und -abstrom sollen weiter jährlich untersucht werden, wobei hier im jährlichen Wechsel die flachen und die tiefen Filter weiter beprobt werden. Der Parameterumfang ist in Tab. 3 aufgeführt.

Tab. 3: Parameterumfang Güteuntersuchungen

Färbung/Trübung/Geruch
Ext. bei 436 nm
SAK (254 nm)
Temperatur
Elektr. Leitfähigkeit (25°C)
Sauerstoff
pH-Wert
Redoxpotential
Säurekapazität bis pH 4,3
Hydrogencarbonat
Gesamthärte
Calcium
Magnesium
Natrium
Kalium
Ammonium
Eisen, ges.
Mangan, ges.
Phosphor, ges.
Chlorid
Nitrat
Nitrit
Sulfat
TOC
Aluminium

Arsen
Bor
Blei
Cadmium
Chrom ges.
Cyanid ges.
Fluorid
Nickel
Kupfer
Zink
Quecksilber
PAK (EPA)
Kohlenwasserstoff-Index
Phenolindex

7 Zusammenfassung und Fazit

Die 19,5 ha große Sandabbaustätte der Fa. Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH soll um rd. 4,1 ha in nördliche Richtung erweitert werden. Die Abbaufäche vergrößert sich dabei um rd. 4,5 ha. Eine Vertiefung der maximalen Abbautiefe von 25 m (-19,60 mNHN) ist nicht geplant.

Durch den Bodenabbau wird die Grundwasseroberfläche freigelegt. Bei dieser Freilegung muss der entstehende Baggersee das ursprünglich vorhandene Gefälle ausgleichen, und es stellt sich ein horizontaler Seespiegel ein. Die Längsausdehnung in Grundwasserfließrichtung wird rd. 470 m betragen und überspannt bei einem Grundwassergefälle von 0,54 ‰ ca. 0,25 m. Der Absenkungs- bzw. Aufhöhungsbeitrag wird somit ca. 0,13 m betragen. Der zukünftige mittlere Seespiegel wird bei ca. 2,3 mNN liegen. Die maximale Absenkungsreichweite R_0 nach LÜBBE (1978) beträgt 9 m und mit einer Seebreite von ca. 600 m am oberstromigen Ufer nach WROBEL (1980) 4 m, wobei nach 2 m bereits 90 % der Absenkung abgeklungen sein wird. Nach LÜBBE (1978) ist die unterstromige Reichweite des Grundwasseraufstaus geringer als die Reichweite des oberstromigen Aufstaus. Insgesamt wird die Absenkung bzw. Aufhöhung nicht über die Abbaustättengrenze hinausreichen.

Bei der Freilegung des Grundwassers ist i. d. R. von einer Mehrverdunstung auszugehen. Diese Mehrverdunstung entspricht der aktuell ausgewiesenen Grundwasserneubildung, die dann dem Wasserhaushalt nicht mehr zur Verfügung steht. Während des Abbaubetriebes wirkt die Sandentnahme wie eine Wasserentnahme. Das ursprünglich vom Korngerüst eingenommene Volumen muss durch nachfließendes Wasser ersetzt werden. Da mit der Erweiterung jedoch keine Erhöhung der Fördermengen (ca. 30.000 m³/a) geplant ist, ist keine zusätzliche Absenkung durch die Erweiterung zu erwarten. Ein Anschluss des Sees an oberirdische Gewässer ist nicht geplant, so dass diesbezüglich keine Grundwasserverluste zu erwarten sind. Einem Überlaufen des Sees wird durch eine Verwallung entgegengewirkt.

Im Rahmen der bisherigen Beweissicherung ist für den Zeitraum Juli 2005 bis Oktober 2022 bei der spülfeldnahen, flachen Messstelle ein Trend zu steigenden Grundwasserständen vorhanden. Die Grundwasserstände der übrigen Messstellen können als gleichbleibend eingestuft werden.

Durch die Freilegung des Grundwassers wird es grundsätzlich der oxidierenden Wirkung des Luftsauerstoffes ausgesetzt, was verschiedene chemische Reaktionen zur Folge haben kann. Daneben kann es u. a. auch zur Durchmischung von Grundwässern unterschiedlicher Beschaffenheit kommen. Diese Veränderungen können sich auf den Grundwasserabstrom auswirken. Ohne Anschluss des Abbaugewässers an nährstoffreiche Oberflächengewässer wird die Beschaffenheit des Seewassers im Wesentlichen von der Beschaffenheit des zuströmenden Grundwassers bestimmt. Im Rahmen der Beweissicherung zeigte sich, dass die Konzentrationen der Hauptionen im Abbaugewässer von der Größenordnung her meist zwischen den Konzentrationen der beiden Anstrommessstellen sind. Die Konzentrationen in den beiden Abstrommessstellen sind vielfach geringer als in den Anstrommessstellen. Der höhere Sauerstoffgehalt im Seewasser zeigte sich z. B. bei den Stickstoffverbindungen, Eisen und ggf. auch Nickel. Die Veränderungen der chemischen Beschaffenheit im Seewasser blieben in einem geringen Umfang und gerade im Vergleich zum Grundwasseranstrom ist eine negative Beeinflussung der Grundwassergüte durch den Sandabbau nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erkennbar.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass auch von der geplanten Erweiterung keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind.

Zur Dokumentation der Auswirkungen des Abbaubetriebes aus hydraulischer und hydrochemischer Sicht soll die Beweissicherung fortgeführt werden. Da ein Messstellen-Bündel mit der Erweiterung entfallen wird, müssen frühzeitig gleichartige Ersatz-Messstellen gebaut werden. Ein Vorschlag für einen Standort ist in Anlage 8 enthalten. Auch die Erfassung des Seewasserstandes soll zukünftig erfolgen.

Aufgestellt: Hesel, 27. April 2023 (1. Revision)

H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

Claudia Bauer
- Geschäftsführerin -

Dipl.-Geologin Julia Zimmermann
- Projektleiterin -

8 Literatur und Schrifttum

- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (BLFW) (1995) [Hrsg.]: *Baggerseen und ihre Wechselbeziehungen zum Grundwasser*. — 150 S.; Wien.
- CARSTENS Hydrogeologie und Boden (2003): Hydrogeologisches Gutachten im Rahmen der UVS des Bodenabbauvorhabens 2./3. Wieke, Gemeinde Rhauderfehn. — 48 S., 9 Abb., 13. Tab., 6 Anl.; Bockhorn.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK) (1992): Gestaltung und Nutzung von Baggerseen. — DVWK-Regeln, Heft 108: 18 S., 7. B, 2. T; Hamburg, Berlin (Parey)
- DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) (2017): Gestaltung und Nutzung von Baggerseen. DWA-Regelwerk, Merkblatt DWA-M 615. Hefen.
- ECKL, H. (2007): Hydrogeologische Anforderungen an Anträge auf obertägigen Abbau von Rohstoffen. – Geofakten 10: 6 S., 1 Abb., 1 Tab.; Hannover (LBEG).
- ELBRACHT, J., MEYER, R. & REUTTER, E. (2016): Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. – mit Beiträgen von LINDER, B. & MAI, C., GeoBerichte 3: 118 S., 42 Abb.; Hannover (LBEG).
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG - LfU (2005): Methodenband - Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- LÜBBE, E. (1978): *Baggerseen – Bestandsaufnahme, Hydrologie und planerische Konsequenzen*. — 2. Aufl., 225 S., 59 Abb., 25 Tab.; Hamburg, Berlin (Parey).
- MEISEL, S. (1962): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 54/55 Oldenburg/Emden. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung; Bad Godesberg.
- Straßenbau Prüfstelle GmbH [StraPs] (2021): Untersuchungsbericht Bauvorhaben Klostermoor, Sandabbau; Leer.
- Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) (2001): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), zuletzt geändert durch Artikel 99 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- WROBEL J.-P. (1980): *Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern*. — GWF, Wasser-Abwasser, 4: S. 165-173; München.

9 Kartenverzeichnis

- NIBIS KARTENSERVEN (2022a): Altablagerungen in Niedersachsen. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS KARTENSERVEN (2022b): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 50.000 - Grundkarte. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

- NIBIS KARTENSERVEN (2022c): Quartärgeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000 - Tiefenlage der Quartärbasis. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS KARTENSERVEN (2022d): Bohrungen der Bohrdatenbank von Niedersachsen (BDN). – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS KARTENSERVEN (2022e): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiterkomplexes. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS KARTENSERVEN (2022f): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS KARTENSERVEN (2022g): Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 – Mittlere Jährliche Grundwasserneubildungsrate 1991-2020, Methode mGROWA. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS KARTENSERVEN (2022h): Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50.000 – Lage der Grundwasseroberfläche. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

Anlagen

Anlage 1

Übersichtskarte
M 1 : 25.000

32401000

32402000

32403000

32404000

32405000

5889000

5888000

5887000

5886000

5885000

5884000

5883000

5889000

5888000

5887000

5886000

5885000

5884000

5883000



Legende

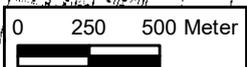
-  Abbaugewässer (Ist-Zustand)
-  Abbaustätte (Ist-Zustand)
-  Abbaustätte (Planung)

Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH
 Erweiterung Sandabbau
 Westthauderfehn/Klostermoor

Übersichtskarte

Maßstab: 1:25.000
 Karten-
 grundlage: TK 25

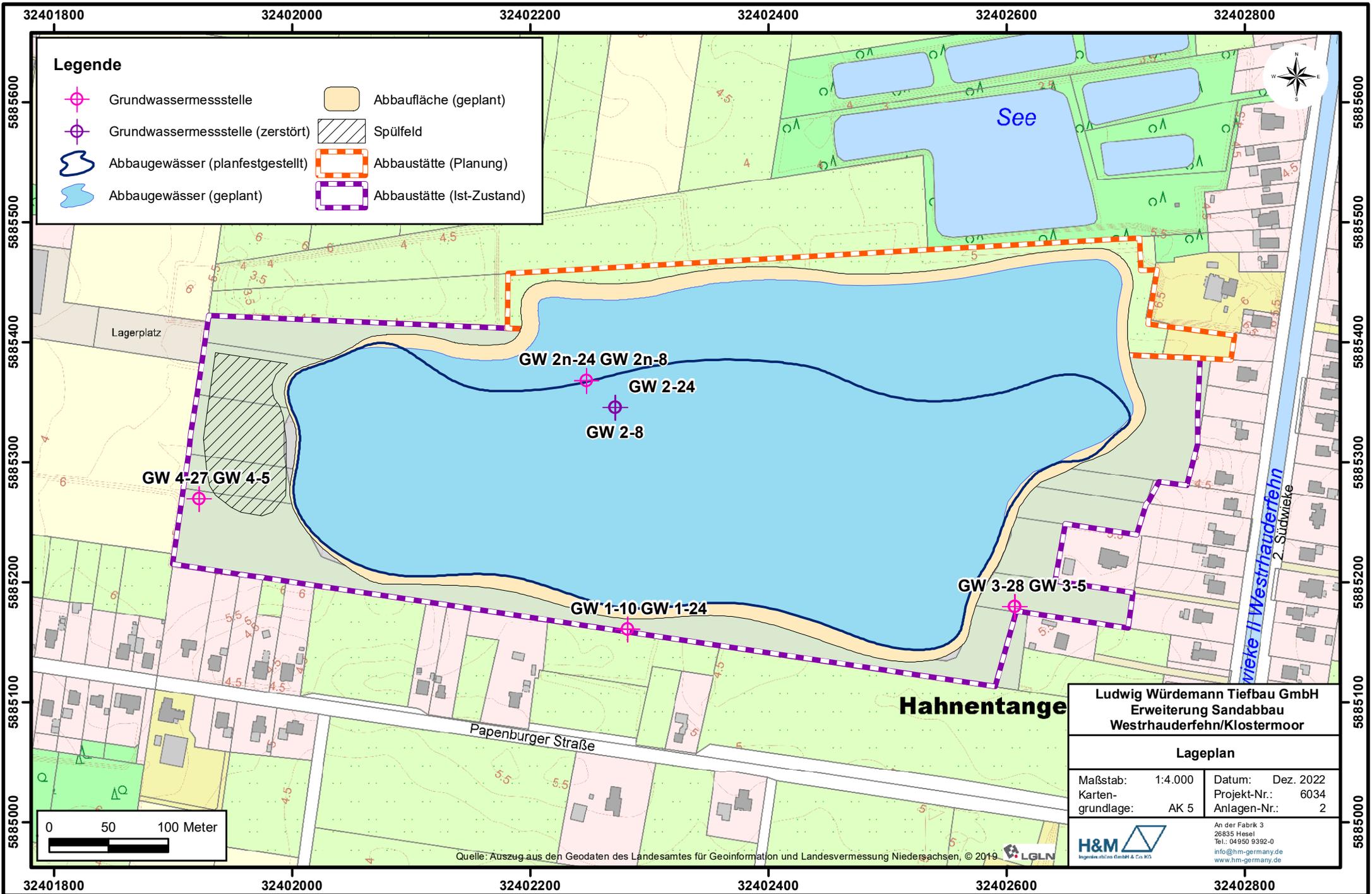
Datum: Mai 2022
 Projekt-Nr.: 6034
 Anlagen-Nr.: 1



An der Fabrik 3
 26835 Hesel
 Tel.: 04950 9392-0
 info@hm-germany.de
 www.hm-germany.de

Anlage 2

Lageplan
M 1 : 4.000



Legende

- Grundwassermessstelle (pink circle with crosshair)
- Grundwassermessstelle (zerstört) (purple circle with crosshair)
- Abbaugewässer (planfestgestellt) (blue wavy line)
- Abbaugewässer (geplant) (light blue wavy line)
- Abbaufäche (geplant) (orange solid rectangle)
- Spülfeld (hatched rectangle)
- Abbaustätte (Planung) (orange dashed rectangle)
- Abbaustätte (Ist-Zustand) (purple dashed rectangle)

Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH
Erweiterung Sandabbau
Westrhauerfehn/Klostermoor

Lageplan

Maßstab:	1:4.000	Datum:	Dez. 2022
Karten- grundlage:	AK 5	Projekt-Nr.:	6034
		Anlagen-Nr.:	2

An der Fabrik 3
 26835 Hesel
 Tel.: 04950 9392-0
 info@hm-germany.de
 www.hm-germany.de

Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2019 LGLN



Anlage 3

Stammdaten der Messstellen

**Erweiterung Sandabbau Westrhauderfehn/Klostermoor
Stammdaten der Grundwassermessstellen**

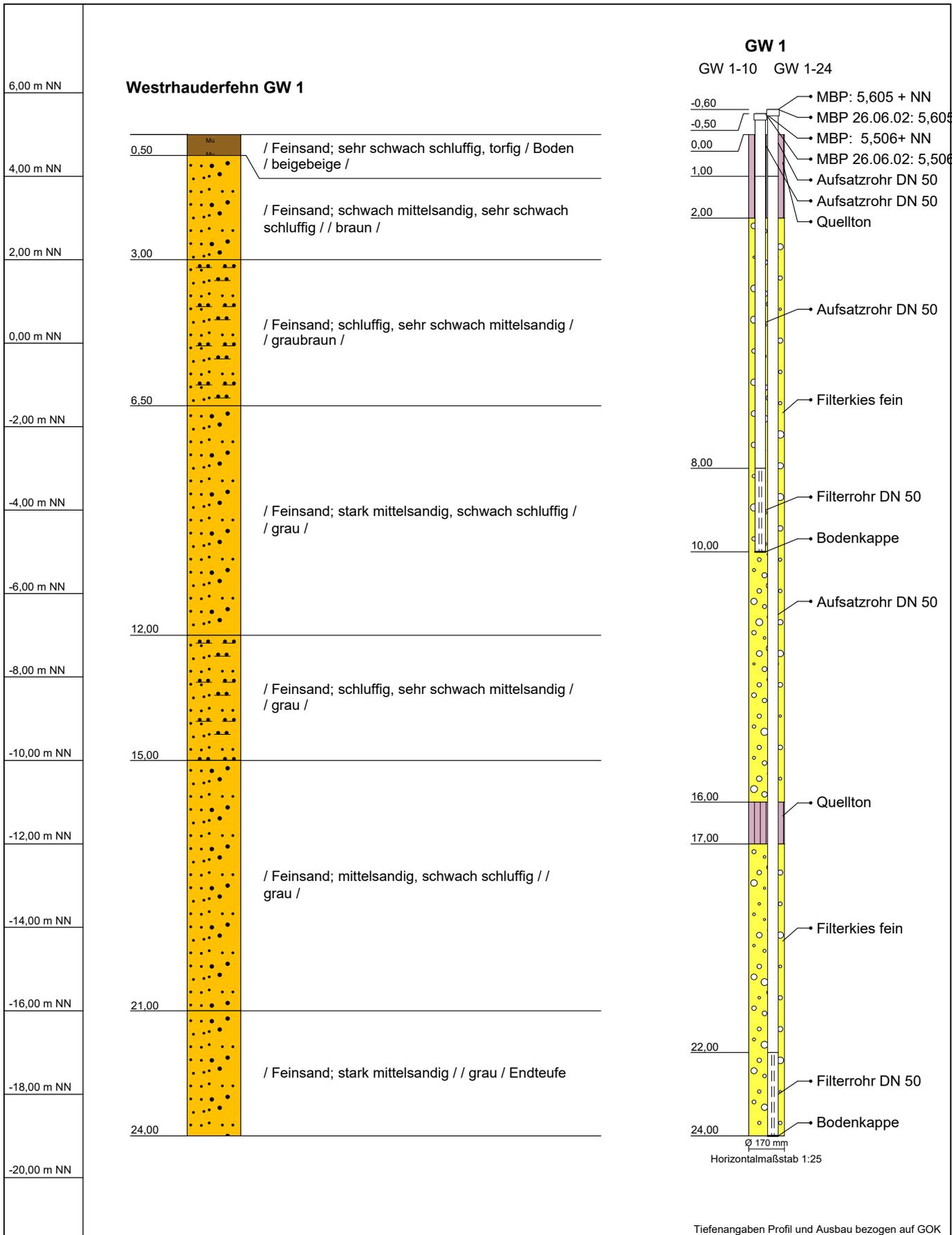
Messstellen- Bezeichnung [-]	Art [-]	Gemarkung [-]	Flur [-]	Flurstück [-]	Rechtswert [-]	Hochwert [-]	MPH [mNN]	FOK [m u. GOK]	FUK [m u. GOK]	Bohrfirma [-]	Bohrdatum [-]
GW 1-10	GWM	Westrhauderfehn	11	88/9	32402282	5885161	5,51	8	10	Gebr. Klaas	26.06.2002
GW 1-24	GWM	Westrhauderfehn	11	88/9	32402281	5885161	5,61	22	24	Gebr. Klaas	26.06.2002
GW 2-8	GWX	Westrhauderfehn	11	57/29	32402271	5885346	4,22	6	8	Gebr. Klaas	26.06.2002
GW 2-24	GWX	Westrhauderfehn	11	57/29	32402271	5885346	4,39	22	24	Gebr. Klaas	26.06.2002
GW 3-5	GWM	Westrhauderfehn	11	87/3	32402607	5885180	5,59	2,4	4,4	Gebr. Klaas	2002
GW 3-28	GWM	Westrhauderfehn	11	87/3	32402607	5885180	5,54	24	28	Gebr. Klaas	2002
GW 4-5	GWM	Westrhauderfehn	11	87/3	32401922	5885270	4,55	5	7	Gebr. Klaas	2002
GW 4-27	GWM	Westrhauderfehn	11	87/3	32401922	5885270	4,60	22	26	Gebr. Klaas	2002
GW 2n-8	GWM	Westrhauderfehn	11	57/29	32402247	5885368	3,60	5,8	7,8	Vulhop & Becker	16.03.2010
GW 2n-24	GWM	Westrhauderfehn	11	57/29	32402247	5885368	3,34	22	24	Vulhop & Becker	16.03.2010

Legende

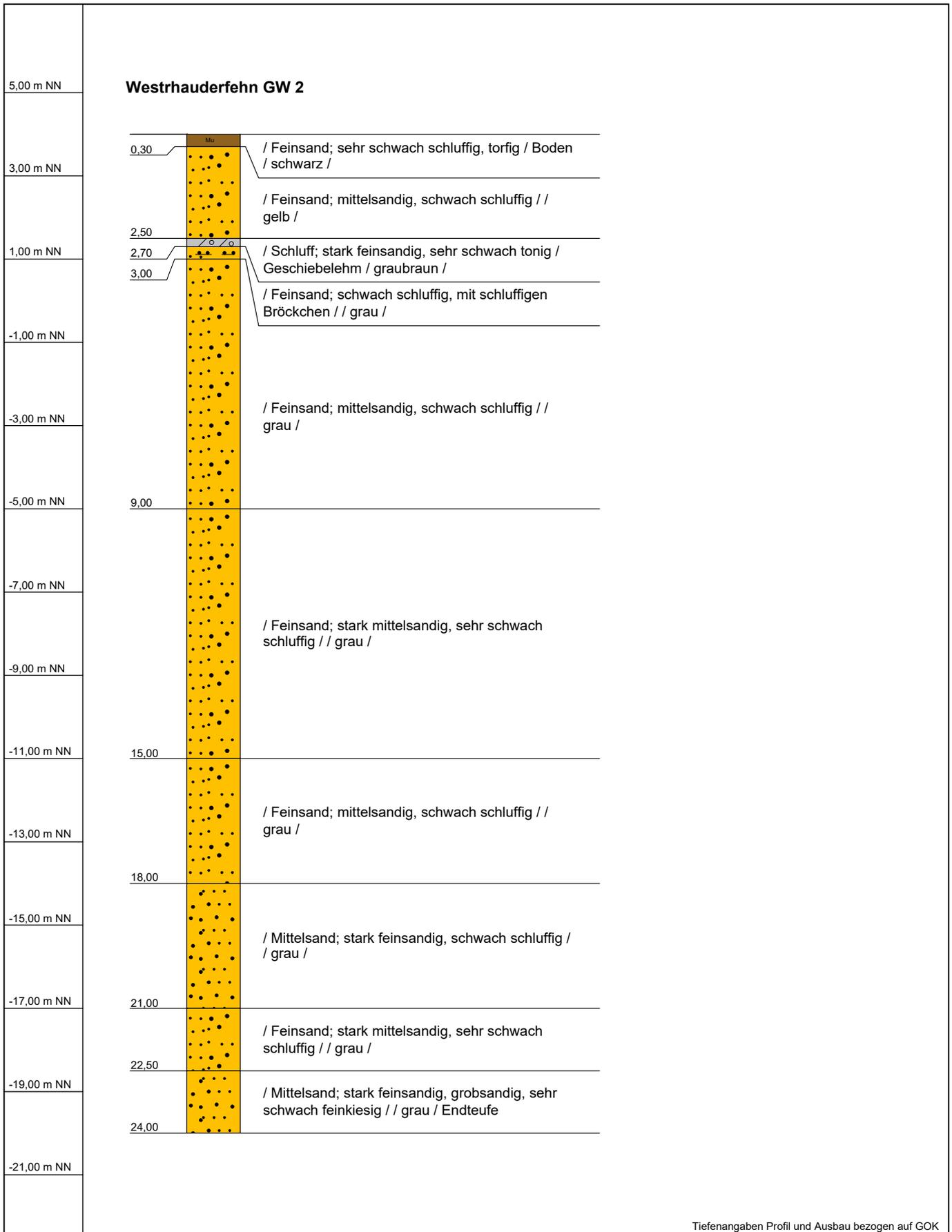
GWM	Grundwassermessstelle
GWX	Grundwassermessstelle, zerstört
MPH	Messpunkthöhe
FOK	Filteroberkante
FUK	Filterunterkante
GOK	Geländeoberkante

Anlage 4

Bohrprofile und Ausbauzeichnungen



Name d. Bhrg.	Westrhauderfehn GW 1	RW: 3402313,97
Bhrg. Id	95818011	HW: 5887074,82
Autor	Penning	Höhe NN: 5
Bearbeiter	M. Penning	Datum: 26.06.2002
Bohrfirma	Gebr. Klaas, Langen	Maßstab : 1:125

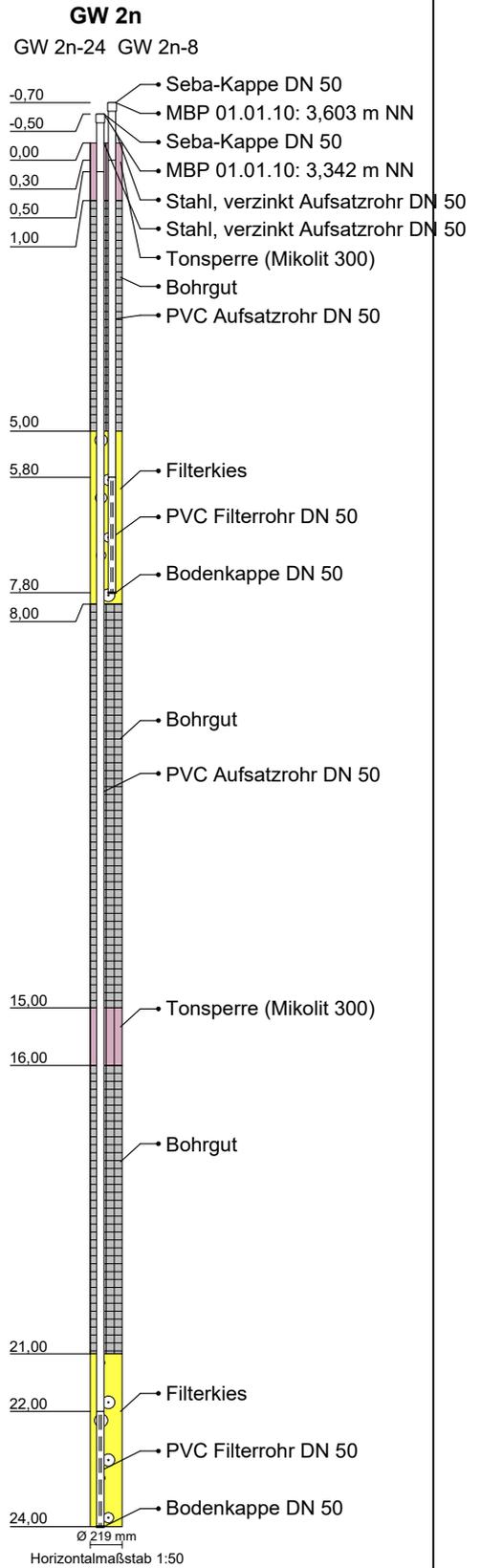
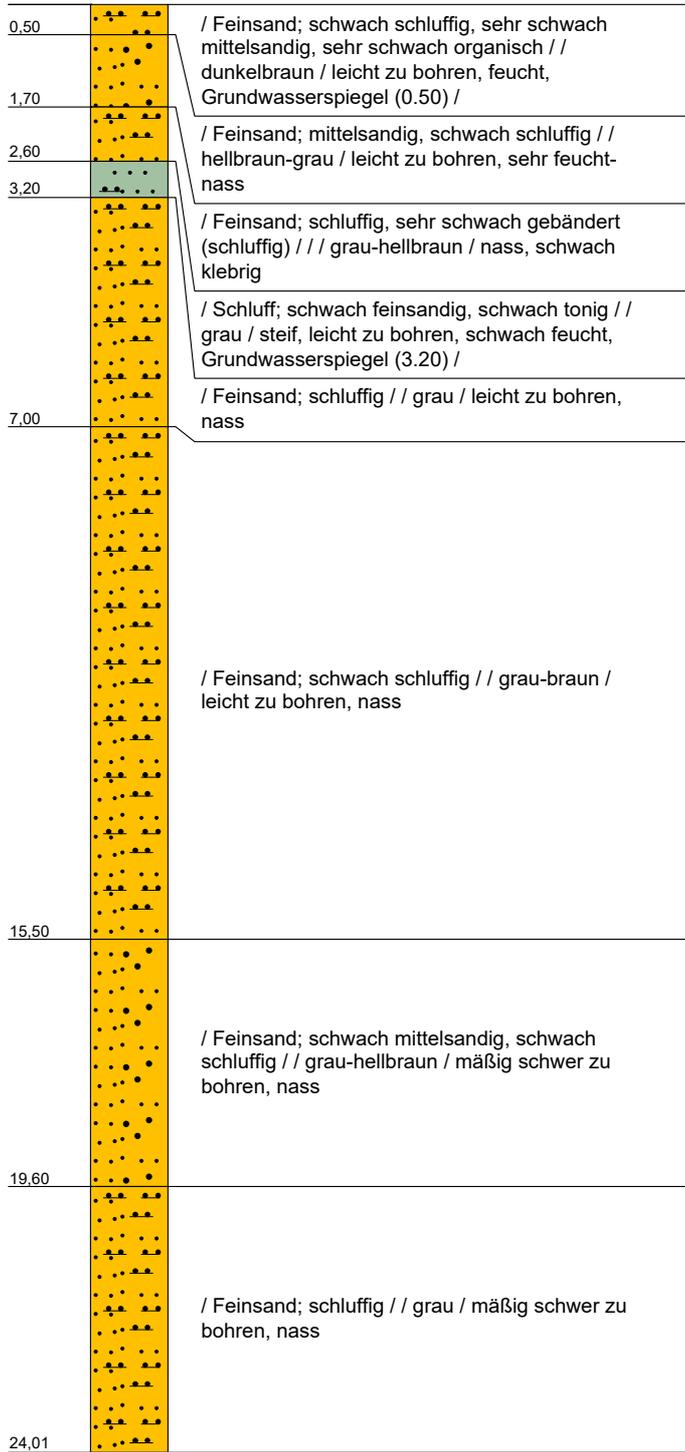


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrng.	Westrhauderfehn GW 2	RW: 3402303,58
Bhrng. Id	95818021	HW: 5887258,85
Autor	Penning	Höhe NN: 4
Bearbeiter	M. Penning	Datum: 26.06.2002
Bohrfirma	Gebr. Klaas, Langen	Maßstab : 1:125

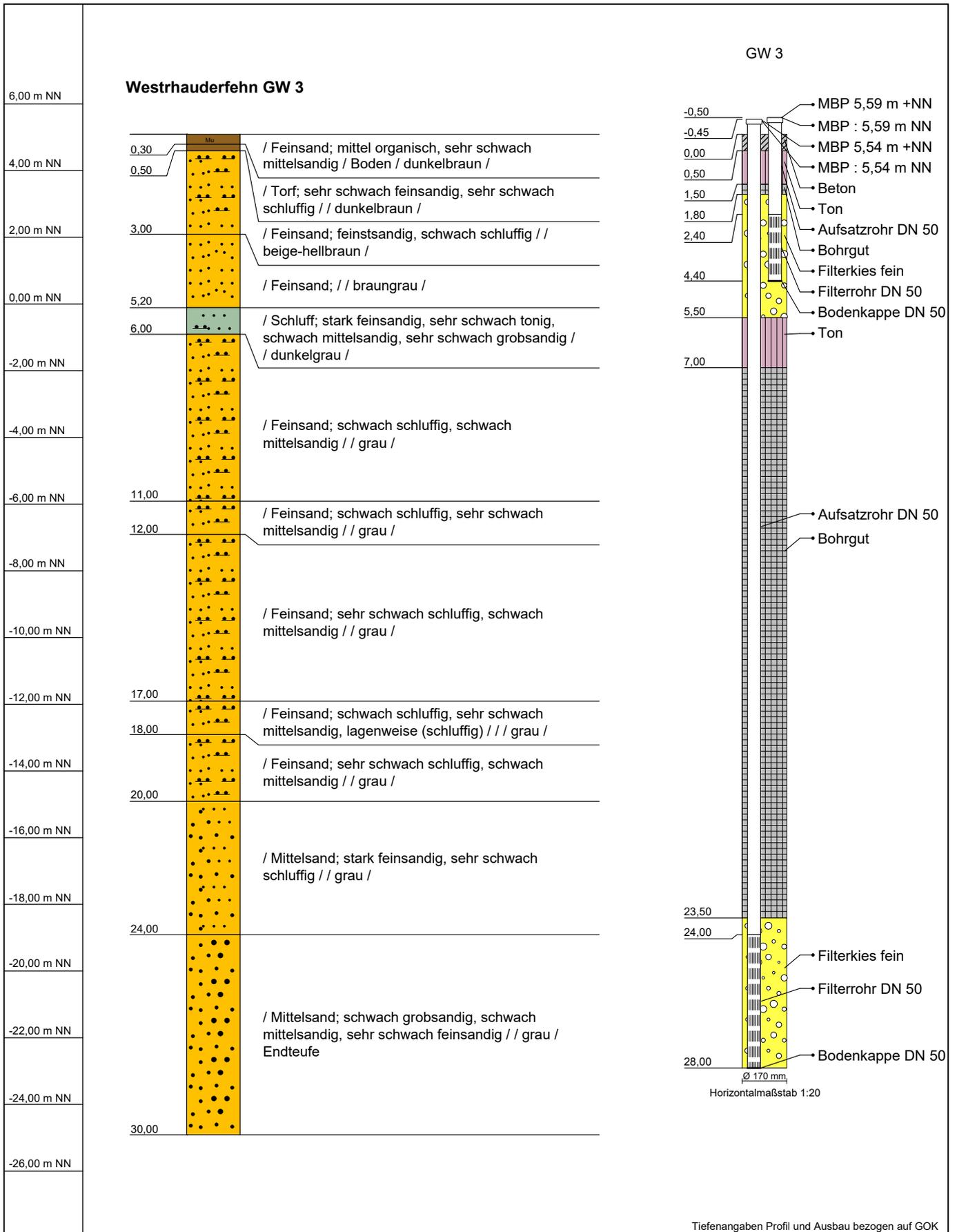
Bohrung GW 2n Westrhauderfehn

3,00 m NN
1,00 m NN
-1,00 m NN
-3,00 m NN
-5,00 m NN
-7,00 m NN
-9,00 m NN
-11,00 m NN
-13,00 m NN
-15,00 m NN
-17,00 m NN
-19,00 m NN
-21,00 m NN
-23,00 m NN

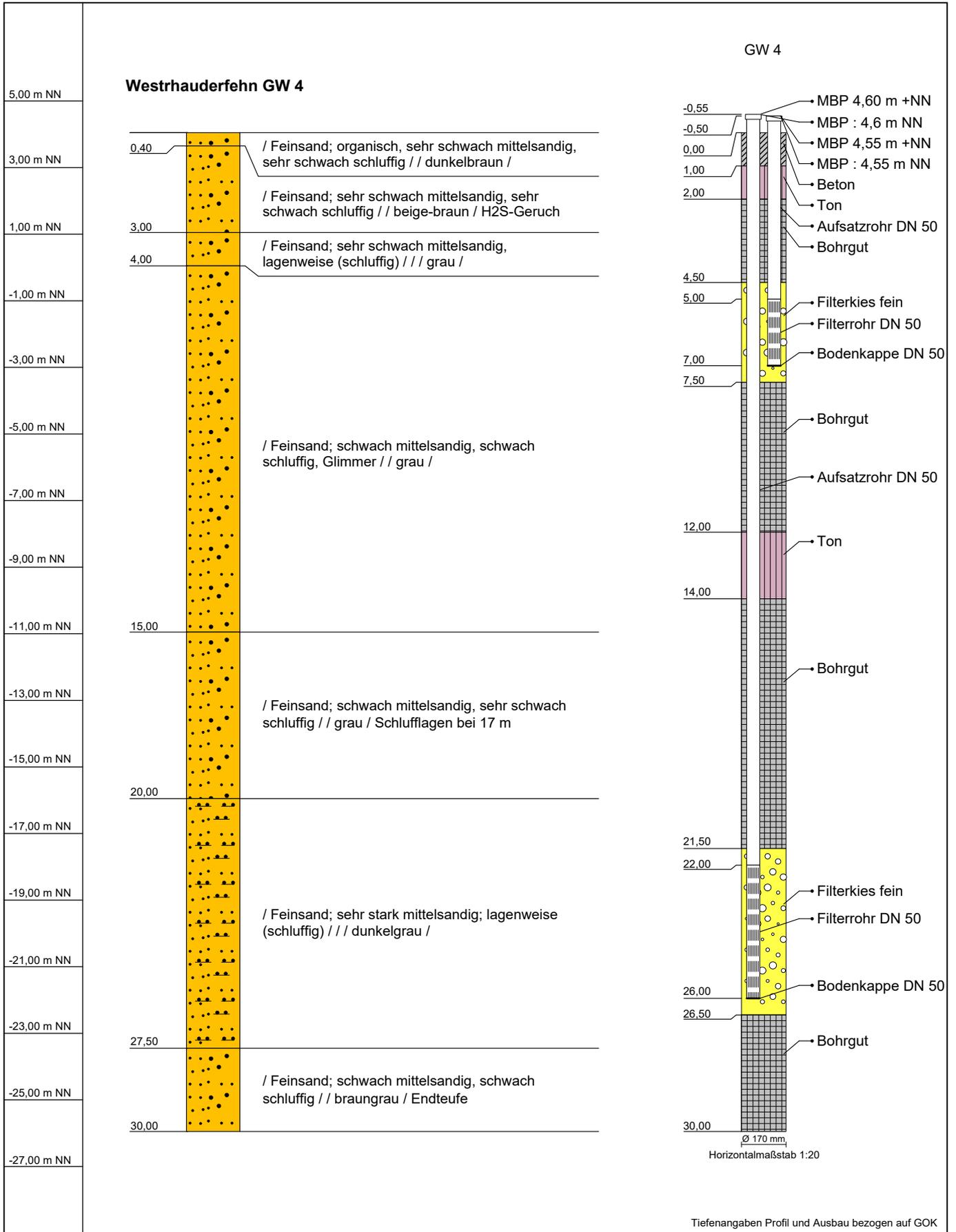


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Bohrung GW 2n Westrhauderfehn	RW: 3402279,00
Ort	Westrhauderfehn	HW: 5887281,00
Auftraggeber	Sandkontor Klostermoor	Höhe NN: 2,9
Bearbeiter	B. Kollmann	Datum: 16.03.2010
Bohrfirma	Vulhop+Becker, Rastede	Maßstab : 1:125



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK		
Name d. Bhrg.	Westrhauderfehn GW 3	RW: 3402640,00
Ort	Westrhauderfehn	HW: 5887095,00
Auftraggeber	Fa. Würdemann	Höhe NN: 5,09
Bearbeiter	Carstens	Datum:
Bohrfirma	Gebr. Klaas, Lingen	Maßstab : 1:156

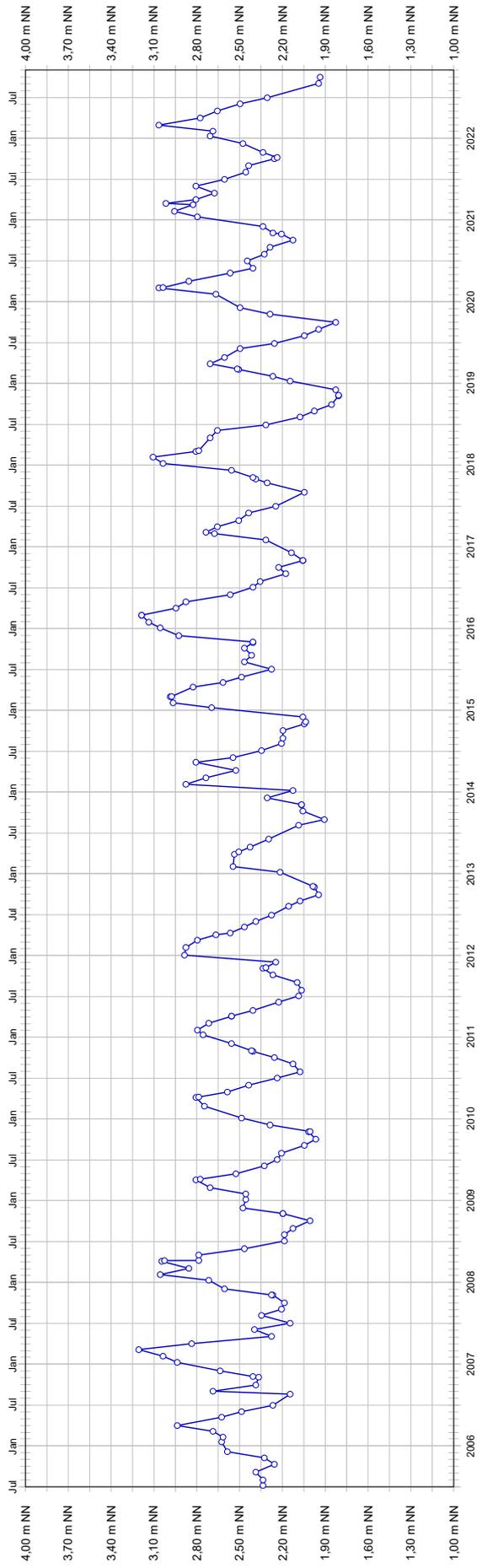


Name d. Bhrg.	Westrhauderfehn GW 4	RW: 3401950,00
Ort	Westrhauderfehn	HW: 5887195,00
Auftraggeber	Fa. Würdemann	Höhe NN: 4,05
Bearbeiter	Carstens	Datum:
Bohrfirma	Gebr. Klaas, Langen	Maßstab : 1:156

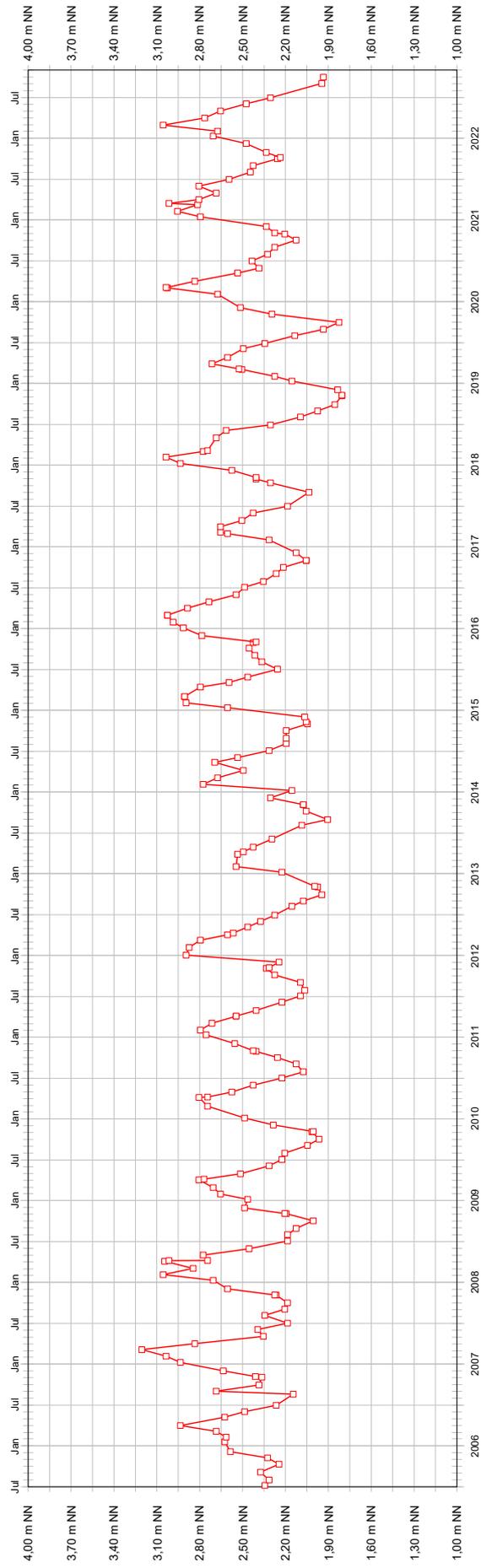
Anlage 5

Grundwasserganglinien

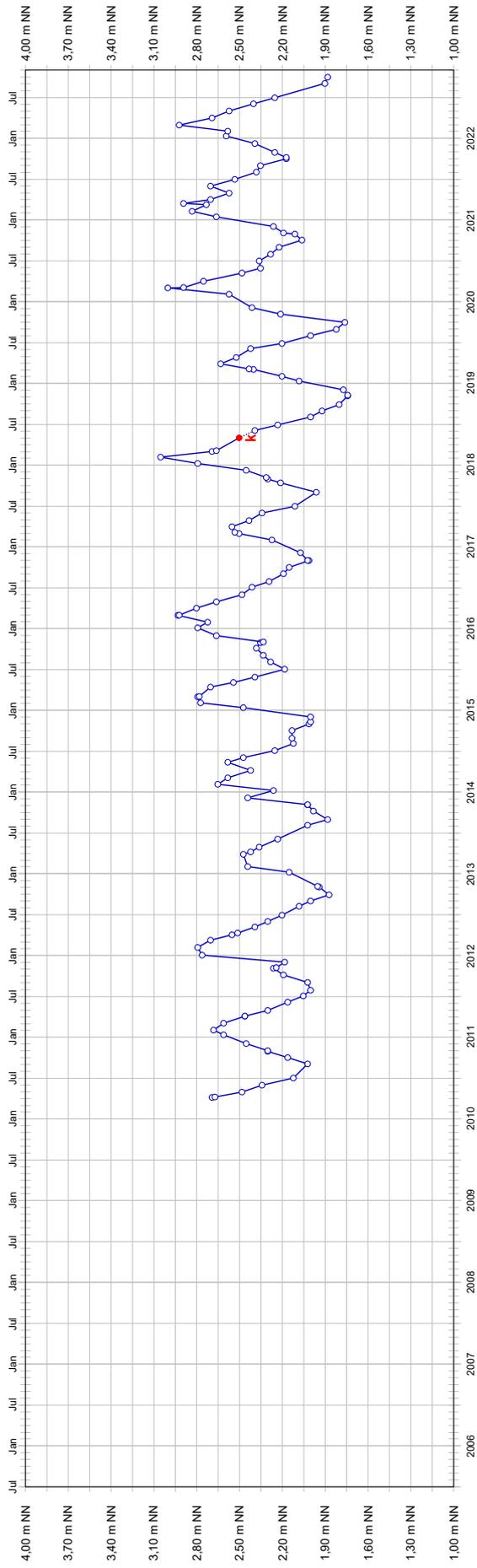
Grundwasserganglinie Messstelle [95818011] GW 1-10, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



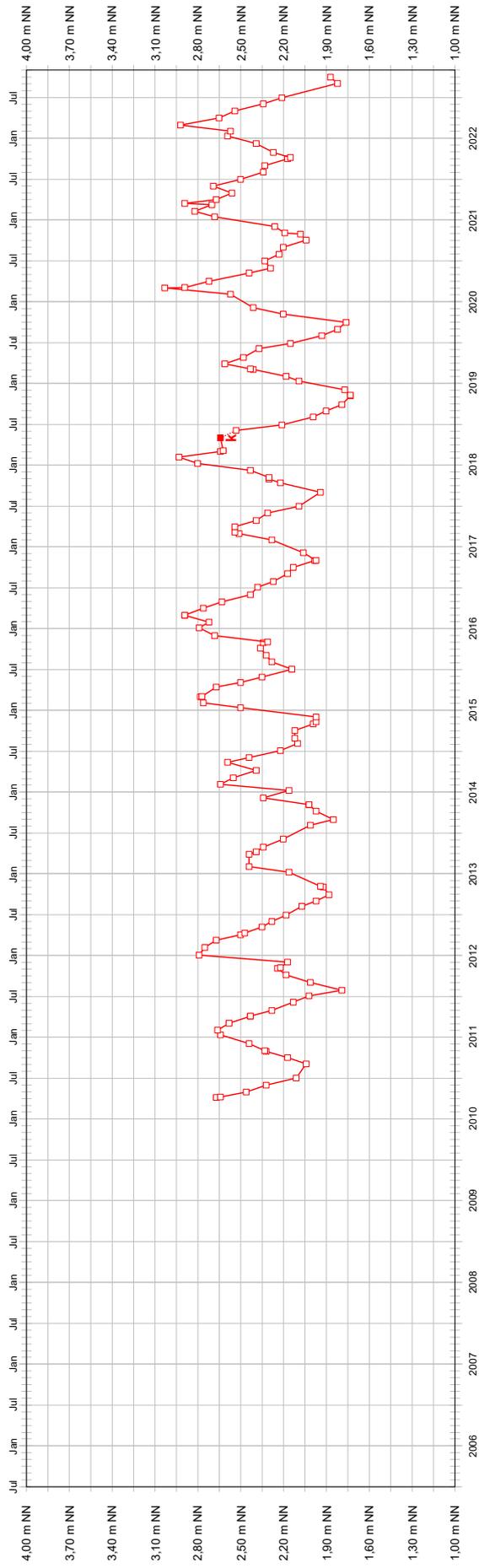
Grundwasserganglinie Messstelle [95818012] GW 1-24, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



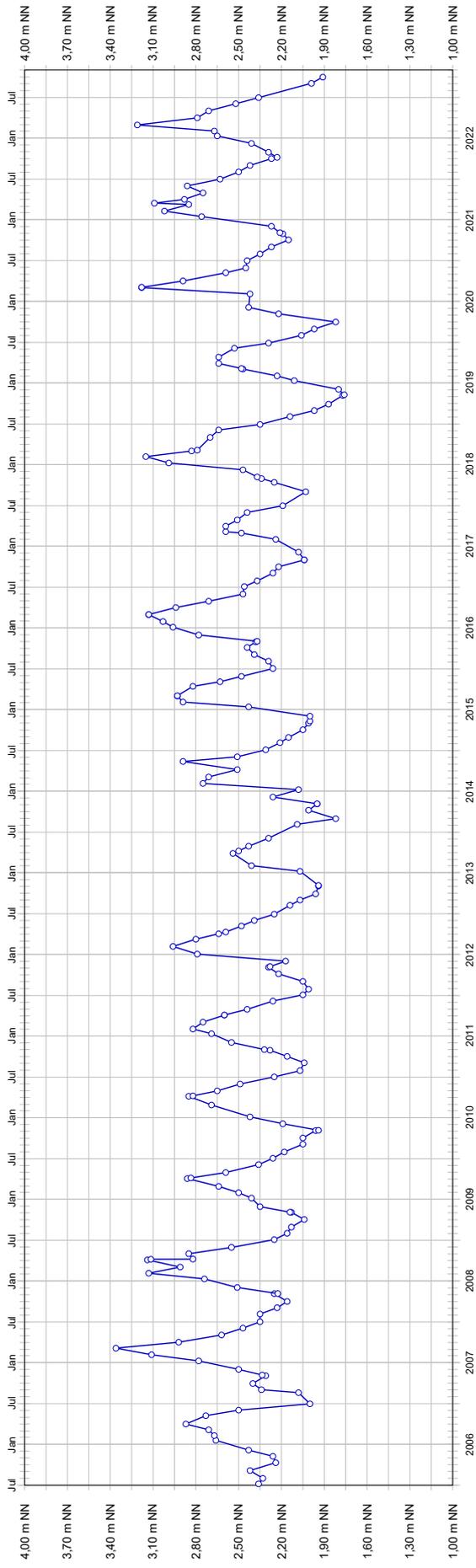
Grundwasserganglinie Messstelle [95818024] GW 2n-8, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



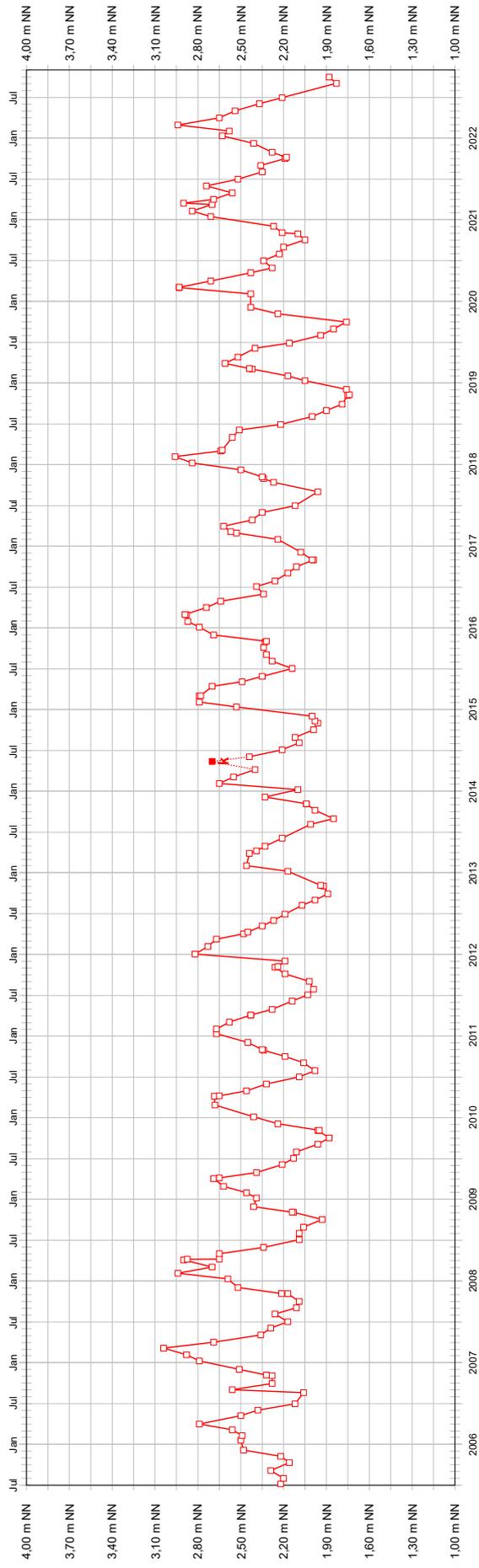
Grundwasserganglinie Messstelle [95818025] GW 2n-24, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



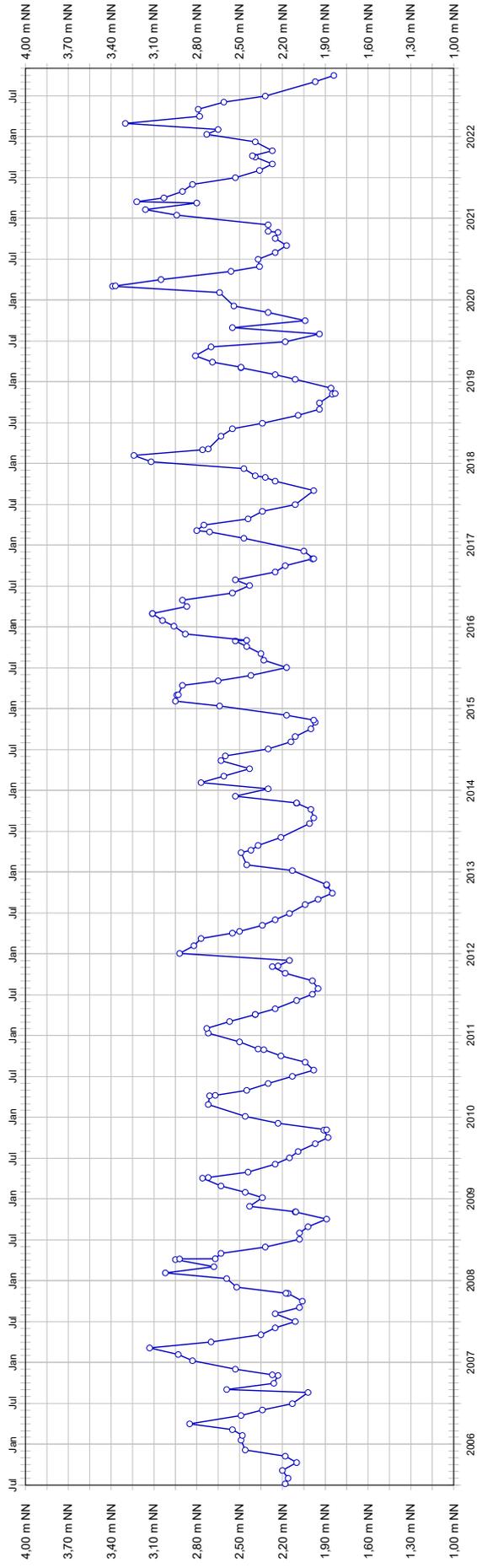
Grundwasserganglinie [95818031] GW 3-5, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



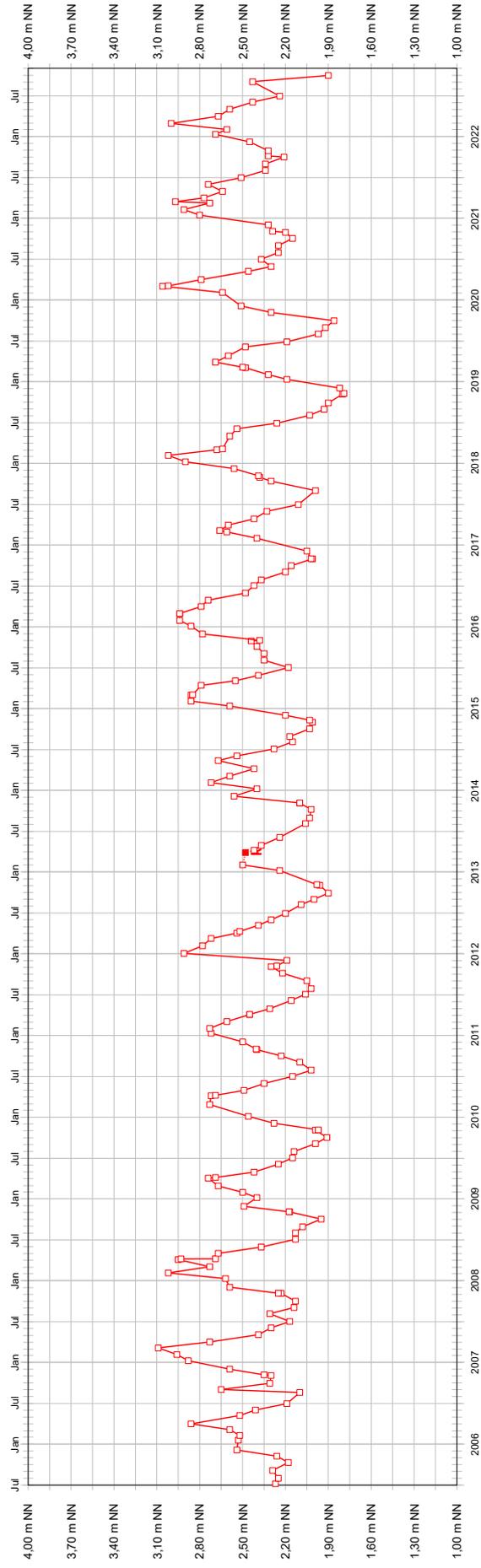
Grundwasserganglinie Messstelle [95818032] GW 3-28, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



Grundwasserganglinie Messstelle [95818041] GW 4-5, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



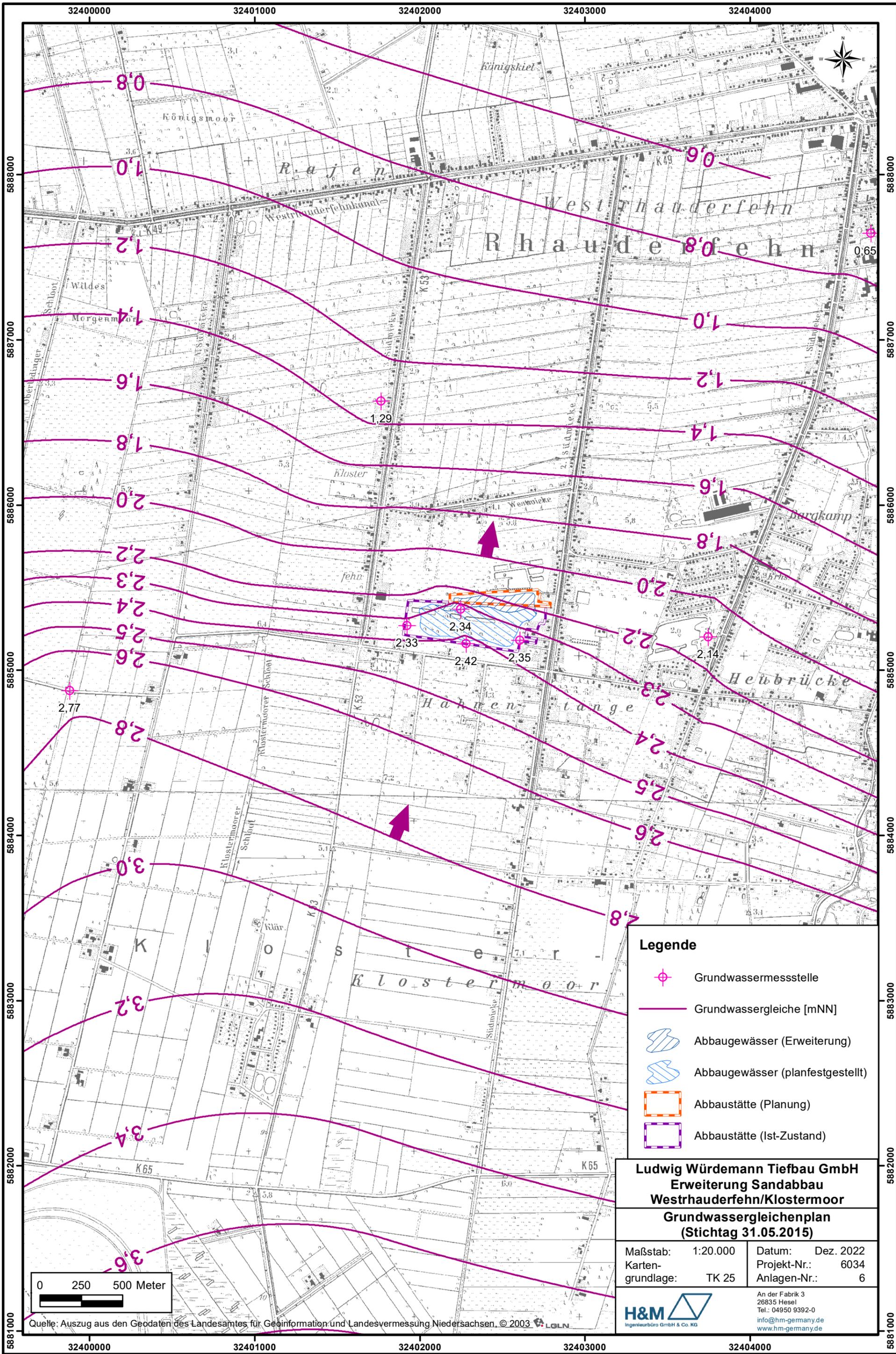
Grundwasserganglinie Messstelle [95818042] GW 4-27, Datum: 01.07.2005 - 31.10.2022



Anlage 6

Grundwassergleichenplan

M 1 : 20.000



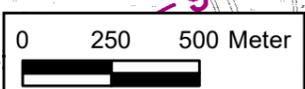
Legende

-  Grundwassermessstelle
-  Grundwassergleiche [mNN]
-  Abbaugewässer (Erweiterung)
-  Abbaugewässer (planfestgestellt)
-  Abbaustätte (Planung)
-  Abbaustätte (Ist-Zustand)

Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH
Erweiterung Sandabbau
Westrauderfehnh/Klostermoor
Grundwassergleichenplan
(Stichtag 31.05.2015)

Maßstab: 1:20.000
 Karten-
 grundlage: TK 25

Datum: Dez. 2022
 Projekt-Nr.: 6034
 Anlagen-Nr.: 6



Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen. © 2003 LGLN



An der Fabrik 3
 26835 Hesele
 Tel.: 04950 9392-0
 info@hm-germany.de
 www.hm-germany.de

Anlage 7

Tabellarische Zusammenstellung der
Analyseergebnisse

Messstelle		GW 1-10 08.10.2002 CUA Emden	GW 1-10 10.11.2005 CUA Emden	GW 1-10 03.07.2006 CUA Emden	GW 1-10 23.07.2008 CUA Emden
Wassertemperatur	[°C]	10	10	10,5	10,4
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	152	169	172	190
pH-Wert	[-]	4,94	4,7	4,72	4,67
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0	0,27	0,27	0,26
Redoxspannung Eh	[mV]	266	364	489	419
Gesamthärte	[mmol/l]		0,38	0,37	0,42
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]		<0,1	< 0,1	< 0,1
SAK 254 nm	[1/m]		159	140	161
SAK 436 nm	[1/m]		6,5	5,9	6,6
TOC	[mg/l]		35	31	
DOC	[mg/l]				39
Calcium	[mg/l]	9,5	10	10	12
Magnesium	[mg/l]	3,1	3,1	3	2,9
Kalium	[mg/l]	6,7	11	12	6,7
Natrium	[mg/l]	9,3	6,9	6,6	8,9
Ammonium	[mg/l]	1,3	<0,01	0,05	0,12
Nitrat	[mg/l]	6	<2,5	< 2,5	< 2,5
Nitrit	[mg/l]	<0,05	0,02	0,02	0,02
Chlorid	[mg/l]	14	18	19	23
Hydrogencarbonat	[mg/l]	31	5,3	< 4,15	5,4
Sulfat	[mg/l]	24	37	31	34
Fluorid	[mg/l]		0,06	0,08	0,1
Bor	[mg/l]		<0,01	0,09	0,08
Aluminium	[mg/l]		3,3	2,8	2,6
Arsen	[mg/l]		0,002	0,002	0,006
Blei	[mg/l]		<0,001	<0,001	<0,001
Cadmium	[mg/l]		<0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]		<0,005	< 0,005	< 0,005
Kupfer	[mg/l]		0,01	0,02	0,08
Nickel	[mg/l]		0,007	0,006	0,007
Quecksilber	[mg/l]		0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]		<0,05	< 0,05	0,1
Eisen, ges.	[mg/l]	5,8	0,67	0,82	0,94
Mangan, ges.	[mg/l]	1	0,15	0,17	0,16
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,04	0,04	< 0,02	0,03
Cyanid, ges.	[mg/l]		<0,010	< 0,010	< 0,010
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]		<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]		<0,005	0,005	0,005
Acenaphthen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]				

Messstelle		GW 1-10 26.07.2010	GW 1-10 31.07.2012	GW 1-10 07.07.2014	GW 1-10 28.07.2016
Datum		CUA Emden	CUA Emden	CUA Emden	CUA Emden
Labor					
Wassertemperatur	[°C]	10,6	10,1	10,1	11,9
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	209	161	246	194
pH-Wert	[-]	4,45	5,3	4,3	4,8
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1
Redoxspannung Eh	[mV]	412	388	450	317
Gesamthärte	[mmol/l]	0,5	0,41	0,4	0,39
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
SAK 254 nm	[1/m]	192	600	620	640
SAK 436 nm	[1/m]	7,1	18,5	38	52
TOC	[mg/l]				110
DOC	[mg/l]	47	73	160	
Calcium	[mg/l]	13	10	11	11
Magnesium	[mg/l]	4,2	3,9	3,1	2,9
Kalium	[mg/l]	11	6,6	13	18
Natrium	[mg/l]	9,2	7,2	7,4	12
Ammonium	[mg/l]	0,07	0,6	0,721	1
Nitrat	[mg/l]	2,6	< 2,5	8,85	< 2,5
Nitrit	[mg/l]	0,02	0,059	0,03	< 0,01
Chlorid	[mg/l]	17	14	24	13
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 2,00	< 6,00	9
Sulfat	[mg/l]	48	18	22	17
Fluorid	[mg/l]	0,13	0,1	< 0,75	< 0,75
Bor	[mg/l]	0,1	0,66	< 0,01	0,04
Aluminium	[mg/l]	2,2	3,5	3,6	3,5
Arsen	[mg/l]	0,005	0,006	0,012	0,079
Blei	[mg/l]	0,001	0,002	0,005	0,01
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	0,008	0,008	0,009
Kupfer	[mg/l]	0,05	0,01	0,14	0,12
Nickel	[mg/l]	0,012	0,013	0,007	0,011
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0001	0,0001	0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	0,95	0,35	0,21	0,31
Eisen, ges.	[mg/l]	0,66	2,9	0,49	5,9
Mangan, ges.	[mg/l]	0,25	0,25	0,3	0,17
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,04	0,08	4,2	6
Cyanid, ges.	[mg/l]	0,005	0,01	0,012	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]				

Messstelle		GW 1-10 09.07.2018 WESSLING	GW 1-10 13.07.2020 WESSLING	GW 1-10 18.07.2022 WESSLING
Wassertemperatur	[°C]	10,8	10,8	11
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	190	252	239
pH-Wert	[-]	4,9	4,7	4,4
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	4	0,1	0,1
Redoxspannung Eh	[mV]	150	500	450
Gesamthärte	[mmol/l]	0,79	0,92	
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,3	0,2	0,14
SAK 254 nm	[1/m]	222	304,8	294,8
SAK 436 nm	[1/m]	12	14,6	15,4
TOC	[mg/l]	45	73	68
DOC	[mg/l]			
Calcium	[mg/l]	8,9	12	13,4
Magnesium	[mg/l]	4,0	4,0	4,2
Kalium	[mg/l]	9,6	21	23
Natrium	[mg/l]	9,6	4,8	9,9
Ammonium	[mg/l]	1,3	0,53	0,38
Nitrat	[mg/l]	< 1,0	6,1	7,1
Nitrit	[mg/l]	< 0,01	0,01	<0,01
Chlorid	[mg/l]	16	19	19
Hydrogencarbonat	[mg/l]	15	6,4	7,84
Sulfat	[mg/l]	29	49	40
Fluorid	[mg/l]	0,19	0,32	0,34
Bor	[mg/l]	0,052	0,025	0,054
Aluminium	[mg/l]	1,4	1,9	2,0
Arsen	[mg/l]	0,0715	< 0,01	0,0090
Blei	[mg/l]	< 0,005	0,0096	0,0044
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	0,00027
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	0,0045
Kupfer	[mg/l]	0,003	< 0,01	0,0071
Nickel	[mg/l]	0,017	< 0,005	0,0052
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	<0,0001
Zink	[mg/l]	0,128	0,123	0,15
Eisen, ges.	[mg/l]	5,5	0,62	0,56
Mangan, ges.	[mg/l]	0,16	0,13	0,15
Phosphor, ges.	[mg/l]	2,1	2,71	3,55
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	<0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	0,21	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	<0,008
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,000003	<0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Fluoren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Naphthalin	[mg/l]	0,00023	< 0,00001	0,00008
Phenanthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]			

Messstelle		GW 1-24 08.10.2002 CUA Emden	GW 1-24 17.07.2007 CUA Emden	GW 1-24 09.07.2009 CUA Emden	GW 1-24 27.06.2011 GPB	GW 1-24 09.07.2013 CUA Emden	GW 1-24 10.07.2015 CUA Emden
Wassertemperatur	[°C]	10	10,3	10,2	10,2	10,1	10,6
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	210	224	201	240	418	402
pH-Wert	[-]	4,91	5,06	4,89	4,66	4,8	4,9
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,01	< 0,10	< 0,10
Redoxspannung Eh	[mV]	250	306	257	290	290	159
Gesamthärte	[mmol/l]		0,28	0,32	0,64	0,59	0,57
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]		0,18	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
SAK 254 nm	[1/m]		13,6	20,1	82,5	21	23
SAK 436 nm	[1/m]		0,5	0,6	12	0,8	0,7
TOC	[mg/l]		6,9				11
DOC	[mg/l]			8,3	11	8,2	
Calcium	[mg/l]	6,3	4,8	5,9	6	10	12
Magnesium	[mg/l]	4,1	3,8	4,1	4,3	8,3	6,6
Kalium	[mg/l]	2,4	1,5	1,8	2,6	4	5,5
Natrium	[mg/l]	15	13	12	12	21	32
Ammonium	[mg/l]	4,32	5	4,12	6,2	9,5	8,628
Nitrat	[mg/l]	2	< 2,21	< 2,5	< 2,2	< 2,5	< 2,5
Nitrit	[mg/l]	<0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,016	< 0,01	
Chlorid	[mg/l]	23	25	20	27	90	60
Hydrogencarbonat	[mg/l]	28	10,7	< 3,00	6,1	< 6,00	41
Sulfat	[mg/l]	41	63	49	65	66	80
Fluorid	[mg/l]		0,07	0,04	< 0,1	< 0,1	< 0,75
Bor	[mg/l]		< 0,01	0,12	< 0,1	0,03	< 0,01
Aluminium	[mg/l]		0,25	0,2	0,21	0,24	0,46
Arsen	[mg/l]		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Blei	[mg/l]		< 0,001	< 0,001	0,0074	< 0,001	0,001
Cadmium	[mg/l]		< 0,0005	< 0,0005	0,0002	< 0,0005	0,0006
Chrom ges.	[mg/l]		< 0,005	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005
Kupfer	[mg/l]		0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Nickel	[mg/l]		< 0,002	< 0,002	0,003	< 0,002	< 0,002
Quecksilber	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]		< 0,05	< 0,05	0,024	< 0,05	0,01
Eisen, ges.	[mg/l]	12	12	9	9,4	24	17
Mangan, ges.	[mg/l]	0,66	0,1	0,089	0,22	0,22	0,21
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,03	< 0,02	< 0,01	< 0,30	0,3	0,06
Cyanid, ges.	[mg/l]		< 0,010	< 0,010	< 0,003	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]		< 0,005	< 0,005	< 0,010	0,096	< 0,005
Acenaphthen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	0,00004	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]						

Messstelle		GW 1-24 30.06.2017 WESSLING	GW 1-24 17.07.2019 WESSLING	GW 1-24 08.09.2021 WESSLING
Datum				
Labor				
Wassertemperatur	[°C]	10,5	10,4	10,5
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	471	506	520
pH-Wert	[-]	4,9	4,8	4,7
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,1	0,2	0,3
Redoxspannung Eh	[mV]	295	52	110
Gesamthärte	[mmol/l]	1,04	1,32	1,38
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,1	0,15	0,18
SAK 254 nm	[1/m]	25	25,23	3,77
SAK 436 nm	[1/m]	0,8	0,61	0,83
TOC	[mg/l]	7	7,3	11,92
DOC	[mg/l]			
Calcium	[mg/l]	8,85	12	11,97
Magnesium	[mg/l]	7,1	8,7	9,4
Kalium	[mg/l]	3	3,6	3,4
Natrium	[mg/l]	34,99	39	41,24
Ammonium	[mg/l]	7,3	6,83	5,792
Nitrat	[mg/l]	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Nitrit	[mg/l]	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorid	[mg/l]	74	80	73
Hydrogencarbonat	[mg/l]	6,7	11	10,9
Sulfat	[mg/l]	77	88	95
Fluorid	[mg/l]	0,05	< 0,2	< 0,2
Bor	[mg/l]	0,024	0,032	0,283
Aluminium	[mg/l]	0,28	0,31	0,29
Arsen	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,001
Blei	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,0003
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0001
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	0,0015
Kupfer	[mg/l]	< 0,003	0,0037	< 0,001
Nickel	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,001
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,032	0,028	0,018
Eisen, ges.	[mg/l]	20	24	22
Mangan, ges.	[mg/l]	0,19	0,25	0,22
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,07	0,12	0,08
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	<0,01	<0,01	<0,008
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Anthracen	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Fluoren	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Phenanthren	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Pyren	[mg/l]	< 0,00002	0,00002	< 0,00002
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]		0,00018	

Messstelle		GW 2-8	GW 2-8	GW 2-8	GW 2-8
Datum		08.10.2002	10.11.2005	03.07.2006	23.07.2008
Labor		CUA Emden	CUA Emden	CUA Emden	CUA Emden
Wassertemperatur	[°C]	12	10,9	10,1	10,7
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	122	209	179	174
pH-Wert	[-]	5,29	5,12	5,19	5,1
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0	< 0,1	0,26	< 0,1
Redoxspannung Eh	[mV]	191	163	148	247
Gesamthärte	[mmol/l]		0,25	0,19	0,18
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]		0,91	0,45	0,53
SAK 254 nm	[1/m]		85,7	76,5	76,1
SAK 436 nm	[1/m]		4,4	3	2,7
TOC	[mg/l]		35	24	
DOC	[mg/l]				23
Calcium	[mg/l]	4,7	4,3	2,9	2,9
Magnesium	[mg/l]	2,8	3,5	2,9	2,7
Kalium	[mg/l]	3,2	1,5	1,9	2,4
Natrium	[mg/l]	7,3	15	11	14
Ammonium	[mg/l]	4,01	9,04	6,54	7,26
Nitrat	[mg/l]	8	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Nitrit	[mg/l]	<0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,003
Chlorid	[mg/l]	29,8	28	26	22
Hydrogencarbonat	[mg/l]	37	55,5	27,2	32,5
Sulfat	[mg/l]	5	12	5	12
Fluorid	[mg/l]		< 0,02	0,03	0,04
Bor	[mg/l]		0,03	0,21	0,03
Aluminium	[mg/l]	0,42	0,33	0,61	0,87
Arsen	[mg/l]		< 0,001	< 0,001	< 0,001
Blei	[mg/l]		< 0,0010	< 0,001	< 0,001
Cadmium	[mg/l]		< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]		< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kupfer	[mg/l]		< 0,01	0,02	0,04
Nickel	[mg/l]		0,009	0,006	0,008
Quecksilber	[mg/l]		< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]		< 0,05	< 0,05	0,06
Eisen, ges.	[mg/l]	10	11	7,5	6,1
Mangan, ges.	[mg/l]	0,75	0,1	0,079	0,093
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,03	0,1	0,05	0,03
Cyanid, ges.	[mg/l]		< 0,010	< 0,010	< 0,010
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]		<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]		2	0,44	0,01
Acenaphthen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]		0,000197	< 0,0001	0,000283
Phenanthren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]				

Messstelle		GW 2n-8 26.07.2010 CUA Emden	GW 2n-8 31.07.2012 CUA Emden	GW 2n-8 07.07.2014 CUA Emden	GW 2n-8 28.07.2016 CUA Emden
Wassertemperatur	[°C]	10,1	10,6	10,8	11,1
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	110	74	162	318
pH-Wert	[-]	5,06	5,8	5	5,4
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Redoxspannung Eh	[mV]	53	203	70	162
Gesamthärte	[mmol/l]	0,09	0,026	0,21	0,4
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,1	< 0,1	< 0,1	0,3
SAK 254 nm	[1/m]	67,1	60,5	14	43
SAK 436 nm	[1/m]	3	2,7	1,2	2,2
TOC	[mg/l]				13
DOC	[mg/l]	18	21	12	
Calcium	[mg/l]	1,3	0,7	3,5	8,7
Magnesium	[mg/l]	1,5	0,2	2,9	4,5
Kalium	[mg/l]	1,4	0,6	0,7	10
Natrium	[mg/l]	7,8	6,1	7,8	23
Ammonium	[mg/l]	2,89	1,9	2,061	0,4
Nitrat	[mg/l]	< 2,5	< 2,5	< 2,21	< 2,5
Nitrit	[mg/l]	< 0,01	0,026	< 0,01	< 0,01
Chlorid	[mg/l]	17	14	16	49
Hydrogencarbonat	[mg/l]	6,22	< 2,00	< 6,00	21
Sulfat	[mg/l]	11	4	45	42
Fluorid	[mg/l]	0,03	0,04	< 0,75	< 0,75
Bor	[mg/l]	0,38	0,3	< 0,01	0,04
Aluminium	[mg/l]	0,35	0,56	0,4	0,09
Arsen	[mg/l]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Blei	[mg/l]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
Kupfer	[mg/l]	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,005
Nickel	[mg/l]	0,003	0,003	0,012	< 0,004
Quecksilber	[mg/l]	0,0001	0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,03
Eisen, ges.	[mg/l]	4,9	4,4	6,7	10
Mangan, ges.	[mg/l]	0,14	0,032	0,11	0,42
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,04	0,01	< 0,01	0,08
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]				

Messstelle		GW 2n-8 09.07.2018 WESSLING	GW 2n-8 13.07.2020 WESSLING	GW 2n-8 18.07.2022 WESSLING
Wassertemperatur	[°C]	11	11,4	11,5
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	220	146	217
pH-Wert	[-]	4,8	4,9	4,7
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,1	0,1	0,1
Redoxspannung Eh	[mV]	57	287	330
Gesamthärte	[mmol/l]	0,68	0,44	
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,1	0,1	0,14
SAK 254 nm	[1/m]	26	38,2	28,4
SAK 436 nm	[1/m]	0,8	1,2	0,9
TOC	[mg/l]	7,7	12	12
DOC	[mg/l]			
Calcium	[mg/l]	5,19	3,62	5,1
Magnesium	[mg/l]	4,7	3,1	4,7
Kalium	[mg/l]	2	1	1,5
Natrium	[mg/l]	13	6,5	9,6
Ammonium	[mg/l]	4,3	3,02	4
Nitrat	[mg/l]	< 1,0	1,12	1
Nitrit	[mg/l]	< 0,01	< 0,01	<0,01
Chlorid	[mg/l]	14	13	26
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 5,00	5,4	7,85
Sulfat	[mg/l]	58	37	45
Fluorid	[mg/l]	< 0,02	< 0,2	<0,2
Bor	[mg/l]	0,042	0,029	0,034
Aluminium	[mg/l]	0,37	0,18	0,44
Arsen	[mg/l]	< 0,005	< 0,001	0,001
Blei	[mg/l]	< 0,005	0,0234	<0,0003
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	<0,0001
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	0,0016
Kupfer	[mg/l]	< 0,003	< 0,01	<0,001
Nickel	[mg/l]	0,012	< 0,005	0,013
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	<0,0001
Zink	[mg/l]	0,028	0,034	0,022
Eisen, ges.	[mg/l]	10	6,7	12
Mangan, ges.	[mg/l]	0,116	0,081	0,12
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,02	0,12	0,0142
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	<0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	<0,01	<0,01	<0,008
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,000003	<0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Fluoren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00001	<0,00002
Phenanthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	<0,00002
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]			

Messstelle		GW 2-24 08.10.2002 CUA Emden	GW 2-24 17.07.2007 CUA Emden	GW 2-24 09.07.2009 CUA Emden	GW 2n-24 27.06.2011 GPB	GW 2n-24 09.07.2013 CUA Emden	GW 2n-24 10.07.2015 CUA Emden
Wassertemperatur	[°C]	10	10,4	10,2	10,5	10,3	10,8
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	186	224	228	204	256	162
pH-Wert	[-]	5,22	5,38	5,19	4,93	5,2	5
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0	< 0,10	< 0,10	< 0,01	< 0,10	< 0,10
Redoxspannung Eh	[mV]	218	306	240	260	220	155
Gesamthärte	[mmol/l]		0,18	0,18	0,5	0,3	0,4
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]		0,12	< 0,1	0,3	< 0,1	0,4
SAK 254 nm	[1/m]		5,9	6	262	23	53
SAK 436 nm	[1/m]		0,1	< 0,1	22,2	0,8	2,2
TOC	[mg/l]		3,5				19
DOC	[mg/l]			2,5	14	8,3	
Calcium	[mg/l]	3,9	3,3	3,4	5,7	7,1	9,1
Magnesium	[mg/l]	2,2	2,3	2,2	2,8	3	4,3
Kalium	[mg/l]	2,5	1,2	1,9	1,7	2,6	13
Natrium	[mg/l]	23	20	20	14	17	21
Ammonium	[mg/l]	3,86	3,4	3,16	3,7	3,5	3,0
Nitrat	[mg/l]	1	< 2,21	< 2,5	< 2,2	< 2,5	5,75
Nitrit	[mg/l]	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,016	< 0,01	
Chlorid	[mg/l]	35	40	36	25	38	34
Hydrogencarbonat	[mg/l]	29	7,4	< 3,00	18	23	23
Sulfat	[mg/l]	33	49	48	35	45	49
Fluorid	[mg/l]		< 0,02	0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,75
Bor	[mg/l]		< 0,01	0,08	< 0,1	0,02	< 0,01
Aluminium	[mg/l]	0,1	0,097	0,055	0,42	3,3	0,19
Arsen	[mg/l]		< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
Blei	[mg/l]		< 0,001	< 0,001	0,0016	< 0,001	0,003
Cadmium	[mg/l]		< 0,0005	< 0,0005	0,0003	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]		< 0,005	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005
Kupfer	[mg/l]		0,08	< 0,01	0,0042	< 0,01	< 0,01
Nickel	[mg/l]		< 0,002	< 0,002	0,002	< 0,002	0,006
Quecksilber	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]		0,62	< 0,050	0,023	1,7	0,02
Eisen, ges.	[mg/l]	18	17	13	11	19	8,1
Mangan, ges.	[mg/l]	0,52	0,34	0,32	0,31	0,56	0,36
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,30	0,33	0,04
Cyanid, ges.	[mg/l]		< 0,010	< 0,010	< 0,003	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Phenol-Index	[mg/l]		< 0,005	< 0,005	< 0,010	0,076	< 0,005
Acenaphthen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthen	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]		< 0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00005
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]						

Messstelle		GW 2n-24 30.06.2017 WESSLING	GW 2n-24 17.07.2019 WESSLING	GW 2n-24 08.09.2021 WESSLING
Wassertemperatur	[°C]	10,9	11	11,2
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	270	252	220
pH-Wert	[-]	5,3	5,1	4,9
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,1	0,1	0,2
Redoxspannung Eh	[mV]	294	66	120
Gesamthärte	[mmol/l]	0,57	0,67	0,58
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,5	0,36	0,36
SAK 254 nm	[1/m]	28	29,3	3,4
SAK 436 nm	[1/m]	1,2	3,2	0,9
TOC	[mg/l]	6,8	7,4	13
DOC	[mg/l]			
Calcium	[mg/l]	6,69	7	5,78
Magnesium	[mg/l]	2,8	3,9	3,5
Kalium	[mg/l]	2	2,2	1,9
Natrium	[mg/l]	19	15	14
Ammonium	[mg/l]	3,3	3,8	3,4
Nitrat	[mg/l]	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Nitrit	[mg/l]	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorid	[mg/l]	30	27	25
Hydrogencarbonat	[mg/l]	36	28	22
Sulfat	[mg/l]	45	47	37
Fluorid	[mg/l]	< 0,02	< 0,2	< 0,2
Bor	[mg/l]	0,021	0,069	0,170
Aluminium	[mg/l]	0,20	0,21	0,25
Arsen	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,001
Blei	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,0003
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0001
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	0,0014
Kupfer	[mg/l]	< 0,003	0,004	< 0,001
Nickel	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	0,004
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,234	0,042	0,015
Eisen, ges.	[mg/l]	18	15	13
Mangan, ges.	[mg/l]	0,518	0,36	0,36
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,02	0,36	0,02
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Fluoren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Phenanthren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Pyren	[mg/l]	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]			

Messstelle		TEICH	TEICH	TEICH	TEICH	TEICH	TEICH
Datum		10.11.2005	03.07.2006	17.07.2007	23.07.2008	09.07.2009	26.07.2010
Labor		CUA Emden					
Wassertemperatur	[°C]	7,7	26,7	21	17,4	19,4	22,9
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	136	181	128	140	116	280
pH-Wert	[-]	5,87	5,31	6,36	5,95	5,68	7,94
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	10,41	7,09	9,05	9,86	11,36	6,11
Redoxspannung Eh	[mV]	283	329	318	213	434	336
Gesamthärte	[mmol/l]	0,29	0,39	0,26	0,25	0,23	0,8
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,2
SAK 254 nm	[1/m]	100	75,2	61,5	57,8	57,4	72,3
SAK 436 nm	[1/m]	4,7	2,6	2,9	2,5	2,9	2,8
TOC	[mg/l]				20	19	23
DOC	[mg/l]	23	22	20			
Calcium	[mg/l]	7,8	7,4	6,1	6,1	5,2	27
Magnesium	[mg/l]	2,4	5	2,6	2,4	2,4	3
Kalium	[mg/l]	10	15	4,5	5,7	4,7	4,5
Natrium	[mg/l]	6	6,6	7,8	11	8,6	9,1
Ammonium	[mg/l]	0,19	1,64	0,06	0,04	0,02	0,01
Nitrat	[mg/l]	2,6	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
Nitrit	[mg/l]	0,02	0,02	0,01	< 0,003	< 0,01	< 0,01
Chlorid	[mg/l]	18	22	21	20	21	16
Hydrogencarbonat	[mg/l]	6,2	3,8	< 3,00	4,1	< 3,00	73,3
Sulfat	[mg/l]	19	32	28	20	18	15
Fluorid	[mg/l]	< 0,02	0,03	< 0,02	0,04	0,03	0,07
Bor	[mg/l]	< 0,01	0,07	< 0,01	< 0,01	0,02	0,06
Aluminium	[mg/l]	3	1	0,96	2,1	1,2	0,31
Arsen	[mg/l]	< 0,001	0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Blei	[mg/l]	< 0,001	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	0,007	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kupfer	[mg/l]	0,01	0,01	0,11	0,01	< 0,01	0,03
Nickel	[mg/l]	0,004	0,019	0,012	0,004	0,002	< 0,001
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Eisen, ges.	[mg/l]	0,47	4,7	1,6	1,3	0,54	0,51
Mangan, ges.	[mg/l]	0,14	0,017	0,074	0,091	0,064	0,045
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,14	0,18	0,08	0,04	0,04	0,04
Cyanid, ges.	[mg/l]	0,02	0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,003
Kohlenwasserstoff-Index	[mg/l]	<0,1	<0,1	0,11	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]						

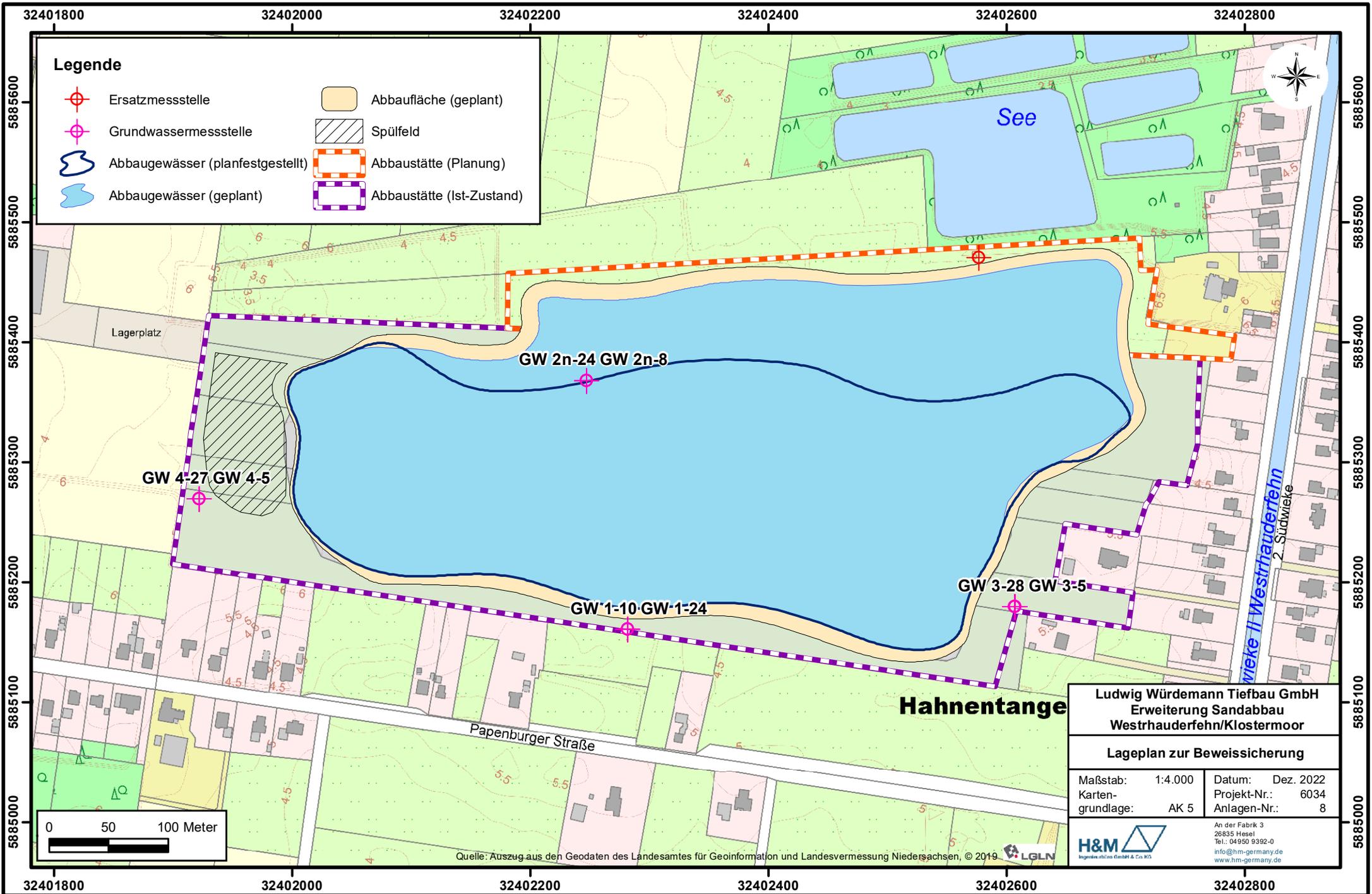
Messstelle		TEICH	TEICH	TEICH	TEICH	TEICH	TEICH
Datum		27.06.2011	11.10.2011	31.07.2012	09.07.2013	07.07.2014	10.07.2015
Labor		GPB	GPB	CUA Emden	CUA Emden	CUA Emden	CUA Emden
Wassertemperatur	[°C]	20,8	14	20,3	24,8	12,3	12,3
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	163	191	201	192	179	179
pH-Wert	[-]	4,67	4,73	5,2	4,5	4,8	4,8
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	4,6	7,9	9,3	8,6	8,4	8,4
Redoxspannung Eh	[mV]	490	595	522		440	139
Gesamthärte	[mmol/l]	0,64		0,44	0,43	0,35	0,5
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4
SAK 254 nm	[1/m]	94		10,1	4,8	28	4
SAK 436 nm	[1/m]	13,6		0,4	0,2	1,7	0,18
TOC	[mg/l]	28		7,4	5,9	6,9	5,2
DOC	[mg/l]						
Calcium	[mg/l]	6,6		7,9	7,3	7,4	11
Magnesium	[mg/l]	3,8		6	6,1	4	5,5
Kalium	[mg/l]	8,4		7,1	7,9	6,5	7,4
Natrium	[mg/l]	9,6		8,7	8,9	8	10
Ammonium	[mg/l]	3,6		< 0,10	< 0,01	0,438	1,03
Nitrat	[mg/l]	< 2,2		< 2,5	< 2,5	< 2,21	4,9
Nitrit	[mg/l]	< 0,016		0,026	< 0,01	< 0,01	
Chlorid	[mg/l]	17		16	22	19	12
Hydrogencarbonat	[mg/l]	6,1	6,1	< 2,00	< 6,00	< 6,00	22
Sulfat	[mg/l]	39		46	47	40	37
Fluorid	[mg/l]	< 0,1		0,05	< 0,100	< 0,75	< 0,75
Bor	[mg/l]	< 0,1		< 0,01	0,02	< 0,01	0,01
Aluminium	[mg/l]	2		0,6	0,87	1,2	0,87
Arsen	[mg/l]	0,017	0,004	< 0,001	< 0,001	0,005	< 0,001
Blei	[mg/l]	0,02	0,002	0,002	< 0,001	0,002	0,001
Cadmium	[mg/l]	0,0008	0,0004	0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]	0,0012	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kupfer	[mg/l]	0,05	0,004	0,01	0,01	0,01	< 0,01
Nickel	[mg/l]	0,021	0,033	0,027	0,029	0,017	0,002
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	0,048	0,067	0,072	0,06	0,06	0,07
Eisen, ges.	[mg/l]	4		0,95	0,44	0,53	0,87
Mangan, ges.	[mg/l]	0,13		0,24	0,17	0,22	0,19
Phosphor, ges.	[mg/l]	< 0,30		0,2	0,34	0,01	0,02
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,003		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff-Index	[mg/l]	1,7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	< 0,010		< 0,005	0,037	< 0,005	< 0,005
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,0001		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	[mg/l]	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pyren	[mg/l]	< 0,00001		< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]						

Messstelle		TEICH 28.07.2016 CUA Emden	TEICH 30.06.2017 WESSLING	TEICH 09.07.2018 WESSLING	TEICH 17.07.2019 WESSLING	TEICH 13.07.2020 WESSLING	TEICH 08.09.2021 WESSLING
Wassertemperatur	[°C]	21,9	19,1	20,5	18,8	21,1	19,4
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	207	229	240	246	242	240
pH-Wert	[-]	4,7	5,2	5,1	5,8	5,5	4,6
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	8,6	9,2	8,8	9,5	9,7	9,5
Redoxspannung Eh	[mV]	295	368	276	227		360
Gesamthärte	[mmol/l]	0,42	4,46	1,29	1,34	1,49	1,25
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
SAK 254 nm	[1/m]	3	14	6,1	11,8	17,6	1,91
SAK 436 nm	[1/m]	0,28	1,7	0,4	0,67	1,32	0,3
TOC	[mg/l]	1,9	6,2	3,4	4,7	6,4	6
DOC	[mg/l]						
Calcium	[mg/l]	8,2	12	15	17	19	15
Magnesium	[mg/l]	5,2	5,4	6,6	5,9	6,6	6
Kalium	[mg/l]	6,8	6,1	8,6	7,2	5,9	6,4
Natrium	[mg/l]	8,4	8,5	10	11	12	11
Ammonium	[mg/l]	0,6	0,27	0,44	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat	[mg/l]	2,5	5,6	4	4,4	4,5	2,9
Nitrit	[mg/l]	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Chlorid	[mg/l]	19	19	20	23	27	20
Hydrogencarbonat	[mg/l]	6	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	5,5
Sulfat	[mg/l]	48	56	59	65	64	55
Fluorid	[mg/l]	< 0,75	0,34	0,02	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bor	[mg/l]	0,01	0,027	0,038	0,080	0,019	0,639
Aluminium	[mg/l]	0,92	0,091	0,36	0,09	0,40	0,064
Arsen	[mg/l]	< 0,001	< 0,005	0,0081	< 0,005	< 0,01	0,0016
Blei	[mg/l]	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0238	0,0004
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0003
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,001
Kupfer	[mg/l]	0,01	< 0,003	0,34	0,01	< 0,01	0,0026
Nickel	[mg/l]	< 0,004	0,02	0,029	0,014	0,014	0,03
Quecksilber	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,08	0,065	0,123	0,13	0,04	0,135
Eisen, ges.	[mg/l]	0,45	0,22	0,40	0,1	0,50	< 0,05
Mangan, ges.	[mg/l]	0,18	0,15	0,26	0,28	0,29	0,25
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,02
Cyanid, ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	< 0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,008
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Anthracen	[mg/l]	< 0,0001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,00005	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Chrysen	[mg/l]	< 0,00005	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Fluoren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,00001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Naphthalin	[mg/l]	< 0,0001	0,00063	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Phenanthren	[mg/l]	< 0,0001	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Pyren	[mg/l]	< 0,00005	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]						

Messstelle		TEICH
Datum		18.07.2022
Labor		WESSLING
Wassertemperatur	[°C]	21,8
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	299
pH-Wert	[-]	4,9
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	8,9
Redoxspannung Eh	[mV]	400
Gesamthärte	[mmol/l]	
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	<0,1
SAK 254 nm	[1/m]	0,162
SAK 436 nm	[1/m]	0,1
TOC	[mg/l]	1,4
DOC	[mg/l]	
Calcium	[mg/l]	16
Magnesium	[mg/l]	6,2
Kalium	[mg/l]	6,8
Natrium	[mg/l]	11
Ammonium	[mg/l]	0,08
Nitrat	[mg/l]	2,4
Nitrit	[mg/l]	<0,02
Chlorid	[mg/l]	23
Hydrogencarbonat	[mg/l]	<5
Sulfat	[mg/l]	64
Fluorid	[mg/l]	<0,2
Bor	[mg/l]	0,044
Aluminium	[mg/l]	0,14
Arsen	[mg/l]	0,0012
Blei	[mg/l]	0,00096
Cadmium	[mg/l]	0,00051
Chrom ges.	[mg/l]	<0,001
Kupfer	[mg/l]	0,0040
Nickel	[mg/l]	0,044
Quecksilber	[mg/l]	<0,0002
Zink	[mg/l]	0,14
Eisen, ges.	[mg/l]	<0,05
Mangan, ges.	[mg/l]	0,33
Phosphor, ges.	[mg/l]	0,0296
Cyanid, ges.	[mg/l]	<0,005
Kohlenwasserstoff- Index	[mg/l]	<0,1
Phenol-Index	[mg/l]	<0,008
Acenaphthen	[mg/l]	<0,00002
Acenaphthylen	[mg/l]	<0,00002
Anthracen	[mg/l]	<0,00002
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	<0,00002
Benzo(a)pyren	[mg/l]	<0,00002
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	<0,00002
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	<0,00002
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	<0,00002
Chrysen	[mg/l]	<0,00002
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	<0,00002
Fluoranthren	[mg/l]	<0,00002
Fluoren	[mg/l]	<0,00002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	<0,00002
Naphthalin	[mg/l]	<0,00002
Phenanthren	[mg/l]	<0,00002
Pyren	[mg/l]	<0,00002
Summe PAK (EPA ₁₅)	[mg/l]	

Anlage 8

Lageplan zur Beweissicherung
M 1 : 4.000



Legende

-  Ersatzmessstelle
-  Grundwassermessstelle
-  Abbaugewässer (planfestgestellt)
-  Abbaugewässer (geplant)
-  Abbaufäche (geplant)
-  Spülfeld
-  Abbaustätte (Planung)
-  Abbaustätte (Ist-Zustand)

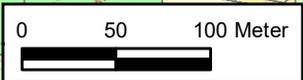
Ludwig Würdemann Tiefbau GmbH
Erweiterung Sandabbau
Westrhauerfehn/Klostermoor

Lageplan zur Beweissicherung

Maßstab: 1:4.000	Datum: Dez. 2022
Karten- grundlage: AK 5	Projekt-Nr.: 6034
	Anlagen-Nr.: 8

H&M
Hugoborn & Mithras GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3
 26835 Hesel
 Tel.: 04950 9392-0
 info@hm-germany.de
 www.hm-germany.de



Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2019 LGLN