



H&M
INGENIEURBÜRO

Wasser, Boden
Natur & Landschaft



Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus „Marx“ Quarzwerk Marx AG

Hydrogeologischer Fachbeitrag

Hesel, 25. November 2024

Auftraggeber : Quarzwerk Marx AG
Am Weserdeich 14 • 26919 Brake

Auftragnehmer : H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG
An der Fabrik 3 • D-26835 Hesel
Tel.: +49 4950 9392-0
info@hm-germany.de • www.hm-germany.de/
Amtsgericht Aurich HRA 111325

Projektleiter : Dipl.-Geologin Julia Zimmermann

Projekt-Nr. : 6123

Berichtsdatum : 25. November 2024

Anlagen : 9

Titelbild : Aufnahme Abbaustätte „Marx“ vom 6. August 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	7
2	Allgemeine Beschreibung des Abbauvorhabens	7
2.1	Geographische Lage	7
2.2	Rohstoff	8
2.3	Abbau	8
2.4	Folgenutzung	9
2.5	Langfristig beabsichtigte weitere Abbauvorhaben im Planungsraum .	9
2.6	Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten insbesondere für die Trinkwassergewinnung	10
3	Hydrologische, morphologische, klimatische, geologische Gegebenheiten	12
3.1	Morphologie	12
3.2	Niederschlag und Verdunstung	12
3.3	Gewässernetz	12
3.4	Geologischer Aufbau	13
4	Hydrogeologische Gegebenheiten	17
4.1	Hydrogeologischer Aufbau und Eigenschaften des Untergrundes ...	17
4.2	Grundwasserstände	20
4.3	Grundwasserflurabstände	27
4.4	Grundwasserfließverhältnisse	28
4.5	Grundwasserbeschaffenheit	31
4.6	Grundwasserüberdeckung	34
4.7	Grundwasserneubildung	35
5	Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsfeld	36
5.1	Ermittlung von Ausmaß und Reichweite der abgrabungsbedingten Grundwasserabsenkung und -aufhöhung	36
5.2	Angaben zu veränderter Grundwasserfließrichtung und zum Einzugsgebiet des Baggersees	37
5.3	Berücksichtigung von vertikalen Strömungskomponenten und ihren Veränderungen	38
5.4	Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen	39
5.5	Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen	40

6	Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt	40
6.1	Grundwasserneubildungsrate.....	40
6.2	Grundwasserentnahmen	41
6.3	Grundwasserverluste.....	41
6.4	Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen.....	41
7	Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit	42
7.1	Hydrochemische Veränderungen	42
7.1.1	Allgemeine Angaben	42
7.1.2	Ergebnisse des laufenden Monitorings	43
7.2	Hydrochemische Schichtung im Grundwasser	45
7.3	Altlasten.....	46
7.4	Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen.....	49
8	Konzept für ein Beweissicherungsprogramm	51
9	Literatur und Schrifttum	53
10	Kartenverzeichnis	54

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Auszug RROP Landkreis Wittmund 2006	10
Abb. 2:	Lage im Wasserschutzgebiet.....	11
Abb. 3:	Hydrografische Karte im Bereich der Abbaustätte (verändert nach MU 2024)	13
Abb. 4:	Ausschnitt aus dem Geologischen Profilschnitt Jade links PS02/PS_200063 (verändert nach NIBIS KARTENSERVER 2024j)	14
Abb. 5:	Körnungslinien.....	15
Abb. 6:	Ausschnitt aus dem Hydrostratigrafischen Profilschnitt Jade links PS02/PS_200063 (verändert nach NIBIS KARTENSERVER 2024l)	18
Abb. 7:	Grundwasserganglinien der Messstellen T 1neu, M 1F, M 1T, M 2F, M 2T, M 3 und FIG 8 sowie Ganglinie des Wasserstandes des Abbaugewässers	20

Abb. 8: Grundwasserganglinien der Messstellen T 1neu, M 2F, M 2T, M 3 im Vergleich zur Landesmessstelle WHV019	21
Abb. 9: räumlicher und zeitlicher Abbaufortschritt	25
Abb. 10: Grundwasserganglinien und Grundwasserstanddifferenzen der Messstellen FIG 14 und T 3neu.....	26
Abb. 11: Grundwasserganglinien und Grundwasserstanddifferenzen der Messstellen FIG 14 und T 2neu.....	26
Abb. 12: Ganglinien und Wasserstanddifferenzen der Messstelle FIG 14 und des Abbaugewässers	27
Abb. 13: Ganglinien der Grundwasserflurabstände der Messstellen FIG 4, FIG 7, FIG 8, FIG 14, FIG 15, F 2neu und M 1F.....	28
Abb. 14: Grundwassergleichenplan für mittlere Grundwasserstände (Sep./Okt. 2023) in flachen Grundwassermessstellen (<20 m Filtertiefe)	29
Abb. 15: Grundwassergleichenplan für mittlere Grundwasserstände (Sep./Okt. 2023) in tiefen Grundwassermessstellen (>20 m Filtertiefe)	30
Abb. 16: Ionenverteilung im Piper-Diagramm.....	33
Abb. 17: mittlere jährliche Grundwasserneubildungsrate 1991-2020, Methode mGROWA22 (verändert nach NIBIS KARTENSERVEN 2024m).....	35
Abb. 18: Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (schematisiert, ECKEL 2007) ...	36
Abb. 19: Einfluss der Seeform auf die Einflussbreite des Baggersees, relative Seetiefe (t/D) = 0,3 (LfU 2004).....	38
Abb. 20: Ganglinien zu Grundwasserstandunterschieden an den Messstellengruppen F 2neu/T 2neu und M 2	39
Abb. 21: Hexogen	48
Abb. 22: Ausschnitt Orthophoto aus dem Jahr 2012 mit Kennzeichnung der Umgestaltungsfläche	49

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse der Bodenproben.....	16
Tab. 2: Durchlässigkeitsbeiwert und effektive Porosität der Bohrungen aus Kornverteilung	19
Tab. 3: Statistik der Grundwasserstände	22
Tab. 4: Grimm-Strehle Gruppenauswertung für den Zeitraum November 2004 bis Oktober 2023.....	23
Tab. 5: Grimm-Strehle Gruppenauswertung für den Zeitraum November 2006 bis Oktober 2023.....	24
Tab. 6: Grundwasserflurabstände.....	28
Tab. 7: Spannweite der Konzentrationen ausgewählter Parameter der Grundwasserproben	33
Tab. 8: Spannweite der Konzentrationen ausgewählter Parameter der Seewasserproben.....	44
Tab. 9: Angaben zur Rüstungsalzlast aus NIBIS KARTENSERVEN (2024n)	47

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtskarte	M 1 : 25.000
Anlage 2	Lageplan	M 1 : 7.500
Anlage 3	Bohrprofile	
Anlage 4	Stammdaten der Grundwassermessstellen	
Anlage 5	Grundwasserganglinien	
Anlage 6	Grundwassergleichenpläne	M 1 : 15.000
Anlage 7	Flurabstandspläne	M 1 : 7.500
Anlage 8	Analysen	
Anlage 9	Lageplan zur Beweissicherung	M 1 : 7.500

1 Veranlassung

Als Rechtsnachfolger der FIGDOR Baustoffhandel GmbH, Wilhelmshaven, betreibt die Quarzwerk Marx AG, Randweg 1 in 26446 Marx-Barge, am Standort Marx-Friedeburg langjährig einen Quarzsandtagebau. Nunmehr soll im Einvernehmen mit der Baustoffwerke Horsten GmbH & Co. KG (Bauhorst), Hohemoor 59 in 26446 Friedeburg-Horsten, die benachbart ebenfalls eine Sandabbaustätte betreibt, eine Flächenumlegung vorgenommen werden.

Durch Umlegung von bereits genehmigten Abbauflächen der Baustoffwerke Horsten GmbH & Co. KG auf die Quarzwerk Marx AG sowie eine gemeinsame Nutzung von Förder- und Aufbereitungstechnik soll eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit für beide Unternehmen erreicht werden. Zudem dienen die Umgestaltungsmaßnahmen der langfristigen Sicherung von Abbaukapazitäten, Produktvielfalt und -qualität und somit letztendlich der Existenzsicherung beider Unternehmen mit dem Erhalt von derzeit fast 50 Arbeitsplätzen.

Zurzeit erfolgt der Abbau auf der Grundlage eines Planfeststellungsbeschlusses vom 25.05.2004 bzw. einer Planänderung vom 26.07.2012 in Zuständigkeit des Landkreises Wittmund. Belegt durch Ergebnisse von Materialuntersuchungen des Dorfner Analysenzentrum und Anlagenplanungsgesellschaft mbH (ANZAPLAN), handelt es sich bei den innerhalb der Abbaustätte anstehenden Sanden jedoch um einen grundeigenen Bodenschatz (hier: Quarzsande) im Sinne von § 3 Abs.4 Nr.1 Bundesberggesetz (BBergG). Zuständige Genehmigungsbehörde im Rahmen eines neuen Antragsverfahrens ist somit das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie – LBEG – in Clausthal-Zellerfeld.

Da das geplante Vorhaben mit der Entstehung bzw. der Vergrößerung einer Wasserfläche einhergeht, ist nunmehr ein bergrechtliches Planfeststellungsverfahren mit integrierter Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen (§ 52 Abs. 2a BBergG, § 57c BBergG in Verbindung mit § 1 Ziffer 1 b) aa) und bb) der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben [UVP-V Bergbau]).

Art und Umfang der in diesem Zusammenhang vorzusehenden Umweltuntersuchungen sowie zu erstellender Antragsunterlagen wurden im Rahmen eines Scoping mit ausgewählten Trägern öffentlicher Belange sowie sonstigen vom Vorhaben Betroffenen abgestimmt. Unter anderem ist die Erstellung eines hydrogeologischen Fachbeitrages notwendig.

2 Allgemeine Beschreibung des Abbauvorhabens

2.1 Geographische Lage

Das Abbauvorhaben befindet sich rd. 2,8 km südöstlich der Ortschaft Marx in der Gemeinde Friedeburg im Landkreis Wittmund (Anlage 1). Es liegt in der naturräumlichen Einheit Ostfriesisch-Oldenburgische Geest und ist dem Naturraum Friedeburger Geest zuzuordnen.

2.2 Rohstoff

Im Niedersächsischen Boden-Informationssystem – NIBIS – des LBEG wird das Gebiet in der aktuellen Rohstoffsicherungskarte (NIBIS KARTENSERVEN 2024a) flächendeckend sowie auch noch deutlich darüber hinaus gehend als Lagerstätte 1. Ordnung mit Quarzsandvorkommen von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung dargestellt. Insofern besteht auch ein volkswirtschaftliches Interesse, die dort lagernden Rohstoffe der regionalen und überregionalen Rohstoffwirtschaft jederzeit kostengünstig zur Verfügung zu stellen.

<u>Art:</u>	Quarzsande
<u>Menge:</u>	ca. 7,34 Mio. m ³
<u>Verwendungszweck:</u>	Quarzsand, Bausand, Füllsand
<u>volkswirtschaftliche Bedeutung:</u>	Lagerstätte 1. Ordnung von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung (NIBIS Kartenserven 2024a)

2.3 Abbau

Geplant ist, genehmigte Abbauf Flächen der Baustoffwerke Horsten GmbH & Co. KG (folgend Bauhorst) von deren nordöstlich gelegener Abbaustätte auf Flächen der Quarzwerk Marx AG umzulegen. Gleichzeitig verzichtet Bauhorst auf jeglichen weiteren Abbau im Bereich eigener Abgrabungsrechte.

Gemäß Abbaugenehmigung des Landkreises Wittmund vom 18.10.1978 beträgt die Größe der Abbaustätte von Bauhorst rd. 73 ha, wovon rd. 48 ha auf die reine Nassabbauf Fläche entfallen. Mit Vermessung von 2016 wurde eine Größe der bis dahin entstandenen Wasserfläche von gut 20 ha ermittelt. Da nach diesem Zeitpunkt bisher keine Erweiterung der Nassabbauf Fläche mehr erfolgte, sind zurzeit noch etwa 28 ha genehmigter Abgrabungsrechte ungenutzt. Dieses Flächenkontingent soll nunmehr auf die Quarzwerk Marx AG im Osten von deren Abbaustätte übertragen werden.

Zzgl. ehemaliger und derzeit bestehender Abbaurechte ist im Rahmen der Flächenumlegung somit langfristig eine Größe des Abbaugewässers von bis zu ca. 80,7 ha vorgesehen.

Zwischen dem sich so sukzessive vergrößernden Abbaugewässer der Quarzwerk Marx AG und dem Bestandsgewässer Bauhorst verbleibt bei Abbauende ein gut 200 m breiter Geländestreifen als Pufferzone.

Der bestehende Abbau soll – ohne Festlegung konkreter Abbauabschnitte – kontinuierlich in östliche Richtung vorangetrieben werden. Dabei erfolgt die Gewinnung der Sande mittels elektrisch betriebenem Saugbagger, wobei dessen Stromversorgung über einen Netzstromanschluss mit 20 kV-Trafostation an Land und eine 20 kV-Leitung zum Baggerschiff gewährleistet wird. Der Saugbagger ist mit einem Steuerungssystem (Dredger Control) und einer Abbaukontrollanlage (Dredger Naut) ausgerüstet. Das mittels Spülaggregat geförderte Sand-Wasser-Gemisch wird über Druckrohrleitung zum Betriebsgelände geleitet. Über ein zweites Rohrleitungssystem werden die entnommenen Spülwässer unmittelbar zurückgeführt. Über die auf dem Betriebsgelände vorhandenen Aufbereitungsanlagen und Spülfelder wird das Material entwässert, fraktioniert und im Spülfeld bzw. auf Produkthalden bis zur weiteren Vermarktung bzw. Verarbeitung zwischengelagert.

Der Quarzsand wird in einer Schöpfradanlage intensiv gewaschen und in Sorten getrennt. Über einen unter den Vorratshalden liegenden Tunnelabzug wird der Quarzsand in die zweite Stufe der Aufbereitung und Reinigung gefördert.

Hier wird der Quarzsand intensiv gereinigt und wasserhydraulisch in vier Grundsorten getrennt. Mit diesen vorklassierten Quarzsanden werden zwei Trocknungssiebtürme bedient, in denen die Sande getrocknet, im Anschluss daran gesiebt und in einzelne Kammern nach Körnungsgröße getrennt werden. Aus diesen Kammern werden die Quarzsande für unterschiedliche industrielle Applikationen nach Kundenwunsch zusammengesetzt.

<u>Art:</u>	Nassabbau
<u>Fläche:</u>	rd. 28 ha (Flächenumlegung)
<u>Wasserfläche nach Abbauende:</u>	rd. 92 ha
<u>Tiefe:</u>	30 m (-25 mNHN)
<u>Form:</u>	oval
<u>Technische Betriebsmerkmale:</u>	Unbemanntes, DGPS kontrolliertes Spülaggregat; Aufbereitungs-/ Klassieranlage zur Herstellung versch. Produkte
<u>Laufzeit:</u>	27,5 Jahre

2.4 Folgenutzung

Um eine Kompensation vorhabenbedingter Beeinträchtigungen von Naturhaushalt und Landschaftsbild innerhalb der Abbaustätte zu ermöglichen, sieht die Antragstellerin zudem als Folgenutzung „Naturschutz“ vor. Nach Abbauende soll dementsprechend ein naturnah gestalteter Landschaftssee entstehen, bei welchem die Uferzonen als Sukzessionsflächen verbleiben.

Der zwischen den Abbaustätten des Quarzwerks Marx und Bauhorst vorgesehene 200 m-Grenzstreifen, welcher zurzeit noch landwirtschaftlich intensiv als Ackerfläche genutzt wird, soll im Zuge der Herrichtungsplanung eine Umnutzung zum Extensivdauergrünland erfahren.

2.5 Langfristig beabsichtigte weitere Abbauvorhaben im Planungsraum

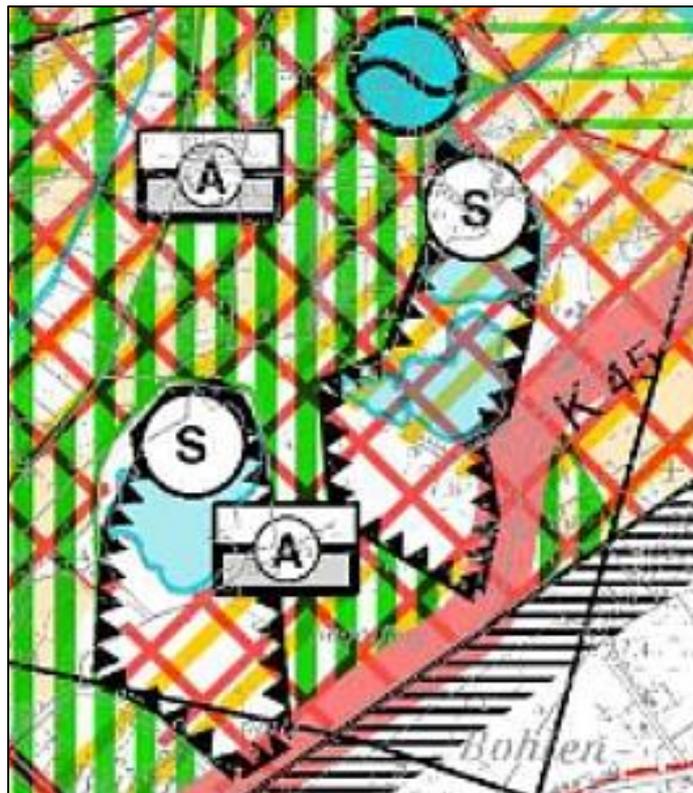
Eine nochmalige flächenmäßige Erweiterung des Abbaus ist seitens der Quarzwerk Marx AG derzeit nicht geplant.

Langfristig ist eine Tiefenaussandung bis auf ca. - 35 m (NHN) vorgesehen. Dies vorbehaltlich der Ergebnisse einer regelmäßig durchzuführenden hydrogeologischen Beweissicherung, anhand derer zuvor der Nachweis erbracht werden muss, dass vorhabenbedingt keine negativen Auswirkungen hinsichtlich der Trinkwassergewinnung im Wasserwerk Kleinhorsten zu besorgen sind.

2.6 Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten insbesondere für die Trinkwassergewinnung

Das regionale Raumordnungsprogramm (RROP) des Landkreises Wittmund befindet sich zurzeit in Neuaufstellung. Die allgemeinen Planungsabsichten hierfür wurden seitens der Kreisverwaltung am 21. Dezember 2015 öffentlich bekanntgegeben.

In Abb. 1 ist ein Auszug aus der zeichnerischen Darstellung des derzeit rechtskräftigen RROP von 2006 dargestellt.



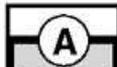
-  Vorsorgegebiet für Rohstoffgewinnung / S = Sand
-  Vorranggebiet für Natur und Landschaft
-  Vorsorgegebiet für Landwirtschaft (aufgrund besonderer Funktionen)
-  Sicherung / Sanierung von Altlasten
-  Beseitigung erheblicher Bodenbelastungen
-  Wasserwerk

Abb. 1: Auszug RROP Landkreis Wittmund 2006

Das Umfeld der Abbaustätten der Quarzwerk Marx AG und der Baustoffwerke Horsten GmbH & Co. KG ist demnach weitreichend als Vorranggebiet (VRG) für Natur und Landschaft ausgewiesen. Im Bereich der Bodenabbaustätten selbst erfolgt im RROP eine Ausweisung als Vorsorgegebiet (VSG) für Rohstoffgewinnung (S = Sand), wobei die Abbaugelände aber nicht zusammenhängend als VSG ausgewiesen sind, sondern durch die o. g. Darstellung als VRG „Natur und Landschaft“ voneinander getrennt werden. Überlagert ist das Vorsorgegebiet Rohstoffgewinnung in Teilen zudem von einem Vorsorgegebiet für die Landwirtschaft (aufgrund besonderer Funktionen der Landwirtschaft) sowie einem Bereich, der für die Beseitigung erheblicher Bodenbelastungen ausgewiesen ist. Bei letzterem handelt es sich um ein von der ehemaligen Bezirksregierung Hannover, Dez. 505, (Kampfmittelbeseitigung) festgelegtes Räumgebiet. Gleichzeitig wird dieses Gebiet als Bereich zur „Sicherung/Sanierung von Altlasten“ dargestellt.

Schlussendlich befindet sich das Plangebiet innerhalb eines Vorranggebietes für Trinkwassergewinnung, in diesem konkreten Fall innerhalb der Schutzzone IIIA des Wasserwerkes Kleinhorsten (s. auch Abb. 2).

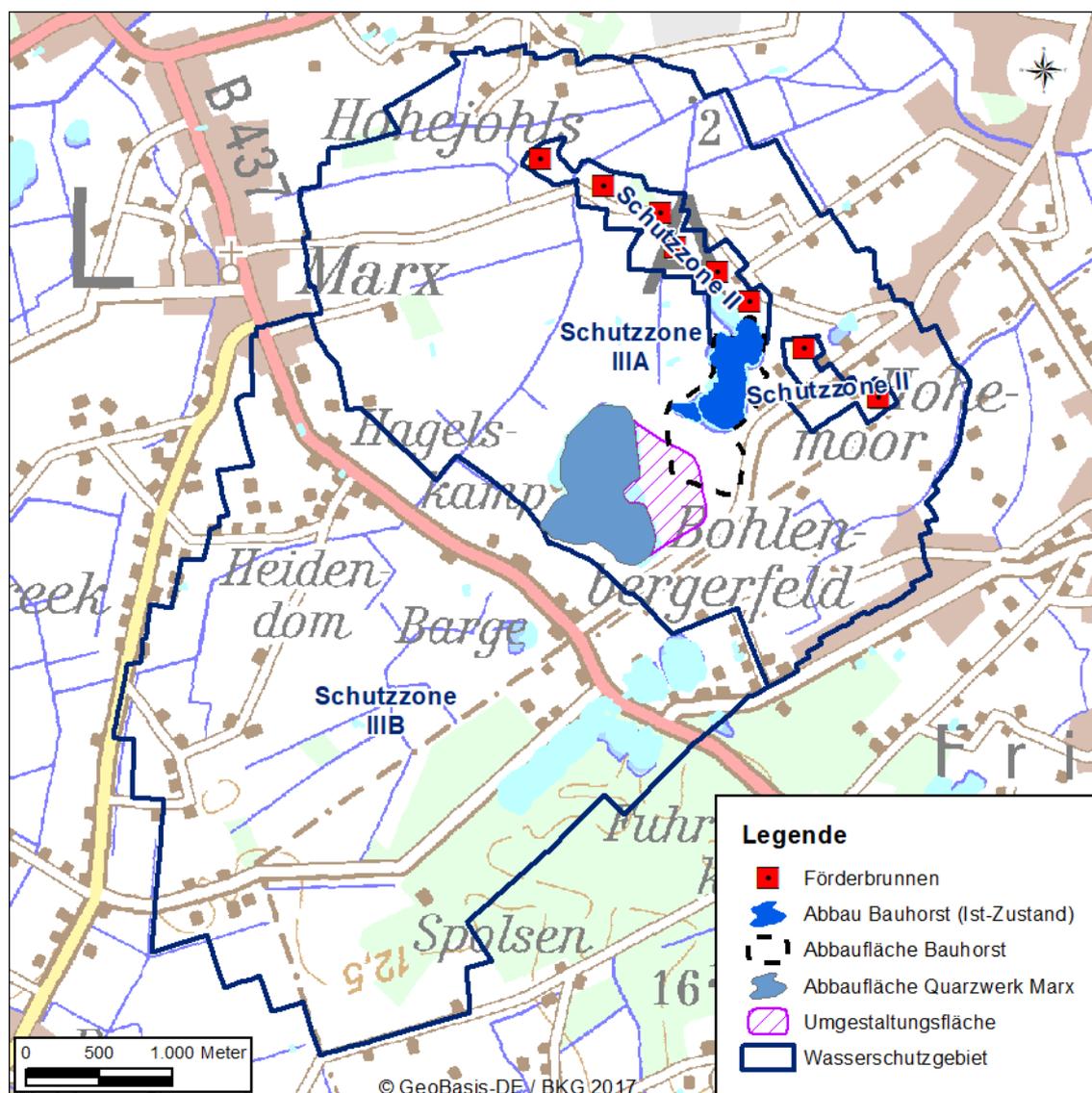


Abb. 2: Lage im Wasserschutzgebiet

Gemäß Anlage der Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO) ist die Gewinnung von Bodenschätzen mit Freilegung des Grundwassers in Schutzzone IIIA verboten. Nach § 52 Abs. 1 WHG kann die zuständige Behörde von diesem Verbot eine Befreiung erteilen, wenn der Schutzzweck nicht gefährdet wird oder überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern.

3 Hydrologische, morphologische, klimatische, geologische Gegebenheiten

3.1 Morphologie

Die Umgebung der Abbaustätte stellt sich hinsichtlich ihrer Morphologie relativ gleichförmig dar. Markante Reliefunterschiede sind nicht vorhanden. Lediglich vereinzelt und kleinräumig erhebt sich das Gelände im nördlich angrenzenden Gebiet der sogenannten Horster Berge (Zwei Berge, Großer Fuchsberg, Hagelsberg) bis zu rd. 4,0 m über die Umgebung. Die Umgestaltungsfläche selbst liegt zwischen 6 und 8 m NHN und steigt in Richtung Süden allmählich an. Im südlichsten Bereich befinden sich die höchsten Punkte um 8 m NHN. Die Hangneigung der Umgestaltungsfläche kann als nicht geneigt (<1 %) eingestuft werden (NIBIS KARTENSERVEN 2024b).

3.2 Niederschlag und Verdunstung

Im NIBIS KARTENSERVEN (2024c) wird für die Umgestaltungsfläche eine jährliche Niederschlagsmenge (Referenzperiode 1991-2020) von rd. 832 mm ausgewiesen. Davon entfallen 452 mm auf das Sommer- und 382 mm auf das Winterhalbjahr (NIBIS KARTENSERVEN 2024d, 2024e). Die FAO-Grasreferenzverdunstung wird auf 617 mm im Jahr sowie 463 mm im Sommer und 153 mm im Winter angegeben (NIBIS KARTENSERVEN 2024f, g, h).

Die klimatische Wasserbilanz weist für ein Jahr somit einen Überschuss von etwa 215 mm auf. Im Sommer besteht ein Defizit von etwa 11 mm und im Winter ein Überschuss von rd. 229 mm.

3.3 Gewässernetz

Die Abbaustätte befindet sich im Einzugsgebiet der Bitze, einem Gewässer II. Ordnung, das rd. 480 m nordwestlich in nordöstliche Richtung fließt (Abb. 3). Nördlich der Abbaustätte beginnt der Achterbargstucht, der Richtung Norden zur Bitze entwässert. Der Bitze und dem Achterbargstucht fließen diverse Gräben zu. Direkt südlich der Abbaustätte schließt sich das Einzugsgebiet der Heete an, die ebenfalls in nordöstliche Richtung fließt. Vom Abbau selbst ist kein Fließgewässer betroffen.

Neben dem Abbaugewässer der Quarzwerk Marx AG und dem der Baustoffwerke Horsten GmbH & Co. KG befinden sich südlich noch weitere, z. T. auch schon stillgelegte Abbaugewässer. Ebenfalls südlich der Abbaustätte gelegen ist das Naturschutzgebiet „Schwarzes Meer“, welches als Grundmoränensee geführt wird.

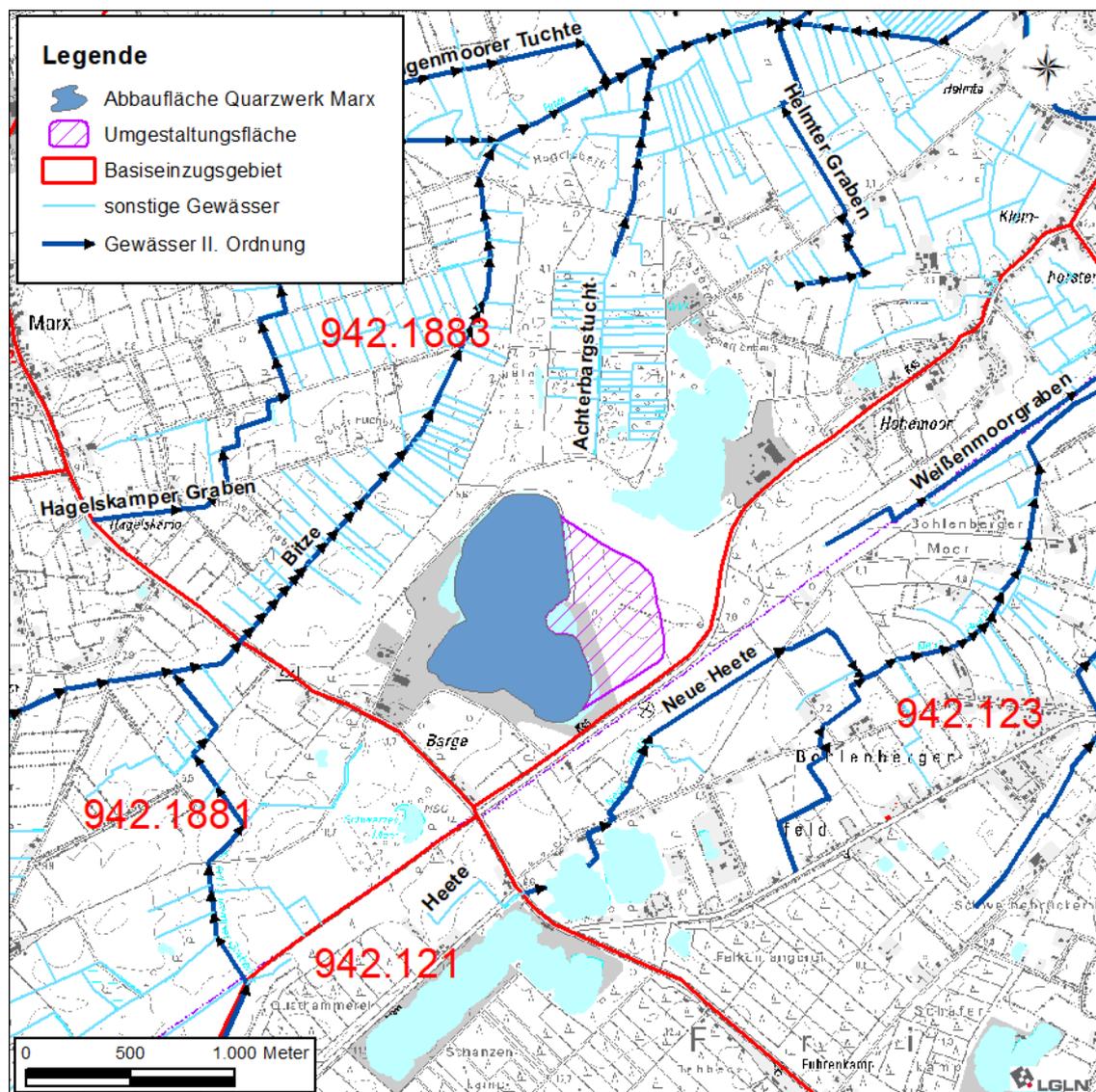


Abb. 3: Hydrografische Karte im Bereich der Abbaustätte (verändert nach MU 2024)

3.4 Geologischer Aufbau

In der GK 50 werden für die oberen 2 m im Bereich der Abbaustätte drenthezeitliche, stark feinsandige Mittelsande, die z. T. von weichselzeitlichen Geschiebedecksanden überdeckt werden, ausgewiesen (NIBIS KARTENSERVEN 2024i). Direkt südlich des bisherigen Abbaus steht oberflächennah drenthezeitlicher Geschiebelehm an. Im direkten Umfeld der Fließgewässer Bitze und Achterbargstucht werden die glazifluviatilen Sande von Niedermoor überlagert.

Die Bohrungen der Grundwassermessstellen ergaben im Wesentlichen Sande, die in unterschiedlichen Tiefen geringmächtige Schlufflagen enthalten. Lediglich direkt südlich des Abbaus ergaben 2 nah beieinander liegende Bohrungen eine mächtige Schluffschicht bis etwa 16 m Tiefe.

Der SW-NE verlaufende Profilschnitt „Jade links PS02/PS_200063“ (NIBIS KARTENSERVEN 2024j) verläuft direkt südöstlich der Abbaustätte. In diesem werden im Bereich der Abbaustätte

oben etwa 16 m mächtige drenthezeitliche Sande angegeben, die von ca. 4-8 m mächtigen Lauenburg-Schichten (Feinsand (schluffig)), einer Beckenablagerung aus der Elster-Kaltzeit, unterlagert werden. Im Liegenden dieser Sedimente schließen sich glazifluviatile Sande aus der Elster-Kaltzeit an. In Tiefen zwischen etwa -45 mNHN und -60 mNHN erfolgt der Übergang zum Tertiär mit Sanden aus dem Pliozän. Ab etwa -140 mNHN stehen tonige und schluffige Sedimente aus dem Miozän an.

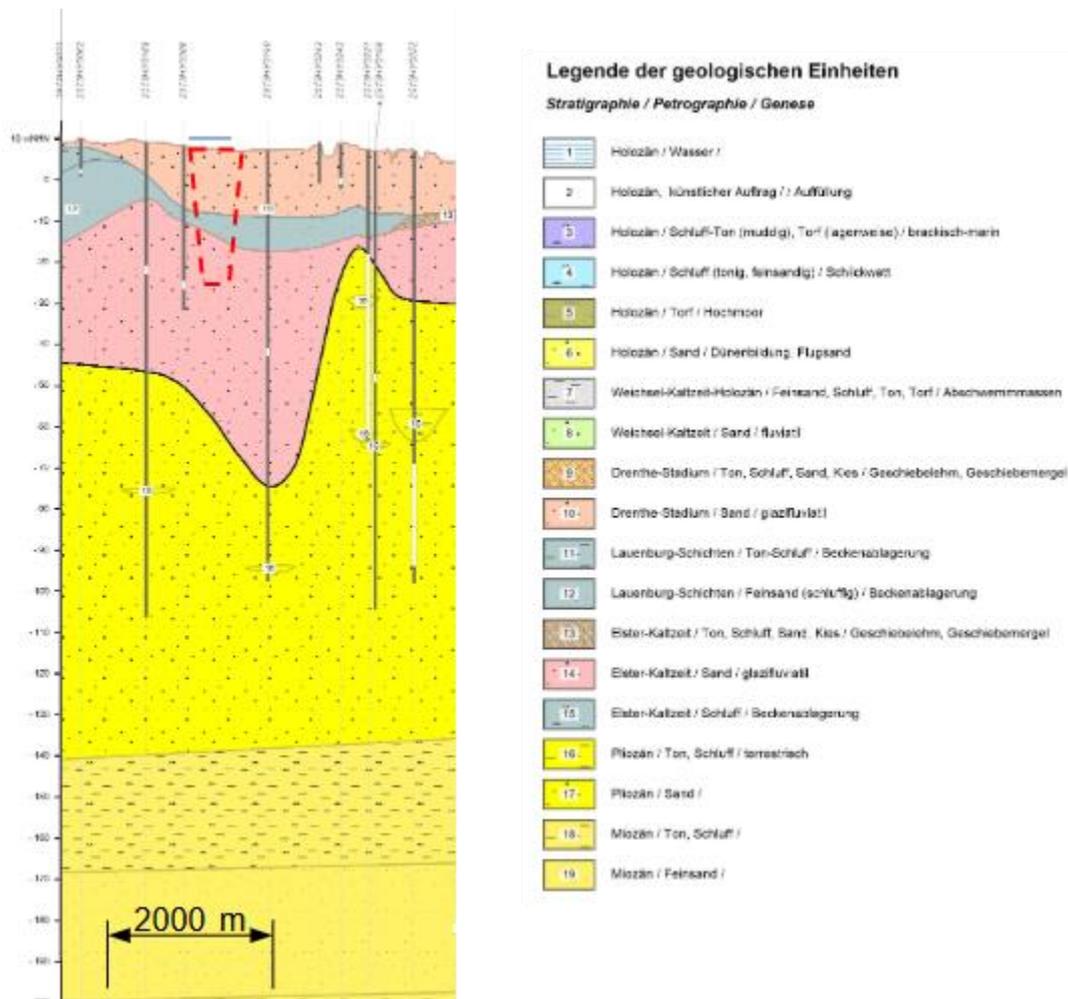


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Geologischen Profilschnitt Jade links PS02/PS_200063 (verändert nach NIBIS KARTENSERVEN 2024)

Die Umgestaltungsfläche wurde im Jahr 2020 durch 7 20 bis 40 m tiefe Bohrungen erkundet (Anlage 2, Anlage 3). Das Bohrgut dieser Bohrungen wurde zu Mischproben von jeweils 5 m Bohrstrecke zusammengefasst und auf die Kornverteilung untersucht. Die Bohrungen dieser Lagerstätten erkundung weisen im Wesentlichen Fein- bis Mittelsande aus. Höhere Anteile an Grobsanden finden sich nur in einigen Bohrungen, vor allem in Tiefen > 25 m.

Der nördliche Bereich der Umgestaltungsfläche wurde schon im Jahr 1989 miterkundet. Bei dieser Erkundung wurden 6 Bohrungen bis 35 m Tiefe niedergebracht und das Bohrgut auf die Kornverteilung untersucht. Im Jahr 2001 wurden im südlichen Bereich 5 Bohrungen und Untersuchungen durchgeführt. Diese 11 Bohrungen ergaben ebenfalls hauptsächlich Fein- und Mittelsande. Auch eine Bohrung aus dem Jahr 1997 im zentralen Abbaubereich ergab bis zur erkundeten Tiefe von 62 m durchgehend Fein- bis Mittelsande (Anlage 2, Anlage 3). 2 Bohrungen aus dem Jahr 1996 nördlich und südlich der Abbaufäche „Marx I“ schlossen dagegen bis in die erkundeten Tiefen von 12 bzw. 21 m eher Grob- bis Mittelsande auf.

Die Proben können alle als enggestufte Sande klassifiziert werden. Exemplarisch sind in Abb. 5 die Körnungslinien der Bohrung Barge 2513SE0104 aus dem Jahr 2020 dargestellt.

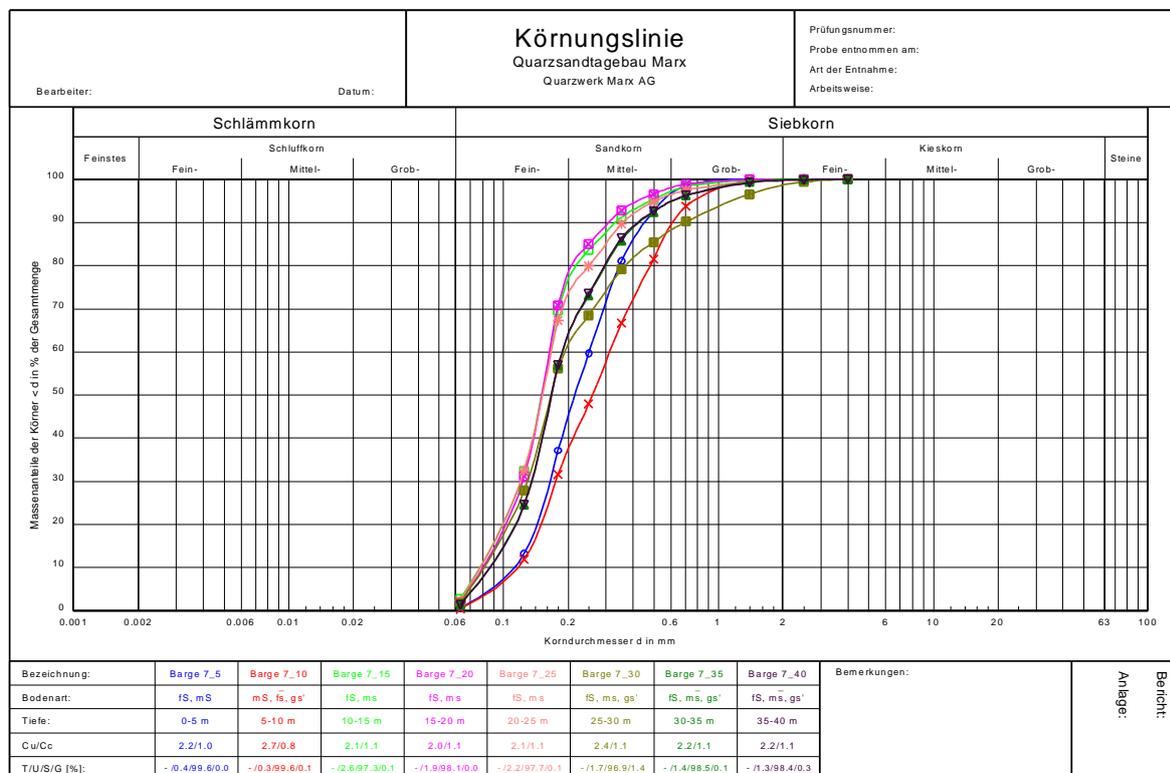


Abb. 5: Körnungslinien

Das Bohrgut der 7 Bohrungen aus 2020 wurde weiter zu jeweils 3 Mischproben pro Bohrung zusammengefasst (5-20 m, 25-40 m, 5-40 m bzw. 5-10 m, 15-20 m, 5-20 m) und der Dorfner Analysezentrum und Anlageplanungsgesellschaft mbH (ANZAPLAN) zur Chemischen Analyse nach DIN 51001, Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes nach ASTM D5373-93 und Bestimmung des pH-Wertes nach DIN 19684-1 übergeben. Eine Mischprobe aus allen 7 Bohrungen wurde ebenfalls der ANZAPLAN zur Bestimmung des Kegelfallpunktes nach Seger (DIN EN 993-12) übersandt.

Die Minimal-, Maximal- und Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse von den chemischen Analysen sind in Tab. 1 aufgeführt. Der Quarzgehalt (SiO₂) der 21 untersuchten Proben reicht von 96,5 bis 97,5 %.

Das Probenmaterial der Gesamtmischprobe weist einen Kegelfallpunkt nach Seger SK 28 auf.

Die Kriterien als grundeigener Bodenschatz (SK ≥ 26 und Quarzgehalt ≥ 80 %) im Sinne des § 3 Abs. 4 Ziffer 1 BbergG – Quarzsand – werden erfüllt.

Tab. 1: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse der Bodenproben

Parameter	Einheit	Min	Max	Mittelwert
pH (CaCl ₂)	[-]	4,3	5,9	4,7
C	[MA-%]	0,02	0,14	0,06
SiO ₂	[MA-%]	96,5	97,5	97,0
Al ₂ O ₃	[MA-%]	0,94	1,38	1,17
Fe ₂ O ₃	[MA-%]	0,13	0,21	0,18
TiO ₂	[MA-%]	0,18	0,25	0,22
K ₂ O	[MA-%]	0,55	0,85	0,71
Na ₂ O	[MA-%]	0,09	0,16	0,12
CaO	[MA-%]	0,04	0,06	0,05
MgO	[MA-%]	0,02	0,03	0,02
BaO	[MA-%]	0,01	0,02	0,02
GV/LOI 1025°C	[MA-%]	0,31	0,69	0,44

4 Hydrogeologische Gegebenheiten

4.1 Hydrogeologischer Aufbau und Eigenschaften des Untergrundes

Die Abbaustätte befindet sich im hydrogeologischen Teilraum Oldenburgisch-Ostfriesische Geest. In diesem bilden Sande des Quartärs und Tertiärs den Grundwasserleiter, der durch schluffig-tonige Sedimente größtenteils im oberen Teil des Pliozäns, aber auch durch schluffig-tonige Sedimente in den pleistozänen Schichten in unterschiedliche Stockwerke getrennt sein kann. In einigen Bereichen fehlen hydraulisch wirksame Zwischenschichten, so dass ein zusammenhängender Grundwasserleiter vorliegt (ELBRACHT et al. 2016). Die Basis des Grundwasserleiters bilden schluffige Feinsande des Miozäns. Abgeschlossen wird die pleistozäne Schichtenfolge verbreitet von einem sandigen Geschiebelehm bzw. -mergel. Über dieser Deckschicht kann örtlich noch ein oberstes Stockwerk ausgebildet sein. An der Basis der geringdurchlässigen Schichten ist das Grundwasser zumeist gespannt (ELBRACHT et al. 2016). Die Mächtigkeit des Grundwasserleiterkomplexes wird im NIBIS KARTENSERVEN (2024k) mit >100 bis 200 m für die bestehende Abbaustätte angegeben und mit >50 bis 100 m für die Umgestaltungsfläche.

Im direkt südöstlich der Abbaustätte SW-NE verlaufenden hydrostratigrafischen Profilschnitt „Jade links PS02/PS_200063“ (NIBIS KARTENSERVEN 2024l, s. auch Abb. 6) werden die vorgefundenen Schichten Hydrostratigrafischen Einheiten inkl. Durchlässigkeiten zugeordnet. Die glazivfluviatilen Sande aus dem Drenthe-Stadium werden als Grundwasserleiter mit mittlerer ($>1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s) Durchlässigkeit eingestuft. Die im Liegenden dieser Sande ausgewiesenen Lauenburg-Schichten können als Grundwassergeringleiter bzw. -hemmer oder auch als Grundwasserleiter ausgebildet sein. Die Durchlässigkeiten reichen entsprechend von sehr gering ($>1 \cdot 10^{-9}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s) bis mäßig ($>1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s). Die unterlagernden glazifluviatilen Sande aus der Elster-Kaltzeit werden dann als Grundwasserleiter mit hoher Durchlässigkeit eingestuft ($>1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/s). Die pliozänen Sande stellen dann wieder einen Grundwasserleiter mit mittlerer ($>1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s) Durchlässigkeit dar. Die unterlagernden miozänen Sedimente werden als Grundwassergeringleiter bzw. -hemmer mit geringer bis äußerst geringer Durchlässigkeit eingestuft.

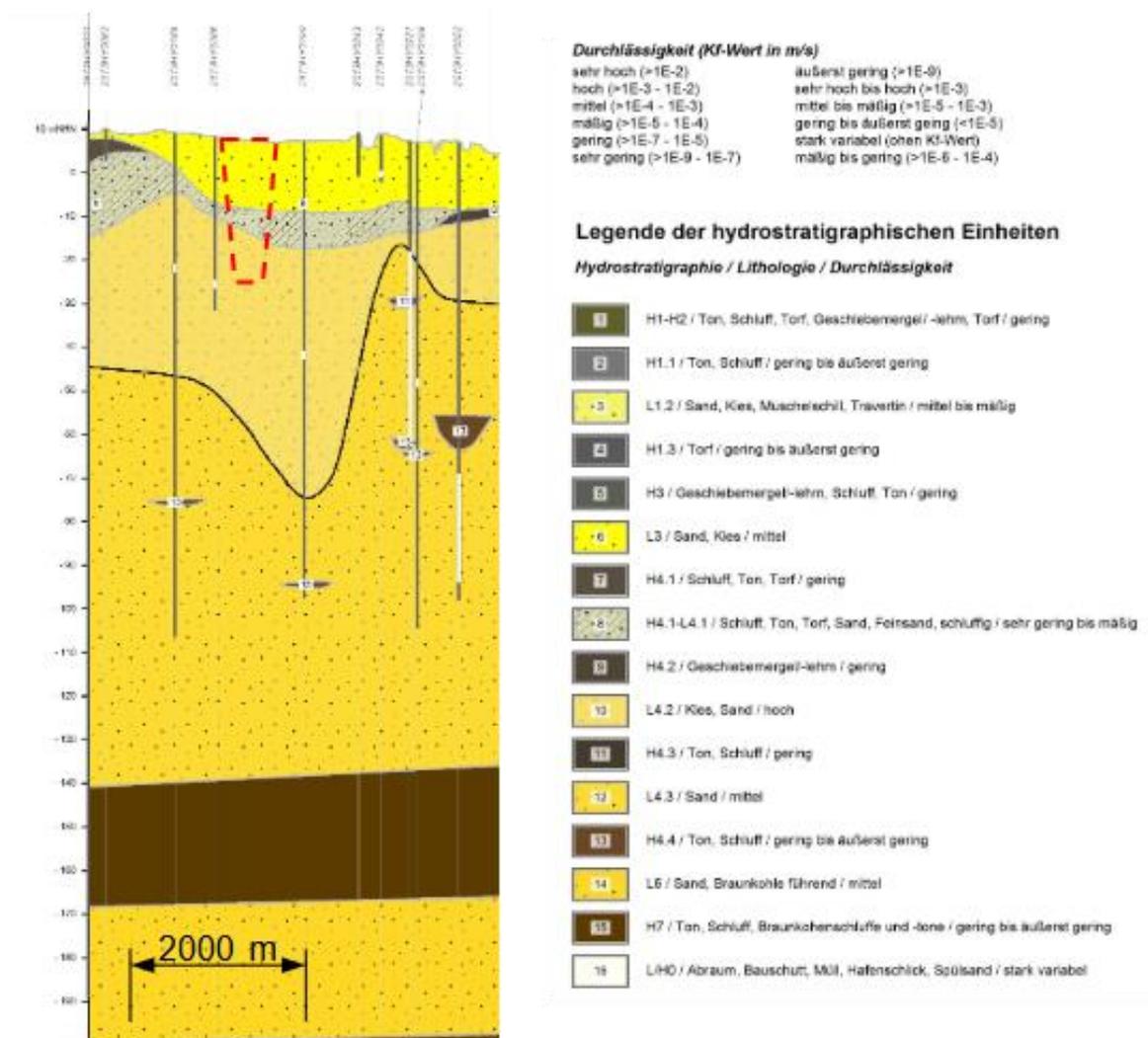


Abb. 6: Ausschnitt aus dem Hydrostratigraphischen Profilschnitt Jade links PS02/PS_200063 (verändert nach NIBIS KARTENSER 2024)

Gemäß des Profilschnittes ist eine Stockwerkstrennung des Grundwasserleiters im Bereich der Abbaustätte eher innerhalb der pleistozänen Ablagerungen (Lauenburg-Schichten) zu erwarten. Die Bohrungen der Grundwassermessstellen ergaben teilweise auch innerhalb der Sande geringmächtige Schlufflagen, die in unterschiedlichen Tiefen vorkamen. Lediglich direkt südlich des Abbaus ergaben 2 nah beieinander liegende Bohrungen eine mächtige Schluffschicht bis etwa 16 m Tiefe. Insgesamt ist daher nicht von einer flächenhaft vorhandenen, stockwerkstrennenden Schicht auszugehen.

Die Ergebnisse der Kornverteilungen der 2020, 2001, 1997, 1996 und 1989 untersuchten Proben sind mit HydroGeoSieveXL, einer Auswertungssoftware auf Excel-Basis (DEVLIN 2015), ausgewertet worden. Es wurden Durchlässigkeitsbeiwerte nach bis zu 15 verschiedenen Auswertungsmethoden unter Beachtung der entsprechenden Gültigkeitsbereiche berechnet. Zusätzlich wurden die effektiven Porositäten berechnet. Die so berechneten Mittelwerte der Durchlässigkeit sind in Tab. 2 aufgeführt.

Die arithmetischen Mittelwerte der Proben charakterisieren den Grundwasserleiter mit Durchlässigkeitsbeiwerten zwischen $6,72 \cdot 10^{-5}$ m/s und $1,95 \cdot 10^{-3}$ m/s als durchlässig bis stark durchlässig. Anhand der repräsentativen Mächtigkeiten wurde für jede untersuchte Bohrung die resultierende horizontale Durchlässigkeit nach

$$K_h = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=l}^n K_i \cdot m_i$$

mit den arithmetischen und den geometrischen Mittelwerten der Durchlässigkeitsbeiwerte berechnet (Tab. 2). Die resultierenden horizontalen Durchlässigkeiten aus den arithmetischen Mittelwerten liegen hauptsächlich zwischen $1,18 \cdot 10^{-4}$ m/s und $1,76 \cdot 10^{-4}$ m/s. Für die weitere Betrachtung wird der Median verwendet, der $1,48 \cdot 10^{-4}$ m/s beträgt.

Für die effektive Porosität wurden Werte zwischen 0,26 und 0,33 berechnet. Der Mittelwert pro Bohrung ist in Tab. 2 aufgeführt. Der Mittelwert beträgt 0,29. Es wird somit von einem mittleren, nutzbaren (entwässerbaren) Porenanteil von 29 % ausgegangen.

Tab. 2: Durchlässigkeitsbeiwert und effektive Porosität der Bohrungen aus Kornverteilung

Bohrung [-]	horizontale Durchlässigkeit		effektive Porosität [-]
	aus geometrischen Mittelwerten [m/s]	aus arithmetischen Mittelwerten [m/s]	
2513SE0101	1,04E-04	1,12E-04	0,28
2513SE0102	1,12E-04	1,22E-04	0,29
2513SE0103	1,31E-04	1,42E-04	0,29
2513SE0104	9,93E-05	1,07E-04	0,28
2513SE0105	1,65E-04	1,76E-04	0,30
2513SE0106	1,11E-04	1,18E-04	0,28
2513SE0107	1,10E-04	1,19E-04	0,29
FAB 1	3,11E-04	3,66E-04	0,32
T 1	1,43E-04	1,52E-04	0,29
FAN 1	1,07E-03	1,22E-03	0,32
B1(2001)	1,45E-04	1,61E-04	0,29
B2(2001)	1,38E-04	1,56E-04	0,28
B3(2001)	1,57E-04	1,71E-04	0,29
B4(2001)	1,37E-04	1,47E-04	0,29
B5(2001)	1,40E-04	1,52E-04	0,29
B1(1989)	1,39E-04	1,51E-04	0,30
B2(1989)	1,39E-04	1,48E-04	0,30
B3(1989)	1,58E-04	1,71E-04	0,30
B4(1989)	1,29E-04	1,30E-04	0,28
B5(1989)	1,17E-04	1,38E-04	0,29
B6(1989)	1,14E-04	1,31E-04	0,28

4.2 Grundwasserstände

Die Grundwasserstände im Bereich der Abbaustätte werden an derzeit 15 (bis Mai 2023 17) Grundwassermessstellen der Quarzwerk Marx AG in einem monatlichen Rhythmus gemessen (Anlage 4). Zeitgleich wird der Pegel im Abbaugewässer abgelesen. Im Umfeld des Abbaus befinden sich zudem diverse Grundwassermessstellen des Wasserwerks Kleinhorsten. Von den Grundwassermessstellen der Quarzwerk Marx AG liegen Daten seit Juli 2004 bzw. Mai 2006 vor.

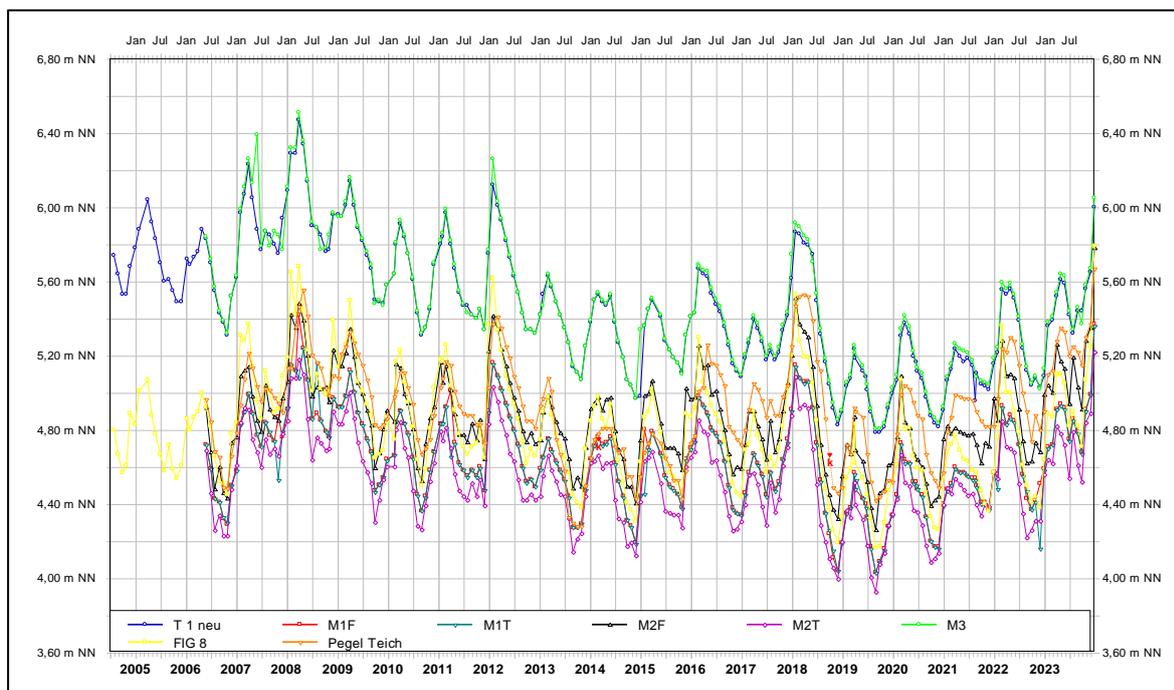


Abb. 7: Grundwasserganglinien der Messstellen T 1neu, M 1F, M 1T, M 2F, M 2T, M 3 und FIG 8 sowie Ganglinie des Wasserstandes des Abbaugewässers

In Abb. 7 sind exemplarisch die Grundwasserganglinien der einiger Messstellen im direkten Grundwasseranstrom und -abstrom sowie die Ganglinie des Wasserstandes des Abbaugewässers dargestellt. Die Ganglinien aller Messstellen sind als Anlage 5 beigefügt. Die Ganglinien zeigen einen gleichen jahreszeitlichen Verlauf. Die höchsten Grundwasserstände traten teils im März 2008 und teils im Dezember 2023 auf und waren, bezogen auf alle Messstellen, zwischen 0,34 und 0,71 m höher als die mittleren Jahreshochstände (Tab. 3). Die niedrigsten Grundwasserstände traten verbreitet im August 2019 auf und waren zwischen 0,26 und 0,61 m niedriger als die mittleren Jahrestiefstände. An wenigen Messstellen traten die tiefsten Grundwasserstände an unterschiedlichen anderen Stichtagen auf. Die mittlere Spannweite der Wasserstände beträgt zwischen 0,52 bis 0,72 m/a, mit Ausnahme von einer Messstelle (FIG 13) mit 1,63 m/a. Die absolute Spannweite reicht von 1,29 bis 2,05 m und 2,81 m an Messstelle FIG 13. Diese nur rd. 4 m tiefe Messstelle ist oberhalb einer mächtigen Schluffschicht verfiltert (s. Kap.3.4 und Kap. 4.1) und repräsentiert daher eher ein lokales oberstes Stockwerk und nicht den Hauptgrundwasserleiter. Messstelle Fig 4 ist in Tab. 3 nicht aufgeführt, da seit Mitte 2013 kaum noch Änderungen des Abstiches gemessen werden. Da diese Messstelle nur rd. 6 m tief ist, ist sie vermutlich zu flach, um kontinuierlich einen Grundwasserstand messen zu können und die Messungen sind daher nur bei hohen Grundwasserständen repräsentativ für den Grundwasserleiter.

In Abb. 8 werden die Grundwasserstände der Messstellen T 1neu, M 2F, M 2T und M 3 im Vergleich zur Landesmessstelle Osterforde (WHV019) dargestellt. Diese Messstelle befindet

sich rd. 9,76 km vom Abbau entfernt, aber ebenfalls im hydrogeologischen Teilraum Oldenburgisch-Ostfriesische Geest und zudem auch außerhalb des Einzugsgebietes des Wasserwerks. Der Verlauf der Ganglinien ist vergleichbar, wenngleich er, auch durch die unterschiedlichen Stichtage bedingt, nicht identisch ist. In Messstelle WHV019 ist die Spannweite der Grundwasserstände mit absolut 2,09 m und durchschnittlich 1,20 m höher als im Bereich der Abbaustätte, was aufgrund der Pufferwirkung eines Sees auf die Grundwasserstandamplitude nicht ungewöhnlich ist.

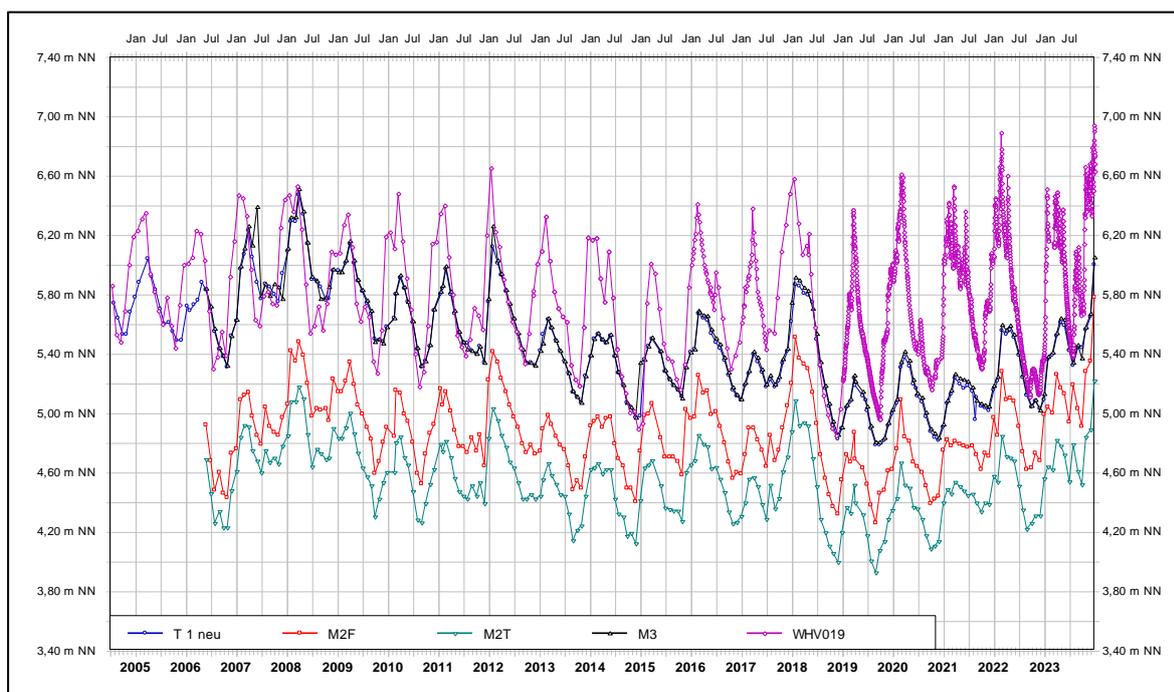


Abb. 8: Grundwasserganglinien der Messstellen T 1 neu, M 2F, M 2T, M 3 im Vergleich zur Landesmessstelle WHV019

Für den Zeitraum der hydrologischen Jahre 2005 bis 2023 zeigt sich an allen Messstellen mit einer Datenreihe über diesen Zeitraum ein Trend zu fallenden Wasserständen (Tab. 4), gerade bei den Messstellen im Grundwasseranstrom handelt es sich sogar um stark fallende Grundwasserstände. Für den Zeitraum der hydrologischen Jahre 2007 bis 2023, in dem von allen Messstellen des Quarzsandtagebaus Daten vorliegen, ist für alle Grundwassermessstellen ein Trend zu fallenden Wasserständen zu verzeichnen (Tab. 5), wobei mit einer Ausnahme die Klassifikation stark fallend zutrifft. Lediglich die Entwicklung des Seewasserstands lässt sich als gleichbleibend qualifizieren. Einschränkend ist hier anzumerken, dass sich bei den höhenmäßigen Einmessungen des Pegels in den Jahren 2009 und 2016 eine Differenz von 0,24 m ergaben, so dass vermutlich in diesem Zeitraum die Höhen nicht durchgehend korrekt umgerechnet wurden (s. a. Abb. 12). Zum Abgleich der Grundwassermessstellen des Quarzsandtagebaus ist in Tab. 4 und Tab. 5 Landesmessstelle Osterforde (WHV019) aufgeführt. Auch an dieser Messstelle ist für beide Zeiträume ein Trend zu fallenden Wasserständen auszumachen.

Tab. 3: Statistik der Grundwasserstände

Mess- stelle	Zeit- intervall [-]	Anzahl Mess- werte [-]	Höchster	Datum	Tiefster	Datum	Spann- weite [m]	Mittel- wert [mNHN]	Mittlerer Jahres- mittelwert [mNHN]	Mittlerer höchster Wert [mNHN]	Mittlerer tiefster Wert [mNHN]
			Wert [mNHN]		Wert [mNHN]						
T 1neu	07/04-12/23	235	6,47	27.03.08	4,79	29.08.19	1,68	5,48	5,48	5,79	5,22
F 2neu	07/04-12/23	232	6,64	27.03.08	4,59	29.08.19	2,05	5,56	5,57	5,92	5,27
Fig 7	07/04-12/23	232	5,54	27.03.08	4,20	29.08.19	1,34	4,82	4,81	5,11	4,55
Fig 8	07/04-12/23	233	5,79	28.12.23	4,16	29.08.19	1,63	4,81	4,81	5,23	4,50
Fig 13	07/04-12/23	233	10,81	28.12.23	8,00	10.10.08	2,81	9,36	9,36	10,23	8,60
Fig 14	07/04-12/23	232	5,86	28.12.23	4,27	29.08.19	1,59	4,90	4,89	5,25	4,62
Fig 15	07/04-12/23	232	4,91	28.12.23	3,64	29.11.18	1,27	4,24	4,24	4,51	3,99
T 2neu	07/04-12/23	232	6,65	27.03.08	4,69	29.08.19	1,96	5,59	5,59	5,94	5,30
M 1F	05/06-12/23	214	5,42	27.03.08	4,03	29.08.19	1,39	4,64	4,64	4,94	4,37
M 1T	05/06-12/23	215	5,36	27.03.08	4,03	29.08.19	1,33	4,64	4,63	4,92	4,36
M 2F	05/06-12/23	211	5,78	28.12.23	4,26	29.08.19	1,52	4,87	4,86	5,20	4,58
M 2T	05/06-12/23	211	5,22	28.12.23	3,93	29.08.19	1,29	4,54	4,54	4,84	4,28
M 3	05/06-12/23	212	6,51	27.03.08	4,80	29.08.19	1,70	5,47	5,48	5,82	5,19
See	05/06-12/23	211	5,67	28.12.23	4,28	30.09.13	1,39	4,92	4,92	5,19	4,66
FAB 1	07/04-12/23	225	4,96	27.03.08	3,81	05.12.18	1,15	4,36	4,36	4,62	4,10
106	07/04-12/23	224	5,62	26.03.08	4,36	01.08.19	1,26	4,92	4,91	5,18	4,66
139	03/05-12/23	258	4,99	27.03.08	3,78	05.12.18	1,21	4,38	4,36	4,64	4,09
164	11/11-12/23	172	5,65	28.12.23	4,21	29.08.19	1,44	4,77	4,76	5,10	4,47

Tab. 4: Grimm-Strehle Gruppenauswertung für den Zeitraum November 2004 bis Oktober 2023

Messstelle	GS Dat von	GS Dat bis	GS Jahre	GS Anzahl	Minimum NHN	Maximum NHN	Spannweite	GS Steigung	GS Prozent	GS Gruppe	GS Gruppe Text
FAB 1	15.11.04	15.10.23	18,91	191	3,81	4,92	1,11	-0,00952	-0,9	2	fallend
T 1 neu	15.11.04	15.10.23	18,91	206	4,79	6,38	1,59	-0,04043	-2,5	1	stark fallend
F 2 neu	15.11.04	15.10.23	18,91	206	4,59	6,54	1,95	-0,05623	-2,9	1	stark fallend
T 3 neu	15.11.04	15.05.23	18,49	199	4,45	5,75	1,30	-0,02552	-2,0	1	stark fallend
FIG 4	15.11.04	15.10.23	18,91	206	5,80	6,73	0,93	-0,01587	-1,7	1	stark fallend
FIG 7	15.11.04	15.10.23	18,91	206	4,20	5,52	1,32	-0,01231	-0,9	2	fallend
FIG 8	15.11.04	15.10.23	18,91	206	4,16	5,62	1,46	-0,01764	-1,2	1	stark fallend
FIG 13	15.11.04	15.10.23	18,91	206	8,02	10,47	2,45	-0,024	-1,0	2	fallend
FIG 14	15.11.04	15.10.23	18,91	206	4,27	5,55	1,28	-0,00815	-0,6	2	fallend
FIG 15	15.11.04	15.10.23	18,91	206	3,64	4,77	1,13	-0,00804	-0,7	2	fallend
T 2 neu	15.11.04	15.10.23	18,91	206	4,69	6,58	1,89	-0,05452	-2,9	1	stark fallend
F 3 neu	15.11.04	15.04.23	18,41	198	4,44	5,86	1,42	-0,02793	-2,0	1	stark fallend
106	15.11.04	15.10.23	18,91	184	4,36	5,62	1,26	-0,01956	-1,6	1	stark fallend
WHV019	15.11.04	15.10.23	18,91	227	4,85	6,65	1,80	-0,01435	-0,8	2	fallend

Tab. 5: Grimm-Strehle Gruppenauswertung für den Zeitraum November 2006 bis Oktober 2023

Messstelle	GS Dat von	GS Dat bis	GS Jahre	GS Anzahl	Minimum NHN	Maximum NHN	Spannweite	GS Steigung	GS Prozent	GS Gruppe	GS Gruppe Text
FAB 1	15.11.06	15.10.23	16,91	169	3,81	4,92	1,11	-0,01705	-1,5	1	stark fallend
139	15.11.06	15.10.23	16,91	172	3,78	4,91	1,13	-0,01881	-1,7	1	stark fallend
T 1 neu	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,79	6,38	1,59	-0,0469	-2,9	1	stark fallend
F 2 neu	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,59	6,54	1,95	-0,06849	-3,5	1	stark fallend
T 3 neu	15.11.06	15.05.23	16,50	177	4,45	5,75	1,30	-0,03442	-2,6	1	stark fallend
M 1F	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,03	5,27	1,24	-0,01806	-1,5	1	stark fallend
M 1T	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,03	5,24	1,21	-0,01857	-1,5	1	stark fallend
M 2F	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,26	5,51	1,25	-0,0116	-0,9	2	fallend
M 2T	15.11.06	15.10.23	16,91	184	3,93	5,13	1,20	-0,01775	-1,5	1	stark fallend
M 3	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,80	6,41	1,61	-0,04666	-2,9	1	stark fallend
FIG 4	15.11.06	15.10.23	16,91	184	5,80	6,73	0,93	-0,01931	-2,1	1	stark fallend
FIG 7	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,20	5,52	1,32	-0,02105	-1,6	1	stark fallend
FIG 8	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,16	5,62	1,46	-0,02725	-1,9	1	stark fallend
FIG 13	15.11.06	15.10.23	16,91	184	8,02	10,47	2,45	-0,02785	-1,1	1	stark fallend
FIG 14	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,27	5,55	1,28	-0,01535	-1,2	1	stark fallend
FIG 15	15.11.06	15.10.23	16,91	184	3,64	4,77	1,13	-0,01588	-1,4	1	stark fallend
T 2 neu	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,69	6,58	1,89	-0,06688	-3,5	1	stark fallend
F 3 neu	15.11.06	15.04.23	16,41	176	4,44	5,86	1,42	-0,03742	-2,6	1	stark fallend
Pegel Teich	15.11.06	15.10.23	16,91	184	4,28	5,56	1,28	-0,00452	-0,4	3	gleichbleibend
106	15.11.06	15.10.23	16,91	166	4,36	5,62	1,26	-0,02483	-2	1	stark fallend
WHV019	15.11.06	15.10.23	16,91	203	4,85	6,65	1,8	-0,01589	-0,9	2	fallend

Die 2004 genehmigte Erweiterung des Abbaus erfolgte sukzessive in südliche Richtung (Abb. 9). Das führte dazu, dass die Entfernung der südlich gelegenen Messstellen zum Abbau sich über die Jahre verringerte und die Messstellen zunehmend durch den Abbau beeinflusst werden konnten. So sank z. B. in Messstelle T 3neu ab etwa 2012 der Grundwasserstand im Vergleich zur nordwestlich gelegenen Messstelle FIG 14 ab, die Grundwasserstandsdifferenzen reduzierten sich von rd. 0,25 m auf rd. 0,12 m (Abb. 10). An der noch weiter südlich gelegenen Messstelle T 2neu setzte im Vergleich zu Messstelle FIG 14 ab ca. 2012 ebenfalls ein schleichendes Absinken des Grundwasserstandes ein, ab 2019 fiel dies aber deutlicher aus (Abb. 11). So nahm die Grundwasserstandsdifferenz von durchschnittlich 0,94 m zwischen 2004 und 2012 auf rd. 0,68 m im Zeitraum 2013 bis 2018 ab und zwischen 2019 und 2023 betrug sie nur noch durchschnittlich 0,29 m.

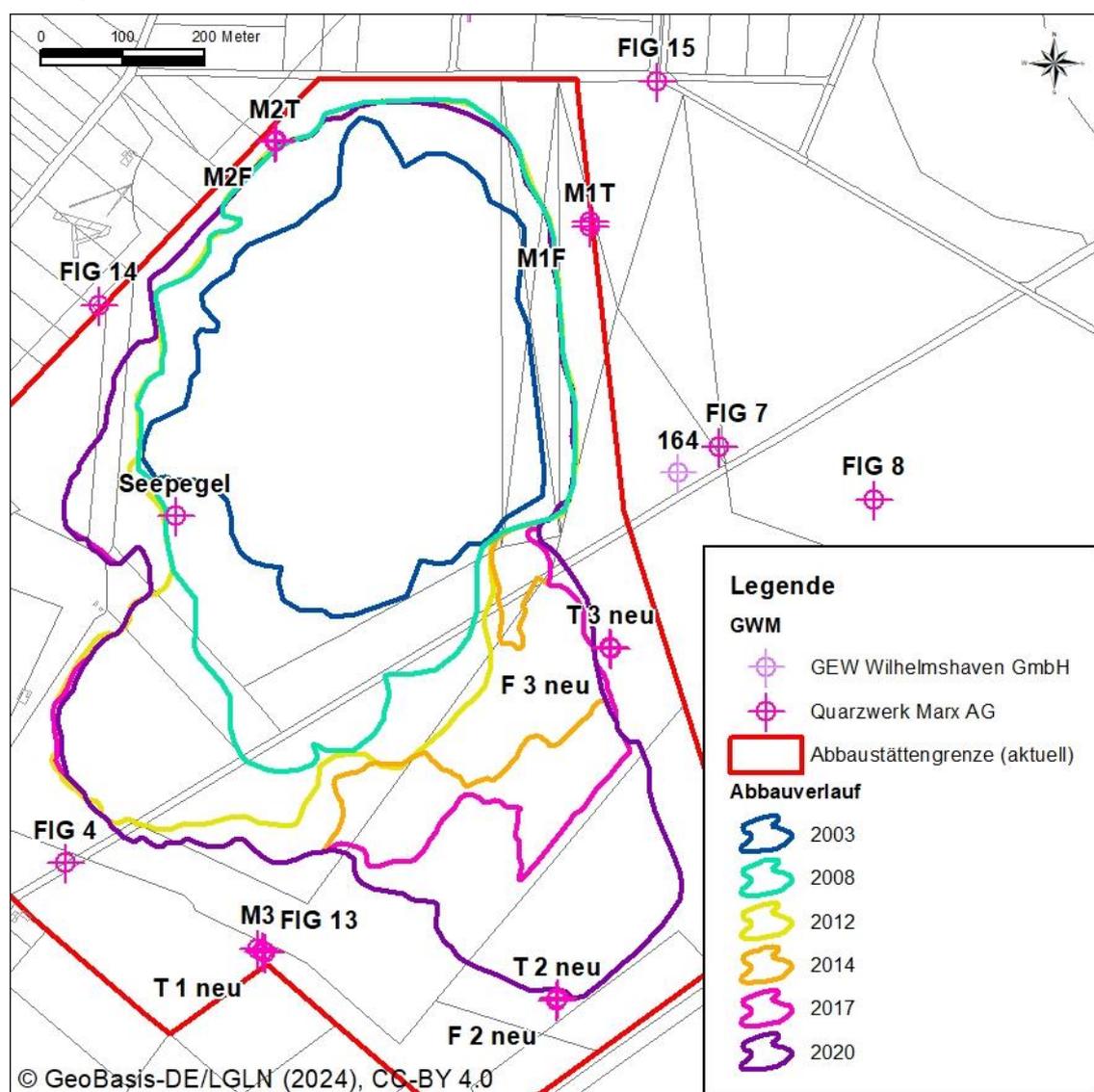


Abb. 9: räumlicher und zeitlicher Abbaufortschritt

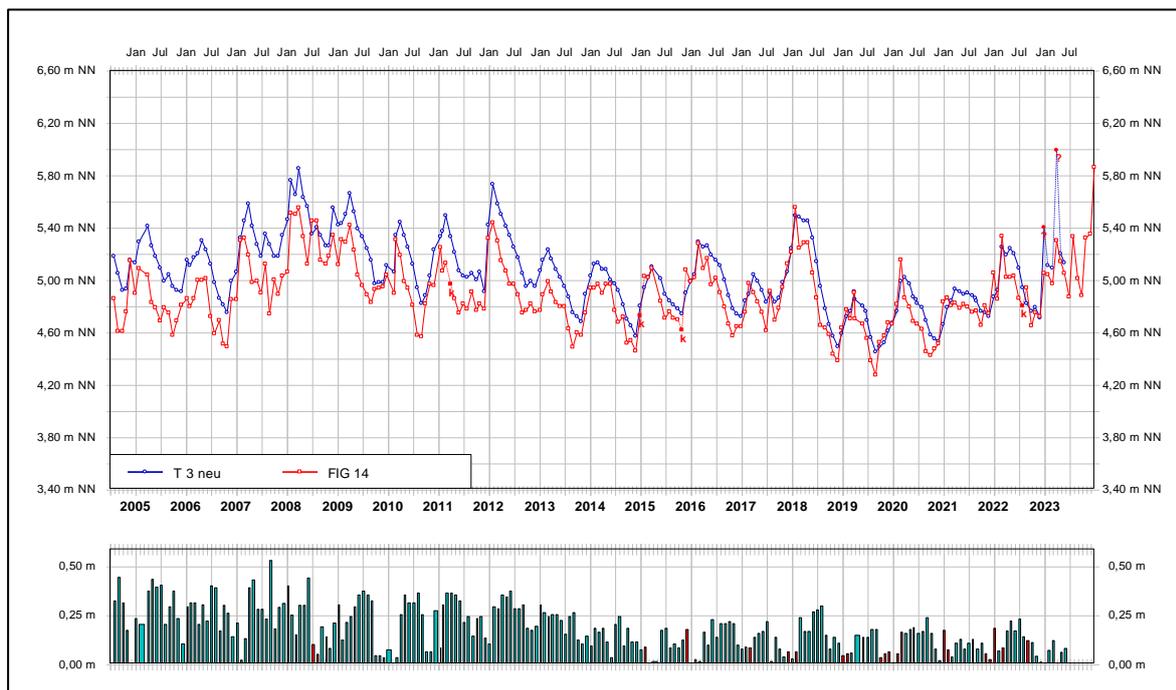


Abb. 10: Grundwasserganglinien und Grundwasserstanddifferenzen der Messstellen FIG 14 und T 3neu

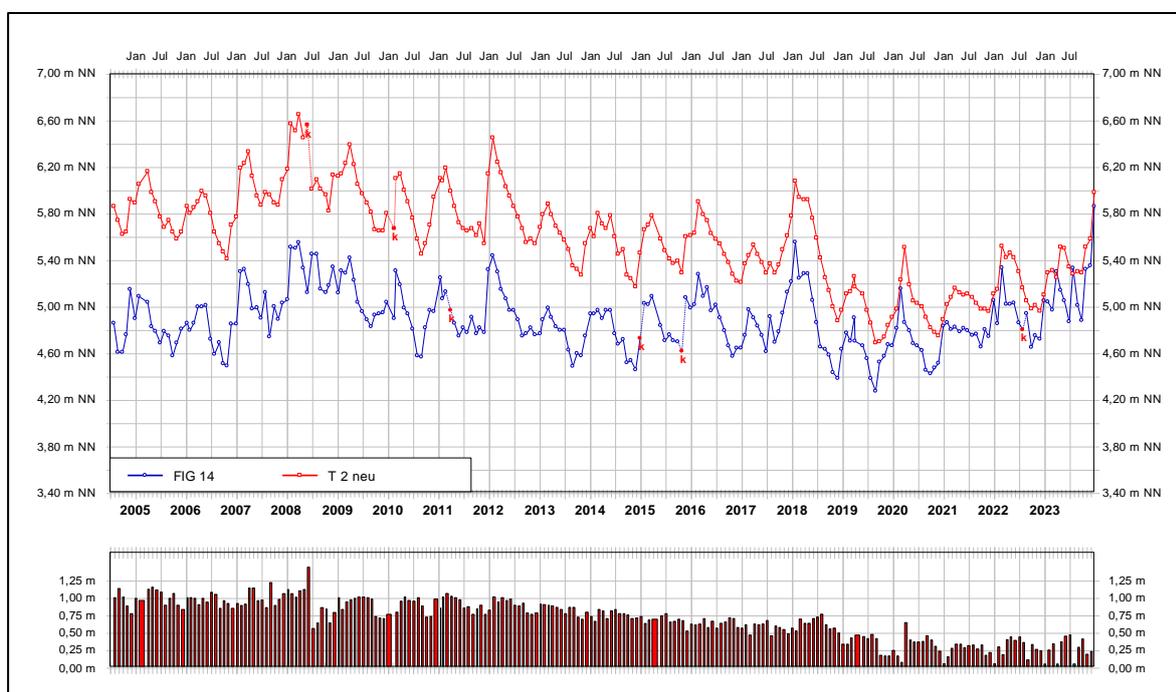


Abb. 11: Grundwasserganglinien und Grundwasserstanddifferenzen der Messstellen FIG 14 und T 2neu

Beim Vergleich des Grundwasserstandes der Messstelle FIG 14 mit dem Wasserstand des Abbaugewässers fallen die Jahre 2013 bis Anfang 2016 auf, in denen der Wasserstand des Abbaugewässers tiefer zu sein scheint als der Grundwasserstand in der Abstrommessstelle FIG 14 (Abb. 12). Dies könnte auf eine Änderung der Messpunkthöhe zurückzuführen sein, die erst bei der Vermessung Anfang 2016 messtechnisch erfasst wurde. In den Jahren 2006

bis 2012 wichen die Wasserstände im Mittel nur wenig voneinander ab. In den Jahren 2017 bis 2023 waren die Seewasserstände im Durchschnitt 0,1 m höher als die Grundwasserstände in Messstelle FIG 14. Beim Vergleich der Monatsmittelwerte von Messstelle FIG 14 mit Landesmessstelle WHV019 ergibt sich keine zeitliche Veränderung der Grundwasserstandsdifferenzen.

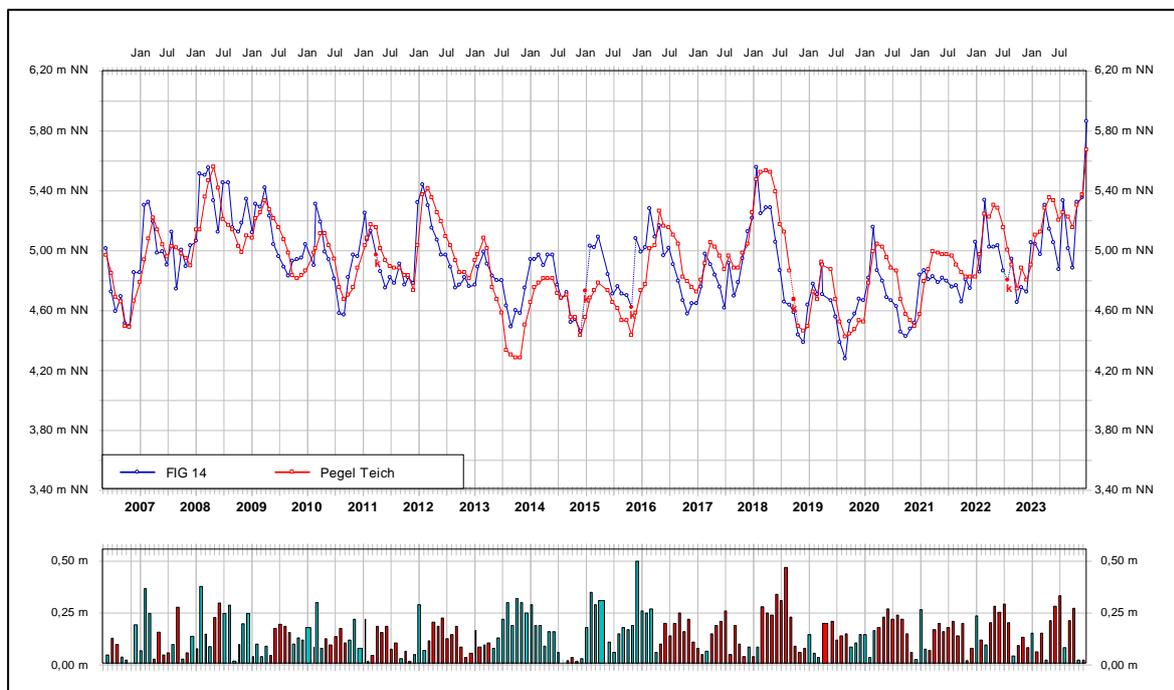


Abb. 12: Ganglinien und Wasserstandsdifferenzen der Messstelle FIG 14 und des Abbaugewässers

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. In Abb. 13 sind exemplarische Ganglinien der Flurabstände von flachen Grundwassermessstellen dargestellt. Hauptsächlich betragen die Flurabstände zwischen 2 und 3 m (s. a. Tab. 6). An der südlichen Anstrommessstelle FIG 4 wurden mit einer Ausnahme Flurabstände >5 m gemessen. An der ufernahen Messstelle M 2F herrschen dagegen die geringsten Flurabstände im durchschnittlichen Bereich von 1,0 bis 1,6 m vor. Flurabstandspläne sind als Anlage 7 beigelegt.

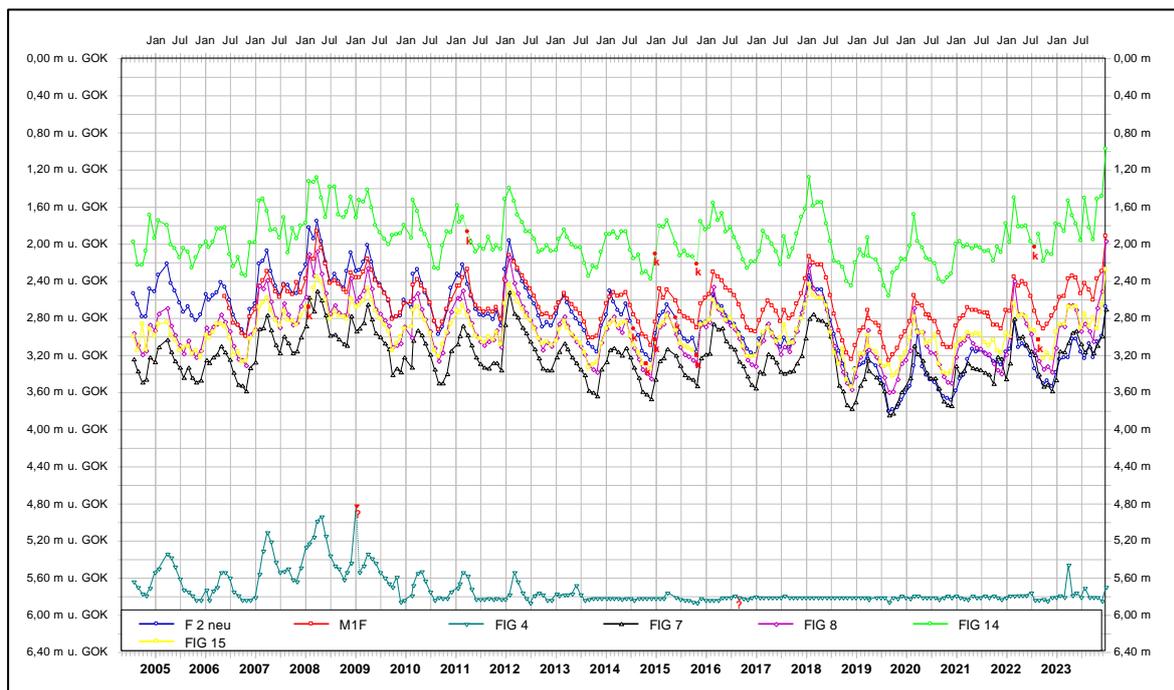


Abb. 13: Ganglinien der Grundwasserflurabstände der Messstellen FIG 4, FIG 7, FIG 8, FIG 14, FIG 15, F 2neu und M 1F

Tab. 6: Grundwasserflurabstände

Messstelle	Minimaler Wert [m u. GOK]	Maximaler Wert [m u. GOK]	Spannweite [m]	Mittelwert [m u. GOK]	Mittlerer Jahresmittelwert [m u. GOK]	Mittlerer minimaler Wert [m u. GOK]	Mittlerer maximaler Wert [m u. GOK]
FIG 4	4,94	5,87	0,93				
F 2 neu	1,76	3,81	2,05	2,84	2,83	2,48	3,13
M 1F	1,87	3,26	1,39	2,65	2,65	2,35	2,92
M 2F	0,43	1,95	1,52	1,34	1,35	1,01	1,63
FIG 7	2,51	3,85	1,34	3,23	3,24	2,94	3,50
FIG 8	1,97	3,60	1,63	2,95	2,95	2,53	3,26
FIG 13	0,13	2,94	2,81	1,58	1,58	0,71	2,34
FIG 14	0,98	2,57	1,59	1,94	1,95	1,59	2,22
FIG 15	2,28	3,55	1,27	2,95	2,95	2,68	3,20

4.4 Grundwasserfließverhältnisse

Für die Betrachtung der Grundwasserfließverhältnisse wird im Folgenden zum einen der Bereich oberhalb von 20 m Tiefe und zum anderen der Bereich unterhalb von 20 m Tiefe betrachtet (s. a. Kap. 3.4 und 4.1). Zur Darstellung der Strömungssituation im Bereich der Abbaustätte wurden Grundwassergleichpläne von unterschiedlichen Grundwasserständen (mittlerer Grundwassertiefstand, mittlerer Grundwasserstand und mittlerer Grundwasserhochstand) erstellt. Andere Gewässer als das Abbaugewässer blieben dabei unberücksichtigt, auch die Brunnen vom Wasserwerk Kleinhorsten wurden nicht betrachtet.

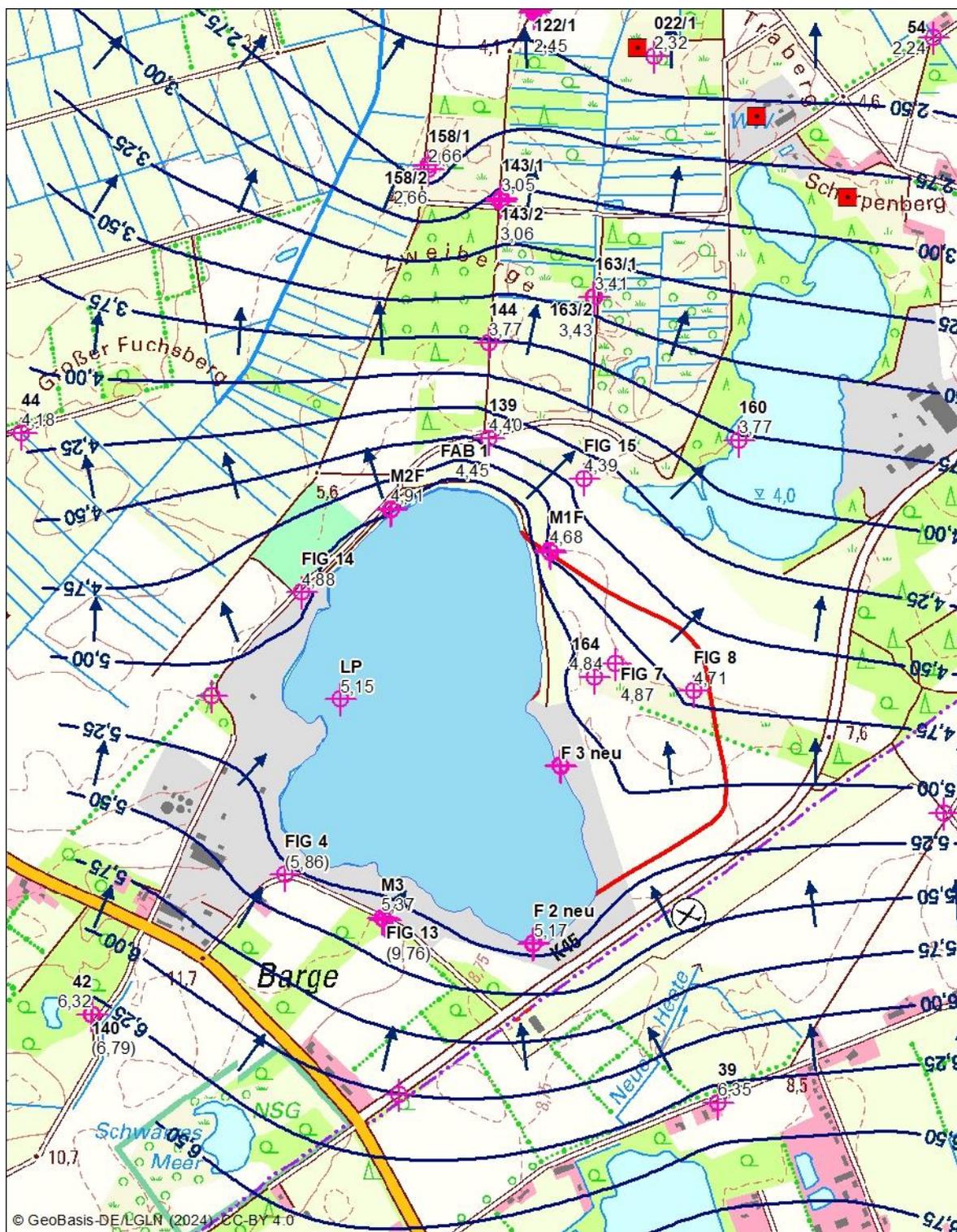


Abb. 14: Grundwassergleichenplan für mittlere Grundwasserstände (Sep./Okt. 2023) in flachen Grundwassermessstellen (<20 m Filtertiefe)

In Abb. 14 ist der Grundwassergleichenplan von einem Stichtag mit nahezu mittleren Grundwasserständen (Sep./Okt. 2023) für den oberflächennahen Grundwasserleiter dargestellt. Das Grundwasser fließt generell in nördliche bis nordnordöstliche Richtung. Das Abbaugewässer fokussiert dabei die Strömung deutlich. Westlich des Abbaus beträgt das

Gefälle rd. 1,5 ‰, östlich rd. 1,7 ‰. Im direkten Anstrom ist das Gefälle mit 2,4 ‰ im Bereich von Messstelle F 2neu steiler und im direkten Abstrom ist ein noch ein stärkeres Gefälle von rd. 5,2 ‰ ausgebildet. Weiter nach Norden flacht das Gefälle wieder etwas ab auf rd. 2,2 ‰.

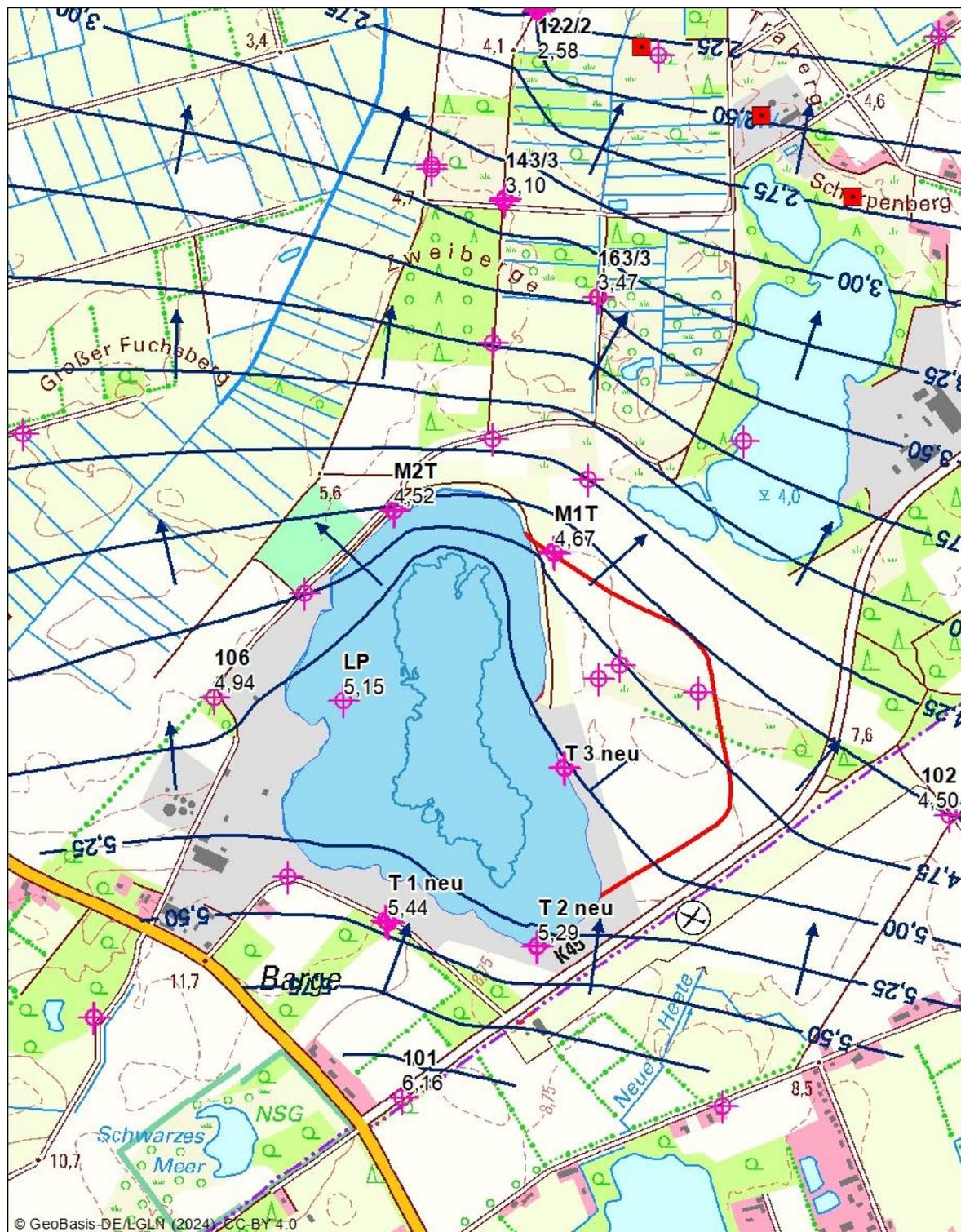


Abb. 15: Grundwassergleichenplan für mittlere Grundwasserstände (Sep./Okt. 2023) in tiefen Grundwassermessstellen (>20 m Filtertiefe)

Für den tieferen Bereich des Grundwasserleiters (>20 m Filtertiefe) ist die Anzahl an Messstellen geringer. Da das Abbaugewässer im zentralen Bereich schon 20 m Wassertiefe erreicht, wird dieser Bereich mitbetrachtet. In Abb. 15 ist der Grundwassergleichenplan für den tieferen Grundwasserleiter (>20 m Tiefe) bei mittleren Grundwasserständen dargestellt.

Auch im Bereich unterhalb von 20 m ist eine nördlich bis nordöstlich gerichtete Grundwasserströmung vorhanden. Das Gefälle ist mit 1,0 bis 1,4 ‰ westlich und östlich des Abbaus flacher als im oberflächennahen Grundwasserleiter. Bei Berücksichtigung des Seebereiches unterhalb von 20 m ergibt sich im Anstrom ein Gefälle von etwa 2,0 ‰. Im Norden ist das Gefälle im direkten Abstrom wieder steiler mit rd. 4,0 ‰ und flacht dann weiter nach Norden auf rd. 1,9 ‰ ab.

In Anlage 6 sind entsprechende Grundwassergleichenpläne für mittlere Grundwasserhoch- und -tiefstände enthalten. Die Strömungsrichtungen unterscheiden sich nur wenig. Gewisse Unterschiede lassen sich darauf zurückführen, dass nicht von allen Messstellen zu jedem Stichtag ein Grundwasserstand vorlag. Da der Wasserstand des Abbaugewässers am Stichtag mit nahezu mittleren Grundwasserstände höher war als der Mittelwert, ist der Gradient im direkten Abstrom an den anderen Stichtagen, an denen der Unterschied zu den jeweiligen Mittelwerten geringer war, flacher und im direkten Anstrom steiler.

Die Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers lässt sich mit Hilfe der hydraulischen Kenngrößen k_f , I und n_0 hinreichend genau berechnen. Der Durchlässigkeitsbeiwert k_f und das entwässerbare Porenvolumen n_0 wurden anhand der Sieblinienauswertung ermittelt.

Nach dem Darcy'schen Gesetz gilt:

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

Mit $k_f = 1,48 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$, $I = 0,0022$ und $n_0 = 0,29$ errechnet sich die Abstandsgeschwindigkeit im weiteren, flachen Abstrom des Abbaugewässers zu $v_n = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, entsprechend 0,097 m/d, bzw. 35 m/a. Für den tieferen Grundwasserabstrom ergeben sich mit dem flacheren Gefälle von $I = 0,0019$ eine Abstandsgeschwindigkeit von $0,97 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, entsprechend 0,084 m/d, bzw. 31 m/a.

4.5 Grundwasserbeschaffenheit

Seit 2005 werden jährlich Grundwasserproben entnommen und auf diverse Parameter untersucht, dabei haben sich sowohl die Untersuchungsstandorte als auch mehrfach der Untersuchungsumfang geändert. Die Messstellen FAB 1, M 1F, M 1T und T 1neu werden seit 2005 untersucht. Bei Messstelle T 3neu konnte aufgrund des Abbaufortschrittes nur bis 2022 untersucht werden. Die Messstellen M 2F, M 2T und M 3 wurden nur von 2005 bis 2011 beprobt. Von 2005 bis 2008 wurde nur auf wenige Hauptionen untersucht. Ab 2009 wurde der Untersuchungsumfang auf die chemischen Basisparameter erweitert. Im Jahr 2012 kamen im Wesentlichen Spurenmetalle und die in der Trinkwasserverordnung gelisteten polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) hinzu. Seit 2018 wird auf die PAK der EPA-Liste untersucht.

Die Messstellen FAB 1, M 1F, M 1T, M 2F und M 2T befinden sich im Abstrom des Abbaugewässers. Die Messstellen M 3 und T 1neu sind dagegen im Grundwasseranstrom positioniert. Messstelle T 3neu stellte zu Beginn des Monitorings eine randliche Anstrommessstelle dar, durch die Erweiterung Richtung Süden gelangte die Messstelle aber zunehmend unter den Einfluss des Abbausees (Abb. 9).

Mit elektrischen Leitfähigkeiten zwischen 97 und 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ist das Grundwasser gering bis mäßig mineralisiert, hauptsächlich wurden elektrische Leitfähigkeiten zwischen 270 und 370 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen. Die pH-Werte variieren insgesamt zwischen 3,18 und 7,6 (Tab. 7). Vornehmlich wurden aber Werte zwischen 3,7 und 5,6 gemessen, das Grundwasser ist entsprechend schwach sauer bis sauer. Abgesehen von einer Messstelle und einem unplausiblen Ausreißer ist das Grundwasser sauerstoffarm bis -frei mit Sauerstoffgehalten zwischen $<0,1$ bis 6,4 mg/l. An einer Messstelle ist das Grundwasser dagegen sauerstoffhaltig mit Konzentrationen zwischen 5,7 und 10,6 mg/l. Der Gehalt an gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) reicht insgesamt von 0,02 bis 6,4 mg/l. Dabei ist eine Messstelle mit etwas höheren Gehalten von 2,2 bis 6,4 mg/l zu verzeichnen, bei den anderen sind die Gehalte hauptsächlich $<3,0$ mg/l.

Die Ionenverteilung weist das Grundwasser als überwiegend sulfatisch/ chloridisches, erdalkalisches Wasser mit höheren Alkaligehalten aus. Bei den Kationen dominiert Calcium vor Natrium und Magnesium. Mitunter sind aber auch signifikante Anteile an Eisen vorhanden. Bei den Anionen hat Sulfat i. d. R. den größten Anteil. Nitrat kommt nur bei 2 Anstrommessstellen in höheren Anteilen vor, dann ist der Sulfatanteil entsprechend geringer. Der Anteil von Chlorid liegt bei rd. 20-30 %.

Bei der Betrachtung der Konzentrationen fallen Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bei den Parametern pH-Wert (Unterschreitung), Mangan, Aluminium, Ammonium, Nickel, Nitrat, Eisen, spektraler Absorptionskoeffizient bei Wellenlänge 436 nm (SAK 436 nm) und Blei auf (Tab. 7). In 207 Proben wurde der untere Grenzwert für den pH-Wert unterschritten, dies trat bei allen beprobten Messstellen auf. Auch bzgl. der Parameter Mangan (85x) und Aluminium (65x) wurden in allen Messstellen Überschreitungen gemessen. Die 59 Überschreitungen bei Eisen wurden in den Messstellen T 3neu, M 1T, T 1neu, M 2F, M 2T und M 3 festgestellt. Nickelkonzentrationen $>0,020$ mg/l wurde in 17 Proben gemessen, dies betraf hauptsächlich Messstelle FAB 1, einige Male auch T 1neu und einmal M 1T. Die 14 erhöhten Ammoniumgehalte wurden hauptsächlich in Messstelle T 3neu festgestellt. Jeweils einmal war dies auch in Messstelle M 1F und M 1T der Fall. Eine erhöhte Färbung (SAK 436 nm) wurden bei insgesamt 9 Proben, die sich auf die Messstellen M 1T und T 3neu verteilen, festgestellt. Eine Überschreitung des Nitratgrenzwertes wurde 5 Mal an Messstelle T 1neu gemessen. Die Überschreitung des Bleiwertes beschränkte sich auf einmal an Messstelle T 3neu.

Aluminium, Eisen und Mangan sind weit verbreitete Metalle, die natürliche Bestandteile von Böden und Gesteinen sind. Bei Aluminium ist die Löslichkeit stark vom pH-Wert abhängig. In stark saurem oder stark alkalischem Milieu sind sehr hohe Konzentrationen möglich (KÖLLE 2010). Bei den vorliegenden Grundwasserproben weisen solche mit pH-Werten zwischen 5 und 6 meist Aluminiumkonzentrationen im Bereich von 0,2 mg/l oder geringer auf. In Proben mit pH-Werte <5 sind die hohen Aluminiumkonzentrationen gemessen worden. Die Löslichkeit von Eisen und Mangan ist vom Redoxverhältnis und dem pH-Wert abhängig. Hohe Eisen- und Mangankonzentrationen sind vor allem im reduzierten Milieu zu finden, eine Mobilisierung ist aber auch bei pH-Werten <5 möglich. Bei den vorliegenden Grundwasserproben wurden höhere Eisenkonzentrationen bei Sauerstoffgehalten <5 mg/l gemessen. Hinsichtlich Mangan wurden vergleichsweise höhere Konzentrationen auch bei Sauerstoffgehalten >5 mg/l gemessen, dann war i. d. R. auch der pH-Wert <5 .

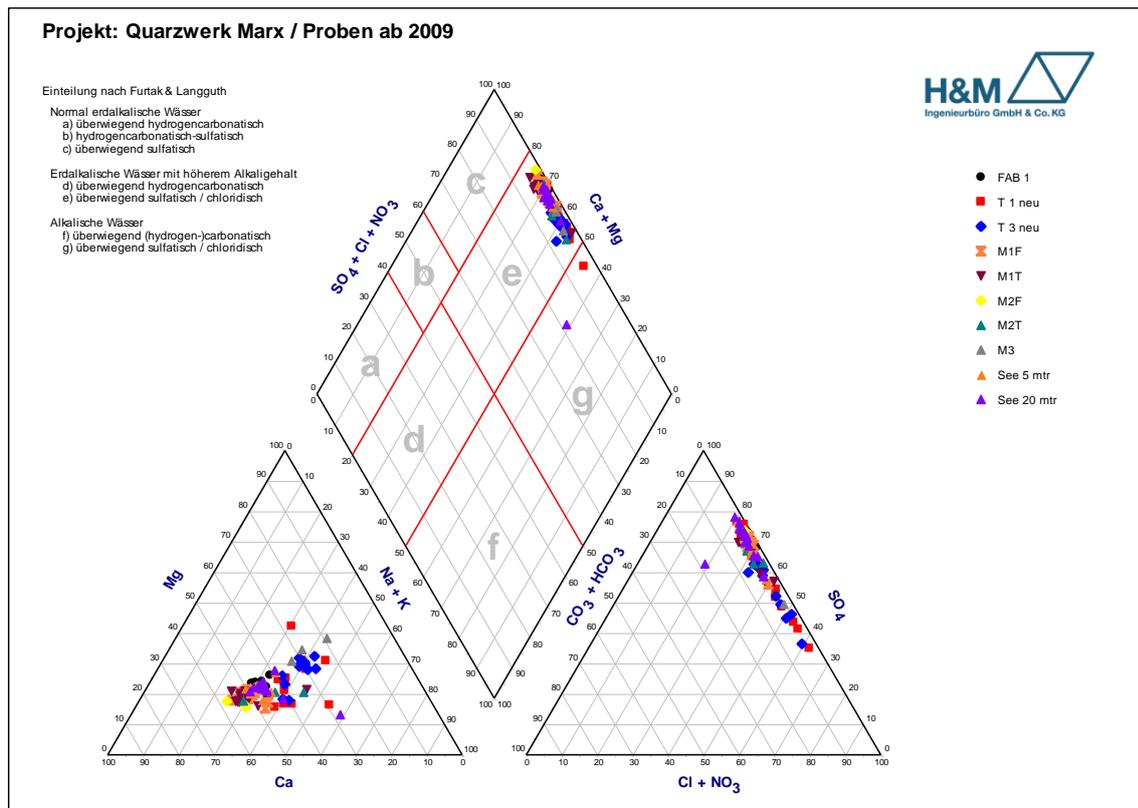


Abb. 16: Ionenverteilung im Piper-Diagramm

Die höheren Nickelkonzentrationen sind hauptsächlich bei Messstelle FAB 1 gemessen worden. Diese Messstelle weist zudem die höchsten Sauerstoffgehalte auf. Gleichzeitig sind an dieser Messstelle auch die Sulfat- und Zinkkonzentrationen hoch. Hier ist eine Mobilisierung durch Oxidation von Eisensulfiden wahrscheinlich.

Tab. 7: Spannweite der Konzentrationen ausgewählter Parameter der Grundwasserproben

Parameter	Einheit	Anzahl	Min	Max	TrinkwV
pH-Wert	ohne	213	3,18	7,6	≥6,5 und ≤9,5
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	214	97	530	2790
Sauerstoff, gelöst	mg/l	163	<0,1	484	
SAK 436 nm, Färbung	1/m	54	<0,1	2,45	0,5
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m	54	1,9	17	
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	77	<0,03	0,2	
Gesamthärte in °dH	°dH	77	2,51	7,5	
DOC	mg/l	77	0,02	6,4	
Calcium (Ca)	mg/l	100	4,7	49	
Magnesium (Mg)	mg/l	100	1	20	
Natrium (Na)	mg/l	77	8,1	23	200
Kalium (K)	mg/l	77	2,4	20	
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	100	<0,005	26	0,2
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	92	0,02	4,6	0,05
Ammonium (NH ₄)	mg/l	77	<0,01	2,4	0,5
Nitrat (NO ₃)	mg/l	100	<0,2	70,3	50
Nitrit (NO ₂)	mg/l	77	<0,003	0,013	0,5
Chlorid (Cl)	mg/l	100	15	89	250

Parameter	Einheit	Anzahl	Min	Max	TrinkwV
Sulfat (SO ₄)	mg/l	100	11	180	250
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	mg/l	77	<3	10	
Fluorid (F)	mg/l	54	<0,02	0,4	1,5
Bor (B)	mg/l	54	<0,01	0,14	1
Phosphor (P), gesamt	mg/l	48	<0,01	0,07	
Phosphat (PO ₄), gesamt	mg/l	29	<0,2	<0,2	
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	54	<0,005	0,014	0,05
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	77	0,12	3	0,2
Arsen (As)	mg/l	54	<0,001	0,009	0,01
Blei (Pb)	mg/l	54	<0,001	0,014	0,01
Cadmium (Cd)	mg/l	54	<0,0003	0,0012	0,003
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	54	<0,0005	<0,01	0,025
Nickel (Ni)	mg/l	54	<0,002	0,084	0,02
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	54	<0,0001	<0,0002	0,001
Zink (Zn)	mg/l	76	0,005	0,19	

Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat) können natürlicherweise z. B. als Abbauprodukten organischer Substanzen im Boden und Grundwasser entstehen. Anthropogene Einträge können durch z. B. Wirtschaftsdünger, Gülleerzeugung in der Massentierhaltung, Verbrennungsvorgänge, häusliche, kommunale und industrielle Abwässer kommen (DVWK 1996). So wurden z. B. in KUNKEL et al. (2004) bei der Auswahl an Messstellen zur Ermittlung einer natürlicher Grundwasserbeschaffenheit diejenigen ausgeschlossen bei denen die Nitratkonzentration >10 mg/l oder die Ammoniumkonzentration >0,5 mg/l oder die Kaliumkonzentration >5 mg/l war. In Messstellen T 3neu mit den Überschreitungen des Ammoniumwertes von 0,5 mg/l wurden zu Beginn des Monitorings Nitratkonzentrationen >10 mg/l gemessen. Messstelle T 1neu mit den Überschreitungen des Grenzwertes von 50 mg/l Nitrat hat mit einer Ausnahme immer Nitratkonzentrationen >10 mg/l. Auch die Kaliumkonzentrationen überschreiten durchgehend 5 mg/l. Höhere Kaliumkonzentrationen sind nahezu durchgehend auch in den Messstellen M 1F, M 1T und FAB 1 gemessen worden. Auch Kalium (>5 mg/l) wird durch Kaliumdünger und u. a. durch Abwässer und Deponien eingetragen.

Der Parameter SAK 436 nm erfasst die Färbung des Wassers. Diese wird durch organische Substanzen verursacht, aber auch Eisen kann das Wasser färben. In Messstellen T 3neu sind die höchsten DOC-Gehalte und oft auch höhere Eisenkonzentrationen gemessen worden. In Messstelle M 1T sind die DOC-Gehalte nicht übermäßig hoch, aber es wurde oft ein höherer Eisengehalt gemessen.

Von den PAK gab es Einzelbefunde von Fluoranthren und Chrysen an Messstelle T 3neu sowie Naphthalin und Chrysen an Messstelle FAB 1.

4.6 Grundwasserüberdeckung

Die grundwasserführenden Sande reichen in der Regel bis an die Erdoberfläche. Lediglich im Süden des Abbaus ist ein Bereich mit einer Überdeckung aus gering durchlässigen Schichten vorhanden. Für den Bereich der Umgestaltungsfläche ist die Mächtigkeit der über dem Grundwasserspiegel lagernden Sande geringer als 5 m.

Aufgrund der geringmächtigen Deckschichten ist dort lediglich mit einer kurzen Verweildauer von eindringenden Stoffen zu rechnen. Stoffminderungsprozesse können nicht stattfinden, so dass von einem hohen Gefährdungspotenzial des Grundwassers auszugehen ist. Das Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung ist daher als gering einzustufen.

4.7 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung im Bereich der Umgestaltungsfläche reicht von 350-400 mm/a bis zu 450-500 mm/a (NIBIS KARTENSERVEN 2024m, Abb. 17). Auch direkt südlich sind vor allem Werte von 350-400 mm/a ausgewiesen. Daran schließt sich ein Bereich mit einer Grundwasserneubildung <200 mm an. Im Anstrombereich des bestehenden Abbaus und der Umgestaltungsfläche beträgt der Mittelwert der Grundwasserneubildung zwischen den Isohyphen 5,50 und 6,25 mNHN (s. Abb. 14) rd. 330 mm/a.

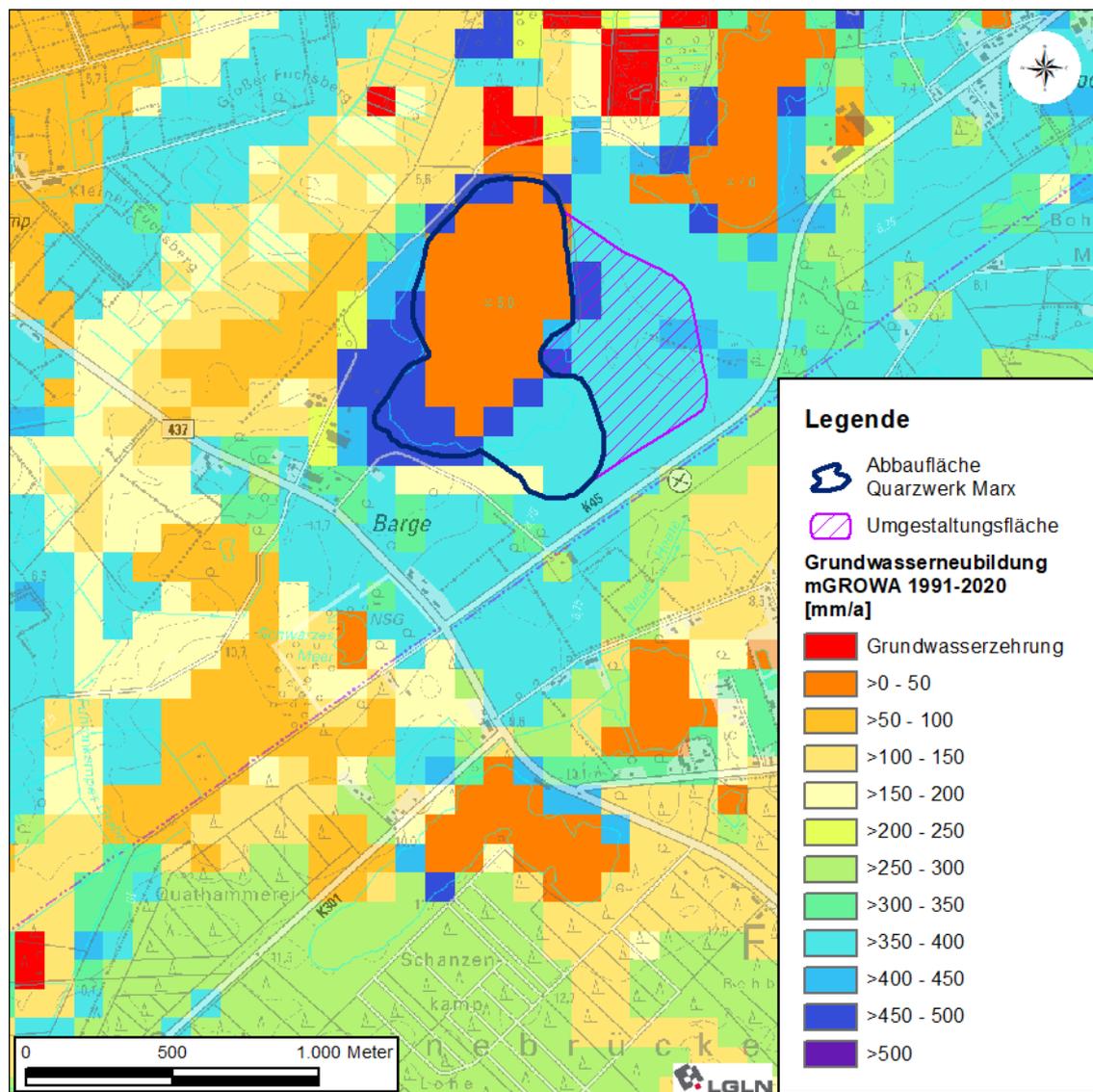


Abb. 17: mittlere jährliche Grundwasserneubildungsrate 1991-2020, Methode mGROWA22 (verändert nach NIBIS KARTENSERVEN 2024m)

5 Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsfeld

5.1 Ermittlung von Ausmaß und Reichweite der abgrabungsbedingten Grundwasserabsenkung und -aufhöhung

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. 18). 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. 18).

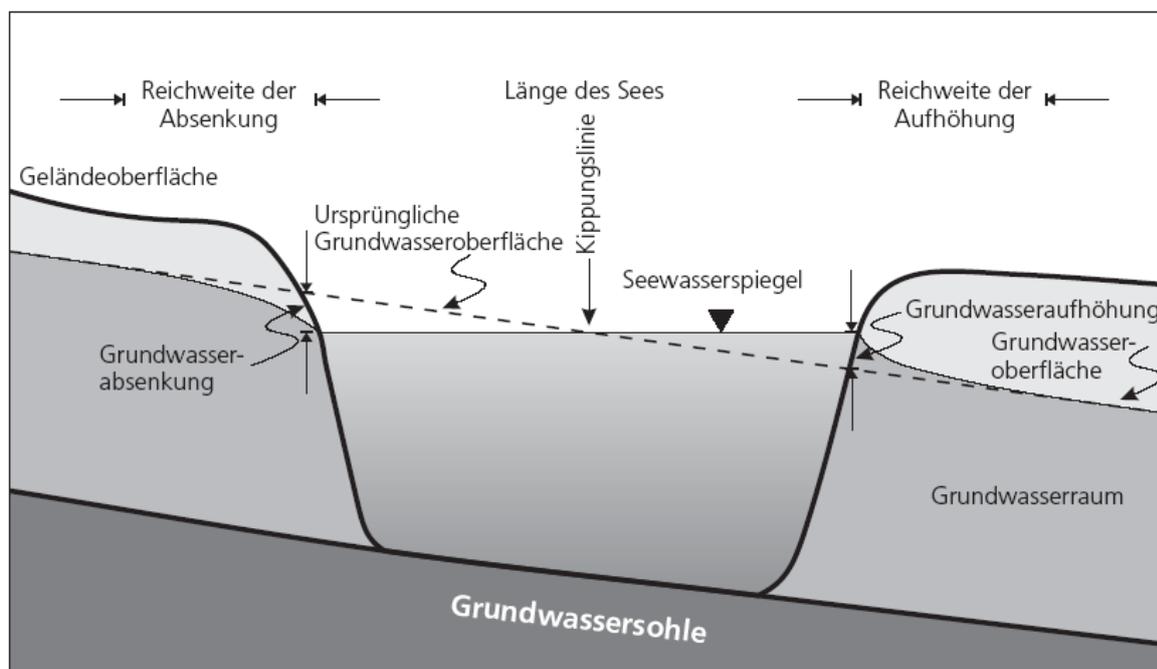


Abb. 18: Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (schematisiert, ECKEL 2007)

Die Umgestaltungsfläche wird östlich an das bestehende Abbaugewässer, nahezu senkrecht zur unbeeinflussten Grundwasserfließrichtung angelegt, so dass sich an der maximalen Längsausdehnung des Abbaugewässers nichts ändern wird. Für den Bereich der Umgestaltungsfläche ergibt sich eine Längsausdehnung in Fließrichtung von rd. 710 m. Bei einem Gefälle von rd. 1,7 ‰ im Osten des Abbaugewässers überspannt diese Fläche somit ein unbeeinflusstes Grundwassergefälle von rd. 1,20 m. Als Absenkungs- bzw. Aufhöhungsbetrag ergibt sich somit 0,60 m. Der mittlere Seespiegel wird sich nicht wesentlich ändern, und bei ca. 5 mNHN 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 aus den Sieblinien abgeleiteten mittleren k_f -Wert von $1,48 \cdot 10^{-4}$ m/s und einer Absenkung H_o von 0,60 m errechnet sich die maximale Absenkungsreichweite R_o nach LÜBBE (1978) zu 73 m und mit einer Seebreite von ca. 300 m am oberstromigen Ufer (Umgestaltungsfläche) nach WROBEL (1980) zu 27 m, wobei nach 12 m bereits 90 % der Absenkung abgeklungen ist. Nach LÜBBE (1978) ist die unterstromige Reichweite des Grundwasseraufstaus geringer als die Reichweite des oberstromigen Aufstaus. Unter der Ansetzung der beiden genannten Reichweitenformeln wird die Absenkung bzw. Aufhöhung der Grundwasserstände nicht über die Flurstücksgrenzen der überplanten Flächen hinausreichen. Die Ansetzung der Extremwerte der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte führt zu geringeren oder höheren Reichweiten.

5.2 Angaben zu veränderter Grundwasserfließrichtung und zum Einzugsgebiet des Baggersees

Die Einzugsgebietsbreite hängt signifikant von der Seeform ab. Langgestreckte Seen (B/L kleiner 1) haben ein relativ breites Einzugsgebiet, d. h. sie fokussieren die Grundwasserströmung deutlich (Abb. 19). Die 2004 planfestgestellte Seeform des Abbausees mit einem Breite-Längenverhältnis von ca. 0,76 führt zu einer Einzugsgebietsbreite von etwa der 2,6-fachen Seebreite (ca. 2 km). Die Erweiterung führt mit einem zukünftigen Breite-Längenverhältnis von ca. 1,08 zu einer Einzugsgebietsbreite von etwa der 2,2-fachen Seebreite (ca. 2,5 km).

Die Einzugsgebietsbreite wird sich demnach um ca. 25 % vergrößern.

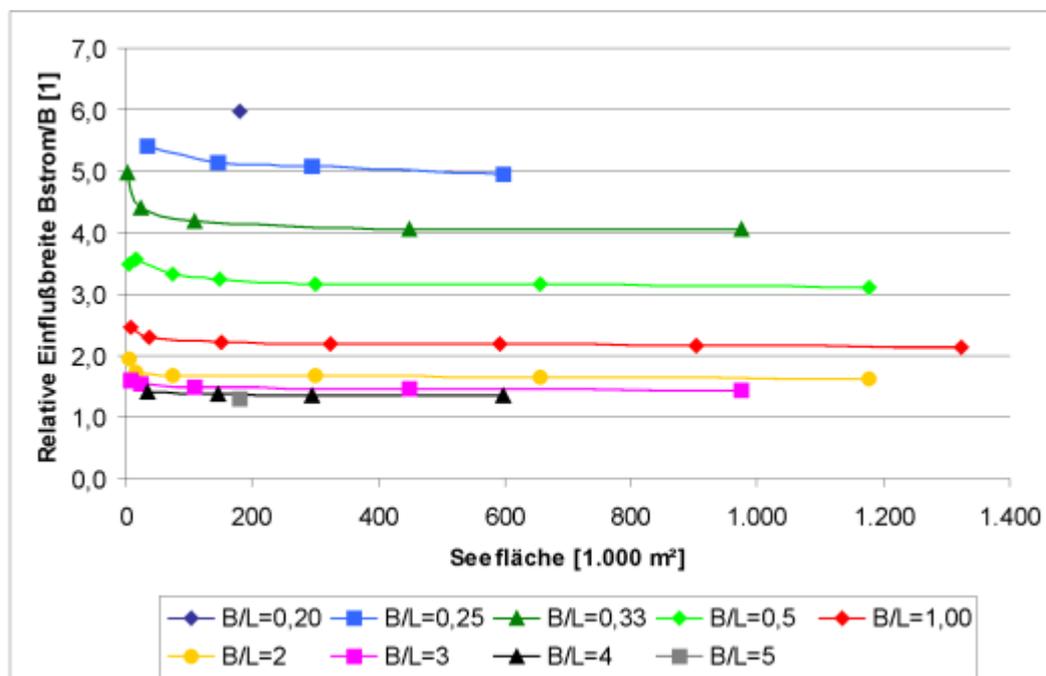


Abb. 19: Einfluss der Seeform auf die Einflussbreite des Baggersees, relative Seetiefe (t/D) = 0,3 (LfU 2004)

Die Abbautiefe wirkt sich hingegen unterproportional auf die Einzugsgebietstiefe aus. Ein Abbaugewässer, das 10 % des Grundwasserleiters ausgeräumt hat, bezieht bereits bei sehr kleinen Seeflächen sein Wasser aus ca. den oberen 30 % des Grundwasserleiters (LfU 2004). Ein Abbaugewässer, das 70 % des Grundwasserleiters ausgeräumt hat, bezieht sein Wasser bereits bei sehr kleinen Seeflächen aus den oberen 90 % des Grundwasserleiters (LfU 2004). Die Einzugsgebietstiefe eines Abbaugewässers nimmt im Bereich kleiner Seeflächen zunächst stark mit der Seefläche zu und nähert sich für große Seeflächen zwangsläufig der Grundwasserleitermächtigkeit (LfU 2004). Eine Vertiefung ist derzeit allerdings nicht geplant.

5.3 Berücksichtigung von vertikalen Strömungskomponenten und ihren Veränderungen

Im Bereich des Abbaus wird eine freie, horizontale Wasseroberfläche erzeugt, die im Anstrom tiefer liegt als der Grundwasserspiegel und im Abstrom höher als dieser. Im Nahbereich des Abbaugewässers kann sich somit im Anstrom ein aufwärtsgerichteter hydraulischer Gradient und im Abstrom ein abwärtsgerichteter Gradient ausbilden.

Bei der ufernahen Messstellengruppe M 2 mit Messstelle M 2F (Filter: 9,9-11,9 m u. GOK) und Messstelle M 2T (Filter: 37,6-37,9 m u. GOK) im Abstrom des Abbaugewässers ist ein abwärts gerichtete Strömung erkennbar. Die Grundwasserstände in der flachen Messstelle sind höher als in der tiefen Messstelle (Abb. 20), der Grundwasserstandunterschied nahm von rd. 0,25 m in den Jahren 2006-2008 auf rd. 0,40 m in den Jahren 2022-2023 zu. Bei der rd. 50 m vom Ufer entfernt liegenden Messstellengruppe M 1 wurde nur bei vereinzelt Messungen ein Grundwasserstandunterschied gemessen.

Bei der Messstellengruppe im Anstrom, bestehend aus den Messstellen F 2neu (Filter: 3,7-5,7 m u. GOK) und T 2neu (Filter: 33-35 m u. GOK), war zu Beginn des Monitorings kein

signifikanter Grundwasserstandunterschied vorhanden (Abb. 20). Mit Fortschreiten des Abbaus in südliche Richtung (Abb. 9) bildete sich jedoch ein geringer vertikaler hydraulischer Gradient aus. Seit etwa 2019 ist der Grundwasserstand in der tiefen Messstelle T 2neu um rd. 0,1 m höher als in der flachen Messstelle F 2neu. Für das Jahr 2021 und den Beginn des Jahres 2022 ist in Abb. 20 erkennbar, dass der Grundwasserstand in Messstelle F 2neu höher ist als in Messstelle T 2neu. Messstelle F 2neu wurde irgendwann zwischen den Jahren 2016 und 2022, in denen die Rohroberkante höhenmäßig überprüft wurden, angefahren und beschädigt, was durch den Abbaustättenbetreiber zeitlich nicht eingegrenzt werden kann. Wenn die 2022 gemessene Messpunkthöhe schon für das Jahr 2021 angesetzt wird, dann ergibt sich wieder ein tieferer Grundwasserstand als in der Messstelle T 2neu.

Auch in Ufernähe der Umgestaltungsfläche ist die Ausbildung einer aufwärtsgerichteten Strömung im Anstrom und einer abwärtsgerichteten Strömung im Abstrom zu erwarten.

Weiter nördlich zeigen die Grundwasserstandmessungen an z. B. den Messstellengruppen 143 und 163, dass in den jeweils tiefsten Filterlagen (25-28 m u. GOK bzw. 24-28 m u. GOK) die Wasserstände wenige Zentimeter höher als in den flachen Filtern sind (3-7 und 7-11 m u. GOK bzw. 4-8 und 8-12 m u. GOK). Dort ist wieder ein schwacher Vertikalfluss nach oben ausgebildet, wie in Entlastungsgebieten. Dies passt zu den zahlreichen Gräben im Umfeld.

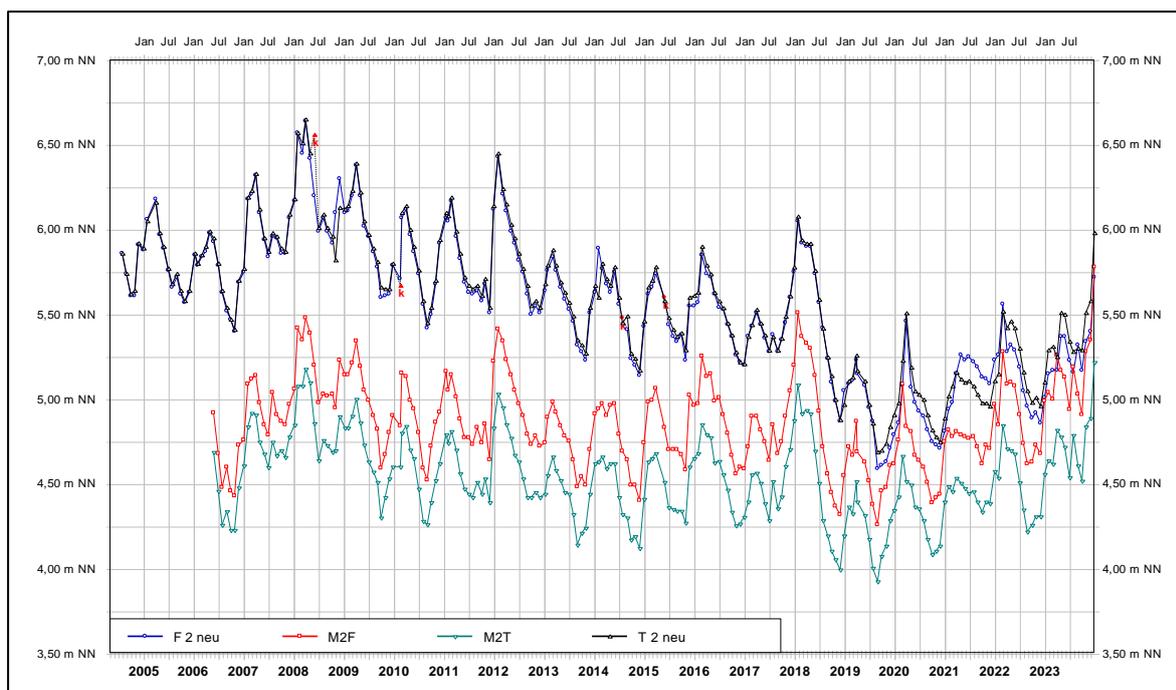


Abb. 20: Ganglinien zu Grundwasserstandunterschieden an den Messstellengruppen F 2neu/T 2neu und M 2

5.4 Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen

Der unterstromige Grundwasseraufstau im Bereich einer Nassabgrabung kann grundsätzlich zu einer Vernässung der anliegenden Flächen führen, ebenso wie die oberstromige Absenkung eine Trockenlegung von Flächen zur Folge haben kann. Im vorliegenden Fall ist eine landwirtschaftlich genutzte Fläche betroffen, die zukünftig im Norden als extensiv genutztes Dauergrünland und im Süden als Sukzessions-/Brachfläche auf ackerbaulichen Bereichen fungiert.

Im Bereich des zu erwartenden Grundwasseraufstaus nördlich der Umgestaltungsfläche treten mittlere Grundwasserhochstände von rd. 2,4 m unter Gelände (Anlage 7) auf. Eine Verringerung der Flurabstände auf bis zu 1,8 m unter Gelände wird keine Vernässung der Fläche hervorrufen.

Im Bereich der zu erwartenden Grundwasserabsenkung südlich der Umgestaltungsfläche treten mittlere Grundwassertiefstände von rd. 3,0 bis 3,4 m unter Gelände und mittlere Grundwasserhochstände von rd. 2,2 bis 2,6 m unter Gelände auf. Hier ist davon auszugehen, dass Pflanzen ihre Wasserversorgung ohnehin nur aus der wasserungesättigten Zone tätigen. Ein Absinken des Grundwasserstandes würde somit keine nachteiligen Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum haben.

Der Vergrößerung der Einzugsgebietsbreite wird zu einem größeren Einzugsgebiets führen und auch der Abstrom gelangt in ein flächenmäßig größeres Gebiet. Dies kann Auswirkungen auf die Gewässergüte des Abbaugewässers und die Grundwasserbeschaffenheit im neu erschlossenen Grundwasserabstrom haben.

5.5 Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen

Grundwasserstandsänderungen durch die Freilegung des Grundwassers sind nicht vermeidbar. Durch die Umgestaltung des Abbaugewässers mit einer Verlängerung der Achse quer zur Grundwasserfließrichtung werden allerdings die Grundwasserstandsänderungen nicht vergrößert. Im Gegensatz dazu würde die Ausschöpfung der genehmigten Abbauflächen der Baustoffwerke Horsten zu einer Vergrößerung des Sees mit der Achse in Fließrichtung führen. Dabei entstünde ein See mit einem Breite-Längenverhältnis von ca. 0,5 und damit einer Einzugsgebietsbreite von fast der 3,2-fachen Seebreite. Auch die Aufhöhungs- und Absenkungsbeträge des Grundwasserstandes wären höher.

6 Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt

6.1 Grundwasserneubildungsrate

Die Wasserbilanz wird in längeren Betrachtungszeiträumen von Niederschlag, Verdunstung und Abfluss bestimmt. Bei der Freilegung des Grundwassers ist von einer Mehrverdunstung auszugehen. Dabei hängt die Verdunstungsrate eines Baggersees im Wesentlichen von der Luftfeuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit und der Temperatur ab, wobei sich letztere besonders hinsichtlich der Temperaturdifferenz zwischen Luft und Wasser auswirkt. Die Windzugänglichkeit infolge Gelände relief, Uferbewuchs und Bebauung ist eine wesentliche lokale Einflussgröße.

Die Verdunstungsrate ist aber auch stark durch seegestaltende Maßnahmen, insbesondere Größe und Form der Seeoberfläche, zu beeinflussen.

LÜBBE (1978) gibt für die Norddeutsche Tiefebene bei 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.

Eine Mehrverdunstung von bis zu 150 mm/a reduziert den Überschuss der klimatischen Wasserbilanz von derzeit ca. 229 mm/a (Kap.3.2) auf bis zu 79 mm/a. Im Sommer wird das Defizit verstärkt und im Winter der Überschuss reduziert. Auf die Umgestaltungsfläche von rd. 280.000 m² bezogen ergibt die Mehrverdunstung von 150 mm eine Wassermenge von rd. 42.000 m³. Diese Wassermenge steht nach Erweiterung des Abbaugewässers dem Abfluss und damit auch der Grundwasserneubildung nicht mehr zur Verfügung. Es verbleibt nur noch eine Menge von 22.120 m³ für die Grundwasserneubildung.

Während des Abbaubetriebes wirkt die Sandentnahme zudem wie eine Wasserentnahme. Das ursprünglich vom Korngerüst eingenommene Volumen muss durch nachfließendes Wasser ersetzt werden. Als maximale jährliche Sandfördermenge veranschlagt das Unternehmen einen Abbau von rd. 400.000 t fester Masse. Unter Ansetzung einer Schüttdichte von 1,5 kg/m³ ergeben sich daraus rd. 267.000 m³. Abzüglich des (nutzbaren) Porenvolumens von rd. 29 % resultiert eine grundwasserwirksame Volumenentnahme von jährlich ca. 189.570 m³. Dieses Volumendefizit muss durch zuströmendes Grundwasser ersetzt werden.

6.2 Grundwasserentnahmen

Der Wasserbedarf für die Sandförderung mittels Saugbagger sowie für Aufbereitungsprozesse wird über eine Entnahme aus dem bestehenden Abbaugewässer gedeckt. Der überwiegende Teil des Prozesswassers wird im Kreislauf (Entnahme aus Abbaugewässer → Benutzung im Gewinnungsgerät und der Aufbereitung → Rückleitung in das Abbaugewässer über Absetzbecken) geführt. Die Verluste aus Verdunstung und Restfeuchte der Endprodukte werden zu 10 % der Durchsatzleistung der Aufbereitungsanlage eingeschätzt. Die Förderleistung des Saugbaggers beträgt, je nach Entfernung zur Aufbereitungsanlage und Materialeigenschaft, ca. 550-600 m³/h. Die Dichte des Feststoff-/Wassergemisches beträgt ca. 30 % Material und ca. 70 % Wasser. Mit den rd. 267.000 m³ Sand werden somit noch rd. 623.000 m³ Wasser gefördert.

6.3 Grundwasserverluste

Ein Anschluss des Sees an oberirdische Gewässer ist nicht geplant, so dass diesbezüglich keine Grundwasserverluste zu erwarten sind. Auch ein Überlaufen des Sees ist aufgrund der Flurabstände nicht zu besorgen.

6.4 Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen

Einem Abbaugewässer mit einer Breite in Grundwasserfließrichtung von rd. 1.130 m, einer Grundwassermächtigkeit von 35 m (konservativer Ansatz), einem durchschnittlichen Gefälle von ca. 1,5 ‰ bei mittleren Grundwasserständen (Kap. 4.4) und einem k_f -Wert von $1,48 \cdot 10^{-4}$ m/s (Kap. 4.1) fließen pro Jahr rd. 277.000 m³ Grundwasser zu. Bei Berücksichtigung der Einzugsgebietsbreite von 2,5 km (Kap. 5.2) erhöht sich der Grundwasserzufluss auf rd. 612.600 m³/a. Die grundwasserwirksame Volumenentnahme von 267.000 m³ und der Verdunstungsverlust von rd. 62.300 m³ kann demnach durch den Zufluss gedeckt werden.

7 Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit

7.1 Hydrochemische Veränderungen

7.1.1 Allgemeine Angaben

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).

Durch die Einmischung von Grundwasser in einen Baggersee kommt es während der Seepassage in Abhängigkeit von der Trophie des Gewässers zu unterschiedlichen, an den Seemetabolismus gebundenen Be- und Entlastungseffekten für den See selbst und – bei einer Infiltration des Seewassers in den Untergrund – auch für den abstromigen Grundwasserleiter. Die Gewässer können durch ihre hohe Sedimentationsleistung und das erhöhte Speichervermögen, das infolge der Verdünnung und längeren Verweildauer des Wassers bessere Abbaubedingungen ermöglicht, sehr effektive Nähr- und Schadstoffsinken darstellen (LFU 1999). Bei einem oligo- bis mesotrophen Baggersee ist mit einer Retention von Stickstoff, Schwermetallen und organischen Schadstoffen zu rechnen. Auch in einem stark eutrophierten Baggersee mit sulfidischem Hypolimnion findet ein intensiver Abbau von Nitrat und organischen Schadstoffen statt.

Die Seesedimente besitzen eine besondere Funktion als Schadstoffsinke, unter ungünstigen Bedingungen jedoch auch als Schadstoffquelle (s. u.). So besitzt beispielsweise die Detritusakkumulation ein hohes Sorptionsvermögen für organische Schadstoffe. Gleichwohl stellt auch bei gering belasteten und nährstoffarmen Grundwasserseen der Infiltrationsbereich in das Grundwasser durchaus eine kritische Zone hinsichtlich einer Sauerstoffabnahme und der Entstehung eines reduzierenden Milieus dar. I. a. kann hier eine deutliche Sauerstoffzehrung im Vergleich zu den O₂-Gehalten des Freiwassers festgestellt werden.

Dabei scheinen flache Uferbereiche am Übertrittsbereich, die eine vermehrte Ansammlung von sauerstoffzehrendem organischen Material (Detritus) begünstigen, diesen Effekt zu verstärken. Der Sauerstoffgehalt gleicht sich nach Durchtritt durch die kritische Einströmzone jedoch relativ rasch wieder den oberstromigen Verhältnissen an. Die Reichweite dieses Einflusses im Grundwasserabstrom wird in Abhängigkeit von den jeweiligen standörtlichen Verhältnissen mit 40 bis 500 m angegeben. Die Sauerstoffzehrung im seenahen Bereich hat somit keine großräumigen Auswirkungen (BLFW 1995).

Ein Gefahrenpotential ergibt sich primär dann, wenn durch eine Verschlechterung der Wasserqualität im Gewässer Milieubedingungen entstehen, die zu einer Remobilisierung der zuvor akkumulierten und damit dem Grundwasser entzogenen Nähr- und Schadstoffe führen. Zum Beispiel kann dies insbesondere bei stark belasteten Baggerseen im Rahmen der

Reoxidation schwermetallreicher Sedimente zu einer Freisetzung von Schwermetallen führen, die dann in das abstromige Grundwasser infiltrieren können (BGL 1997).

Dagegen können güteoptimierte und stabilisierte Baggerseen mit ihrer hohen Sedimentationsleistung und guten Wasserqualität gegenüber einem belasteten Grundwasser, das den See durchströmt, erwiesenermaßen eine Reinigungsfunktion ausüben.

Daher trägt die Gewährleistung einer langfristig stabilen Gewässergüte eines Baggersees wesentlich zu einem umfassenden Grundwasserschutz bei. Unter der Voraussetzung, dass verschiedene, insbesondere auch die Gewässergüte sichernde Auflagen (z. B. bezüglich Folgenutzung, Gestaltung), erfüllt werden, hat das Vorhandensein eines Baggersees nur geringfügige Auswirkungen auf das Grundwasser (BLFW 1995). So wurden z. B. die komplexen Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und dem Grundwasser im Rahmen der sogenannten KaBa-Studie 'Konfliktarme Baggerseen' (LFU 2003) anhand von Langzeituntersuchungen an mehr als 100 Baggerseen intensiv untersucht. Ziel der Untersuchungen war, die Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit bei der Baggerseepassage qualitativ und quantitativ zu erfassen und die wichtigsten Einflussfaktoren zu ermitteln.

Die ausgewählten Baggerseen und das Grundwasser oberstromig und unterstromig der Seen wurden mit hydrogeologischen, isopenhydrologischen und hydrochemischen Methoden untersucht. In Bezug auf die untersuchten hydrochemischen Parameter (T, LF, O₂, pH-Wert, Gesamthärte, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, NH₄, Cl, SO₄, HCO₃, NO₃, H₂SiO₃, P, Pb, Al, Cr, ²H, ¹⁸O) zeigen die Ergebnisse, trotz der unterschiedlichen Trophiezustände der untersuchten Baggerseen, keine nachhaltigen negativen Auswirkungen der Seen auf das unterstromige Grundwasser. Auswirkungen auf die Temperatur und die Sauerstoff-Konzentrationen des Grundwassers sind auf den direkten Nahbereich beschränkt.

Weiterreichende Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit infolge der Baggerseepassage sind eine Teilenthärtung, bei oxidierenden Grundwasserverhältnissen die Verringerung der Nitrat-Konzentrationen, in geringerem Umfang der Sulfat-Konzentrationen, sowie bei reduzierenden Grundwasserverhältnissen ein Rückgang der Eisen- und Mangan-Konzentrationen. Insofern wirken Baggerseen i. d. R. als effektive Stoffsenken, die zu einer Verbesserung der Grundwasserqualität führen.

Insgesamt zeigen die durchgeführten Untersuchungen im Grundwasser unterstromig der Baggerseen für einzelne Parameter Veränderungen, die aufgrund der geringen Reichweite der Beeinflussung nicht als nachteilig zu beurteilen sind. Einzelne Parameterveränderungen können hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit sogar positiv beurteilt werden (vergl. LGRB 2001). Aus den Ausführungen wird deutlich, dass der langfristigen und dauerhaften Sicherung einer guten, möglichst nährstoffarmen Wasserqualität, die nicht zuletzt auch im Zusammenhang mit der Biotopfunktion des Gewässers eine besondere Rolle spielt, eine herausragende Bedeutung hinsichtlich des Grundwasserschutzes zukommt.

7.1.2 Ergebnisse des laufenden Monitorings

Im Abbaugewässer werden seit 2005 jährlich, parallel zur Grundwasserprobenahme, aus 5 und 20 m Wassertiefe Proben entnommen und auf die in Kap. 4.5 beschriebenen Parameter untersucht. Das Wasser ist mit elektrischen Leitfähigkeiten zwischen 320 und 420 µS/cm gering bis mäßig mineralisiert, mit pH-Werten zwischen 3,0 und 4,4 (einmal 5,6 bzw. 5,7) stark sauer und mit Sauerstoffgehalten zwischen 5,1 und 13 mg/l sauerstoffhaltig. Die Ionenverteilung kennzeichnet das Abbaugewässer – mit einer Ausnahme – als überwiegend sulfatisch/ chloridisch erdalkalisches Wasser mit höheren Alkaligehalten (Abb. 16). Bei den Kationen dominiert Calcium vor Natrium und Magnesium. Bei den Anionen hat Sulfat den größten Anteil, gefolgt von Chlorid mit großem Abstand.

Bei der Betrachtung der Konzentrationen fallen ebenfalls Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bei den Parametern pH-Wert (Unterschreitung), Mangan, Aluminium, Nickel und Eisen auf (Tab. 8). Dies ist bei nahezu allen Proben der Fall. Im Gegensatz zu den Grundwasserproben sind die Stickstoffparameter unauffällig, wenngleich auch im Seewasser durchgehend höhere Kaliumkonzentrationen gemessen wurden.

Tab. 8: Spannweite der Konzentrationen ausgewählter Parameter der Seewasserproben

Parameter	Einheit	Anzahl	Min	Max	TrinkwV
pH-Wert	ohne	35	2,97	5,7	≥6,5 und ≤9,5
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	34	320	420	2790
Sauerstoff, gelöst	mg/l	25	5,1	13	
SAK 436 nm, Färbung	1/m	24	<0,1	0,2	0,5
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m	24	<0,1	1,4	
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	30	<0,049	0,839	
Gesamthärte in °dH	°dH	12	5	6,2	
DOC	mg/l	30	<0,5	1,9	
Calcium (Ca)	mg/l	36	19	35	
Magnesium (Mg)	mg/l	36	6,9	8,2	
Natrium (Na)	mg/l	30	12	54	200
Kalium (K)	mg/l	30	7,8	12	
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	36	0,12	1,4	0,2
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	34	0,32	0,9	0,05
Ammonium (NH ₄)	mg/l	30	<0,01	0,39	0,5
Nitrat (NO ₃)	mg/l	36	1,1	10,9	50
Nitrit (NO ₂)	mg/l	30	<0,003	0,03	0,5
Chlorid (Cl)	mg/l	36	26	39	250
Sulfat (SO ₄)	mg/l	36	75	180	250
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	mg/l	30	<3	51,2	
Fluorid (F)	mg/l	24	0,07	0,4	1,5
Bor (B)	mg/l	24	<0,01	0,07	1
Phosphor (P), gesamt	mg/l	17	<0,01	0,05	
Phosphat (PO ₄), gesamt	mg/l	12	<0,2	<0,2	
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	24	<0,005	<0,01	0,05
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	30	0,41	2,8	0,2
Arsen (As)	mg/l	24	<0,001	0,002	0,01
Blei (Pb)	mg/l	24	<0,001	0,006	0,01
Cadmium (Cd)	mg/l	24	<0,0005	0,003	0,003
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	24	<0,0005	<0,01	0,025
Nickel (Ni)	mg/l	24	0,061	0,14	0,02
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	24	<0,0001	<0,0002	0,001
Zink (Zn)	mg/l	30	0,04	0,33	

Bei den seit 2005 untersuchten Parametern pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Calcium, Chlorid, Eisen, Magnesium, Mangan, Nitrat und Sulfat ist ein signifikanter Trend nur für Nitrat und Mangan zu verzeichnen. Die Nitrat-Konzentrationen sanken über die Jahre von anfänglich rd. 10 mg/l auf 1,1 bis 1,4 mg/l in den letzten beiden Untersuchungen ab. Bei Mangan sanken die Konzentrationen von rd. 0,8 auf 0,32 bis 0,36 mg/l ab. Von den seit 2009 untersuchten Parametern ist bei Kalium ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Ein stärkerer Anstieg trat bei Aluminium auf. Hier stiegen die Konzentrationen von rd. 1,05 mg/l auf rd. 2,25 mg/l an. Bei

den ab 2012 untersuchten Parametern ist ein Rückgang der Nickel-Konzentrationen zu verzeichnen. Im Jahr 2012 wurden 130-140 µg/l und im Jahr 2023 61-63 µg/l gemessen. Aber auch letztere Konzentrationen verbleiben noch hoch.

Mehrere Befunde gab es bzgl. der Spurenmetalle bei Blei (2-6 µg/l) und Cadmium (0,9-3 µg/l). Zink wurde seit 2009 – ohne Trend – fast durchgehend in Konzentrationen zwischen 4-330 µg/l nachgewiesen.

Die Ammonium-Konzentration ist in der tiefen Probe meist höher als in der oberflächennäheren Probe, verbleibt aber gering.

PAK waren in einem Jahr mit Chrysen und in einem anderen Jahr mit Naphthalin nachweisbar.

Auffällige Veränderungen sind bei der zu Beginn des Monitorings noch im randlichen Grundwasseranstrom des Abbaugewässers gelegenen Messstelle T 3neu zu beobachten. Bei den seit 2005 untersuchten Parametern kann für Eisen, Magnesium, Sulfat und den pH-Wert ein Trend zu steigenden Werten ausgemacht werden. Die Nitratkonzentration ist dagegen rückläufig. In den letzten Untersuchungen war Nitrat nicht mehr nachweisbar und die Sulfatkonzentration ist nur noch etwas geringer als im Abbaugewässer gewesen. Wie auch schon die Änderungen der Grundwasserstände setzten die Änderungen der Konzentrationen etwa im Bereich der Jahre 2012/2013 ein als der Abbau in die Nähe der Messstelle vorgedrungen ist. Im Vergleich zum Seewasser ist aber z. B. der pH-Wert höher, die Aluminium- und Kaliumkonzentrationen sind geringer. Auch in den 3 untersuchten Abstrommessstellen gab es einige Änderungen bei den Konzentrationen. Wie auch im Abbaugewässer sind die Nitratkonzentrationen leicht rückläufig und die Kaliumkonzentrationen leicht gestiegen. In der flachen Abstrommessstelle M 1F hat sich die Aluminiumkonzentration dagegen nicht wesentlich geändert, in der tiefen Messstelle M 1T ist sie sogar gesunken, wobei anzumerken ist, dass zuletzt auch pH-Werte >5 gemessen wurden. In der rd. 135 m vom Abbau entfernten Messstelle FAB 1 ist die Aluminiumkonzentration gestiegen. In der flachen Messstelle M 1F sind die Eisen- und Mangankonzentrationen abgesunken. Bei Messstelle FAB 1 ist dies nur für Mangan der Fall, die Eisenkonzentrationen sind ohnehin gering. Hinsichtlich der Schwermetalle sind bei den Messstellen M 1F und M 1T die Zinkkonzentrationen gesunken, in Messstelle FAB 1 sind sie gestiegen.

7.2 Hydrochemische Schichtung im Grundwasser

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.

Grundlegenden Einfluss auf die Durchmischungsfähigkeit eines Sees hat die morphologische Ausformung des Seebeckens. Diese wird z. B. durch einen glatten, gleichmäßigen Verlauf der Uferlinien unterhalb des mittleren Wasserspiegels und eine kompakte Form des Sees begünstigt. Dagegen können ungünstige Flächen-Tiefen-Relationen, unebene Seeböden, insbesondere kleinräumig abwechselnde Vertiefungen und Erhebungen sowie die Anlage von Inseln den Wasseraustausch behindern und damit meromiktische Verhältnisse begünstigen.

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).

Für den bestehenden Abbau mit einer genehmigten Nassabbaufäche von rd. 53 ha und einer maximalen Wassertiefe von 30 m ergibt sich ein Verhältnis von 1,11 und damit eine geringe Meromixisgefahr.

Im Abbaugewässer werden seit 2005 jährlich im Juni (Sommerstagnation) aus 5 und 20 m Wassertiefe Proben entnommen und u. a. die Wassertemperatur, der Sauerstoffgehalt, der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit gemessen. Die im Rahmen der bisherigen Beweissicherung durchgeführten Untersuchungen ergaben bei der Probe aus 20 m Tiefe oft eine niedrigere Wassertemperatur. Die Sauerstoffgehalte variierten in den Proben aus 5 m Tiefe zwischen 5,1 und 12 mg/l zu den Proben aus 20 m Tiefe bestehen kaum Unterschiede, die Gehalte lagen zwischen 5,2 und 13 mg/l. Auch die pH-Werte und elektrischen Leitfähigkeiten unterschieden sich kaum.

In DWA (2017) wird eine morphologisch bedingte Durchmischungstiefe gemäß der 4. Wurzel der Gewässeroberfläche angegeben. Die Wasserfläche des Abbaugewässers wird sich durch die Umgestaltung auf 800.078 m² erhöhen. In diesem Fall wird die morphologisch bedingte Durchmischungstiefe

$$\sqrt[4]{800.078} = 29,91 \text{ m betragen.}$$

Bei Beibehaltung der Wassertiefe von 30 m ergibt sich ein Verhältnis von 1,00 für die größte Tiefe zur Oberfläche. Nach diesen Faustformeln können meromiktische Verhältnisse nahezu ausgeschlossen werden.

7.3 Altlasten

Im NIBIS KARTENSERVEN (2024n) ist für den Bereich der Abbaustätte eine Rüstungsaltpast ausgewiesen, die Angaben dazu sind in Tab. 9 aufgeführt.

Tab. 9: Angaben zur Rüstungsaltpast aus NIBIS KARTENSERVEN (2024n)

Standort:	Flugplatz Marx mit Luftwaffendepot Fuhrenkamp
Belastung:	Rüstungsaltpastspezifische Rückstände, Grundwasserbelastungen
Branche:	Flugplatz mit Luftwaffendepot
historische Nutzung (1):	1914-18: Luftschiffhafen 1918-37: Landwirtschaftliche Nutzung 1938-45: Einsatz-Flugplatz mit Luftwaffendepot Ab 1945: Munitionsversenkung vor Ort und im Lengener Meer, Demilitarisierung
	1946-51: Massive Munitionsvernichtung auf Sprengplätzen
historische Nutzung (2):	Ab 1996: Teilräumung
heutige Nutzung:	Zivile Nutzung
Bearbeitungsstand:	
letzte Aktualisierung:	31.07.1997

Der Einsatzflughafen Marx bestand u. a. aus 3, rd. 1300-1500 m langen Startbahnen, die in Form eines großen „A“ angeordnet waren (IMS 1996). Nordöstlich und südlich existierten leiterartige Rollbahngruppen. Diese Start- und Rollbahnen wurden zwar nach dem Krieg gesprengt, der östliche Teil des „A“ und Teile der nordöstlichen Rollbahngruppe sind aber auch heute noch im Boden abgebildet (Abb. 22). Die Umgestaltungsfläche umfasst einen Großteil der noch erkennbaren Bereiche der Start- und Landebahnen, die nordöstliche Rollbahngruppe wird randlich berührt.

Aufgrund einer Bombardierung am 21.03.1945 wird der Bereich der Start- und Landebahnen in IMS (1996) fast wie ein Sprengplatz eingeordnet, mit den potenziellen Schadstoffen Sprengstoff, Treibladungen, Verbrennungsprodukte, Schwermetalle.

Im Rahmen der Beweissicherung werden an mehreren Grundwassermessstellen sowie dem Seewasser in 2 Tiefen neben den zuvor beschriebenen Wassergüteuntersuchungen jährliche Untersuchungen im Hinblick auf sprengstofftypische Verbindungen (STV) durchgeführt. An einer Messstelle (M1T) wurden aufgrund positiver Befunde bei Hexogen von 2013 bis Frühjahr 2019 vierteljährliche Messungen durchgeführt.

Die Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze an Messstelle M1T reichten von 0,05 bis 0,24 µg/l, und einmalig 1,5 µg/l (Abb. 21). Abgesehen von diesem Ausreißer waren die Befunde kleiner als der GFS. Seit April 2016 liegt für Hexogen kein Befund mehr vor. Vereinzelt gab es auch bei der pulvertypischen Verbindung 1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea. Ethyl-N,N-diphenylcarbamate wurde zweimal nachgewiesen.

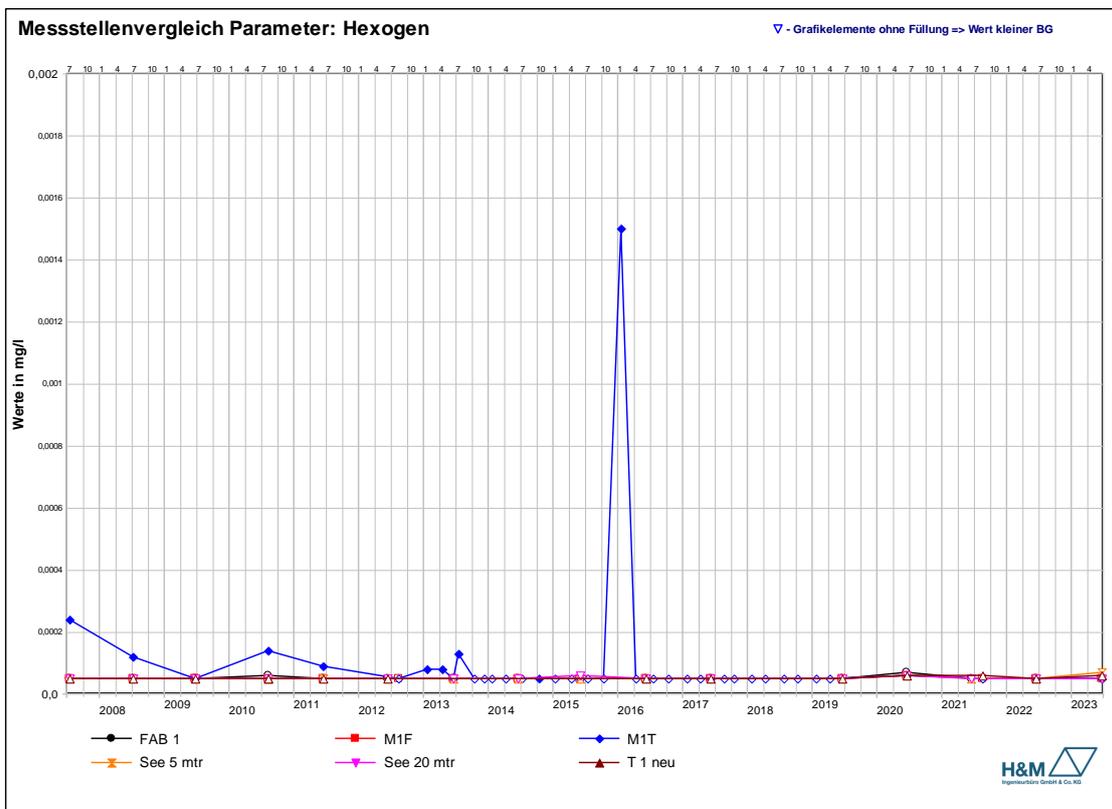


Abb. 21: Hexogen

Der nördliche Teil der Umgestaltungsfläche ist bereits entmunitiert worden. Für den südlichen Teil ist die Entmunitierung vorgesehen.

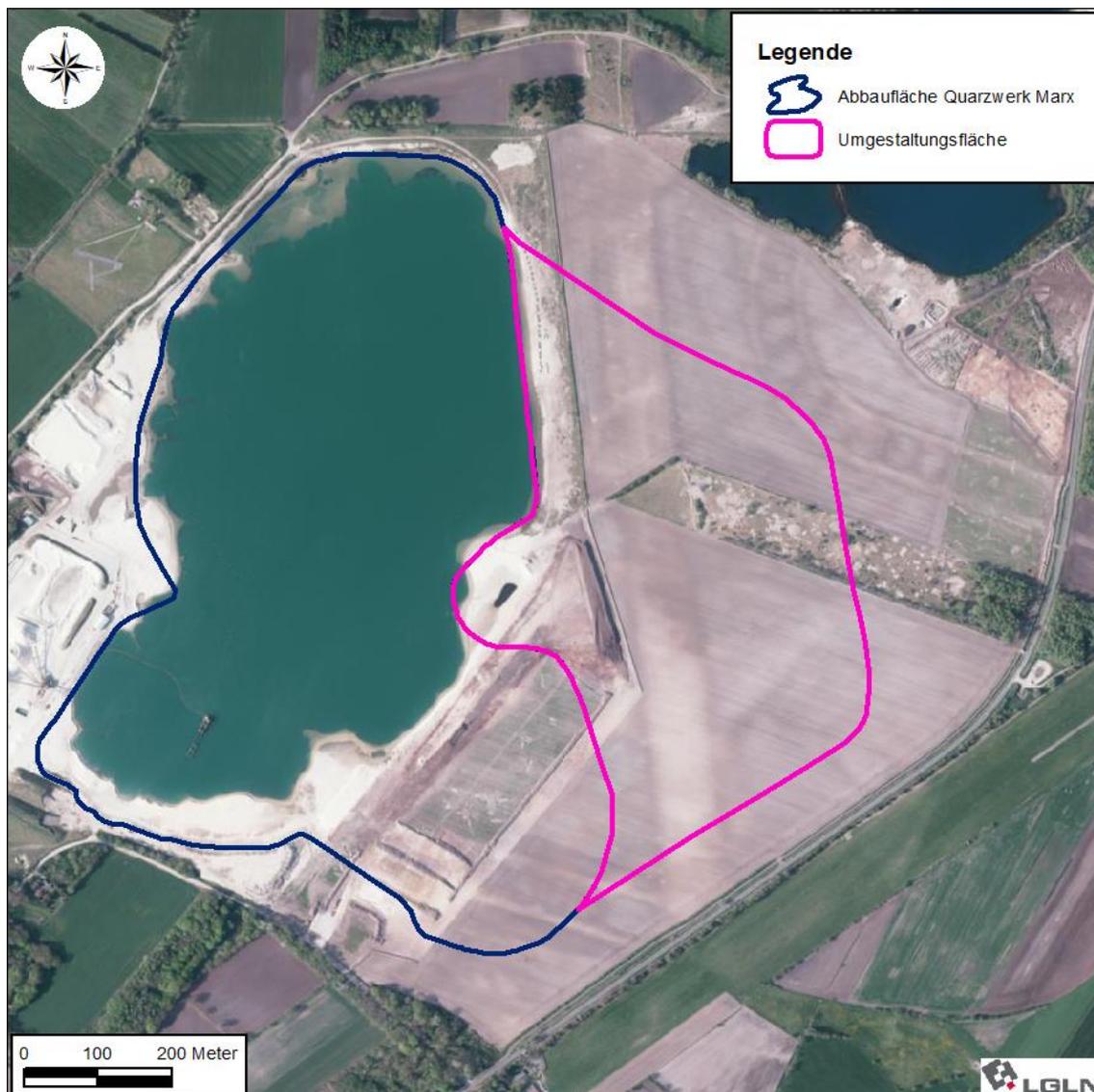


Abb. 22: Ausschnitt Orthophoto aus dem Jahr 2012 mit Kennzeichnung der Umgestaltungsfläche

7.4 Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen

Aus Sicht des vorsorgenden Grundwasserschutzes sind hinsichtlich der in Kapitel 5 - 7 genannten potenziellen Vorhabenauswirkungen folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorzusehen:

- Bei der Vorhabenumsetzung sind die einschlägigen wasserrechtlichen Bestimmungen für die Lagerung und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (u. a. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – AwSV) zu berücksichtigen.

- Zur Gewährleistung eines langfristig stabilen und möglichst nährstoffarmen Gütezustandes des Baggersees ist eine grundwasserschonende Folgenutzung (hier vorrangig Naturschutz!) festzusetzen.
- Der Baggersee ist in Form und Tiefe derart auszugestalten, dass regelmäßig eine bis zum Seeboden reichende vertikale Zirkulation des Wasserkörpers und dadurch eine ausreichende Versorgung des Hypolimnions (Tiefenwasser) mit Sauerstoff sichergestellt ist.
- Standorte, bei denen ein erhöhtes Leckagerisiko besteht (z. B. Maschinenstellplätze) sind technisch zu sichern.
- Das Anlagenpersonal ist hinsichtlich des ordnungsgemäßen Verhaltens und der notwendigen Arbeiten bei etwaigen Havariefällen (z. B. Ölaustritt) zu schulen.
- Gewässerrandstreifen und Flachwasserbereiche/ Röhrichtzonen sind als Pufferzone zur Vermeidung externer Nähr- und Schadstoffeinträge (Dünger, Pestizide) aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Nachbarflächen frühzeitig herzustellen.
- Zur Vermeidung von Nähr- und Schadstoffeinträgen (Dünger, Pestizide) in das Abbaugewässer sollte mindestens 1 Jahr vor Beginn der Abbautätigkeit in einem Abbaubereich der Einsatz von Düngemitteln und/oder Pflanzenschutzmitteln beendet werden.
- Spül- und "Waschwasser" sind dem Abbaugewässer unmittelbar nach Durchlauf eines Absetzbeckens wieder zuzuführen.
- Zur Dokumentation einer möglichen Beeinflussung der Grundwasserhydraulik durch das Abbauvorhaben hat eine regelmäßige Aufzeichnung des Grund- und Seewasserstandes an Grundwassermessstellen (Zu-/ Abstrom) bzw. einem Lattenpegel im Abbaugewässer zu erfolgen.
- Zur frühzeitigen Feststellung etwaiger Beeinträchtigungen der Wasserqualität hat eine regelmäßige Untersuchung des Grund- und Teichwassers auf hydrochemisch und gewässerökologisch relevante Parameter zu erfolgen.
- Sofern betriebstechnisch möglich und sinnvoll, soll das Unternehmen biologisch gut abbaubare Betriebsstoffe der Wassergefährdungskategorie 1 („schwach wassergefährdend“, wie z. B. Rapsmethylester) einsetzen.
- Auf der jeweils anstehenden Abbaufäche ist der Oberboden weiträumig abzutragen und auf gesonderten Haldenflächen oder in ausreichendem Abstand zum Abbaugewässer bis zur Verwertung (Verkauf, landschaftspflegerische Maßnahmen) zwischenzulagern, so dass auch im Falle von Uferabbrüchen kein humoses Bodenmaterial in den See gelangen kann.
- Für den noch nicht entmunitionierten Teil der Umgestaltungsfläche hat noch eine Räumung etwaiger Rüstungsaltslasten bzw. Munitionsreste zu erfolgen.
- Es erfolgt eine Aufgabe der Abbautätigkeit im Abbaugewässer der Baustoffwerke Horsten.
- Zwischen dem Abbaugewässer der Quarzwerk Marx AG und dem Gewässer der Baustoffwerke Horsten wird ein 200 m breiter Pufferstreifen, der extensiv genutzt wird, eingerichtet. Durch die Aufgabe der Abbautätigkeit im Abbaugewässer der Baustoffwerke Horsten und die Anlage des Pufferstreifens erhöht sich der Abstand der Abbautätigkeit von minimal 110 m auf mindestens rd. 1,1 km vom nächstgelegenen Brunnen.

8 Konzept für ein Beweissicherungsprogramm

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. Art und Umfang derzeit angeordneter Beweissicherungsmaßnahmen bleiben im Wesentlichen bestehen, jedoch müssen für überplante Grundwassermessstellen neue eingerichtet und integriert werden. Standortvorschläge für Ersatzmessstellen sind in Anlage 9 enthalten.

Zur Dokumentation des abbaubedingten Einflusses auf die Grundwasserhydraulik sollten die Wasserstände an allen Messstellen sowie dem Abbaugewässer monatlich im Rahmen einer Stichtagsablesung – möglichst zeitlich parallel zu den Messungen des Wasserwerkes Kleinhorsten – erfasst und einmal jährlich in Form von Grundwasserganglinien und Statistiken ausgewertet und dargestellt werden. Auch die Erstellung von Grundwassergleichenplänen in einem 3-jährigen Rhythmus sollte beibehalten werden.

Wassergüteuntersuchungen sollen weiterhin jährlich im Grundwasserzustrom und -abstrom sowie im Abbaugewässer selbst erfolgen. Als Ersatz für die bereits entfallenen Messstelle T 3neu ist ein Standortvorschlag in Anlage 9 mit der Bezeichnung M 4T aufgeführt. Untersuchungsstandorte wären demnach T 1neu, M 1F, M 1T, M 4T und das Abbaugewässer selbst mit einer oberflächennahen und einer Tiefenprobe. Bei der Tiefenprobe des Abbaugewässers sollte die Tiefe auf mind. 25 m unter Wasserspiegel erhöht werden.

Als Parameterumfang empfiehlt sich die Fortführung des bisherigen Programms (DWA W 254: physikalisch-chemische Basisparameter, chemische Basisparameter, PAK, Anionen/Kationen/Schwermetalle; sprengstofftypische Verbindungen).

Die erhobenen Daten (Grundwasserstand und -güte) sind in einem Grundwasserinformationssystem (z. B. AqualInfo) zu verwalten und einmal jährlich ausgewertet in einem Bericht zusammenzufassen.

Aufgestellt: Hesel, 25. November 2024

H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

Claudia Bauer
- Geschäftsführerin -

Dipl.-Geologin Julia Zimmermann
- Projektleiterin -

9 Literatur und Schrifttum

- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (BLFW) (1995) [Hrsg.]: *Baggerseen und ihre Wechselbeziehungen zum Grundwasser*. — 150 S.; Wien.
- BÜRO FÜR GEWÄSSERKUNDE UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (BGL) (1997): *Beeinflussung des Grundwassers durch die Anlage von Baggerseen*. — Literaturstudie im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und dem Industrieverband für Steine und Erden Baden-Württemberg im Rahmen des Pilotprojektes „Konfliktarme Baggerseen -KaBa“, 177 S.; Saarbrücken.
- 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).
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK) (1996): Hydrogeochemische Stoffsysteme I. – DVWK-Schriften, Heft 110: 324 S., 83. B., 68 T.; Hamburg, Berlin (Parey).
- DEVLIN, J.F. (2015): HydrogeoSieveXL: an Excel-based tool to estimate hydraulic conductivity from grain size analysis. – Hydrogeology Journal, DOI 10.1007/s10040-015-1255-0.
- DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) (2017): Gestaltung und Nutzung von Baggerseen. DWA-Regelwerk, Merkblatt DWA-M 615. Hennef.
- 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).
- IMS INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (1996): Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten, Erfassung und Erkundung Einsatzflughafen Marx mit Luftwaffendepot Fuhrenkamp und Marinesperrzeugamt Schweinebrück, 50 S.; Hannover.
- KÖLLE, W. (2010): Wasseranalysen – richtig beurteilt, 3. Aufl., 489 S.; Weinheim (Wiley-VCH).
- KUNKEL, R., VOIGT, H.-J., WENDLAND, F. & HANNAPPEL, S.: Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. – Schriften des Forschungszentrums Jülich, Bd. 47: 204 S.; Jülich.
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN-WÜRTTEMBERG – LGRB (HRSG, 2001): Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser - Ergebnisse isotopenhydrologischer und hydrochemischer Untersuchungen im Teilprojekt 6 des Forschungsvorhabens 'Konfliktarme Baggerseen (KaBa)'; Freiburg.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG – LFU (1999): Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluss auf das Grundwasser - Literaturlauswertung. – Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 52: 174 S.; Karlsruhe.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG – LFU (2003): Zentrales BaggerseeInformationsSystem (ZeBIS), Untersuchungsdaten 1994 bis 2003, Oberrhein-ebene. – Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 81, 1 CD-Rom.; Karlsruhe.

- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG – LFU (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft. – Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 88: 104 S.; Karlsruhe.
- 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).
- REGIONALES RAUMORDNUNGSPROGRAMM (RROP) 2006 für den Landkreis Wittmund – Beschreibende und zeichnerische Darstellung.
- REGIONALES RAUMORDNUNGSPROGRAMM (RROP) 2006 für den Landkreis Wittmund – Beschreibende und zeichnerische Darstellung.
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905), die durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
- Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV): Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159).
- WROBEL J.-P. (1980): *Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern*. — GWF, Wasser-Abwasser, 4: S. 165-173; München.

10 Kartenverzeichnis

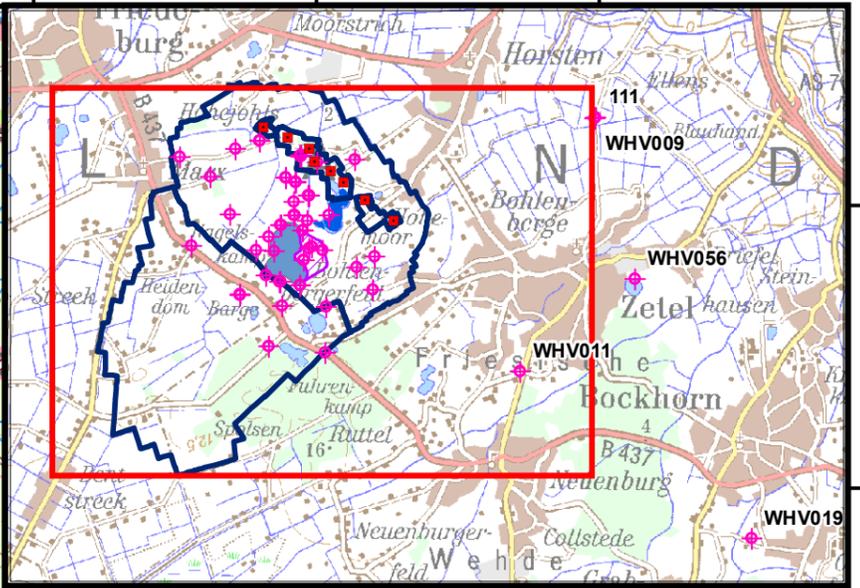
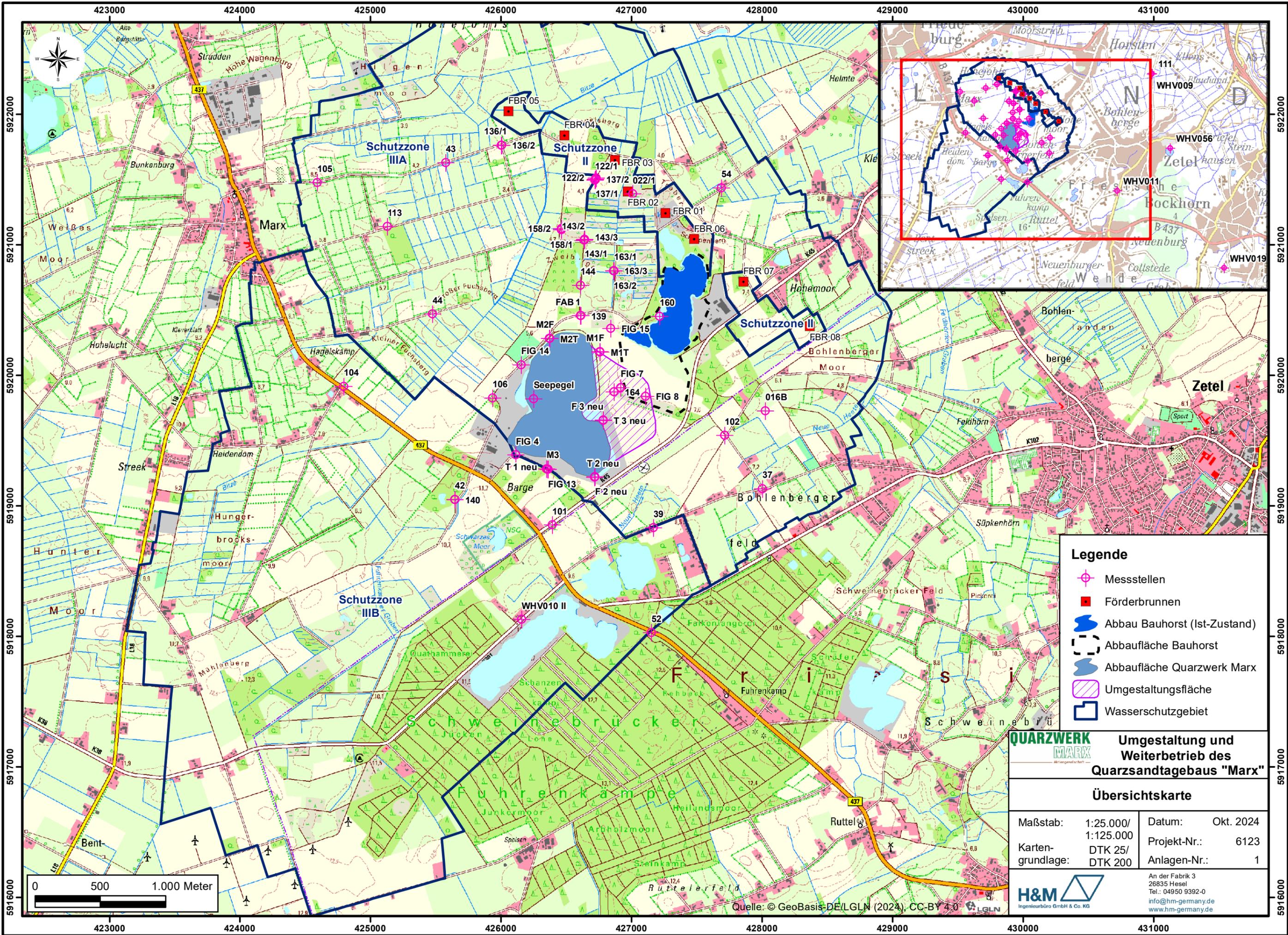
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (2024): Umweltkarten Niedersachsen.
- NIBIS Kartenserver (2024a): Rohstoffsicherungskarte von Niedersachsen 1 : 25.000. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024b): Hangneigung (10 m Raster). – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024c): Niederschlag im Jahr in Niedersachsen 1991-2020. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024d): Niederschlag im Sommer in Niedersachsen 1991-2020. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024e): Niederschlag im Winter in Niedersachsen 1991-2020. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024f): Verdunstung im Jahr in Niedersachsen 1991-2020. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024g): Verdunstung im Sommer in Niedersachsen 1991-2020. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024h): Verdunstung im Winter in Niedersachsen 1991-2020. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

- NIBIS Kartenserver (2024i): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25.000 - Grundkarte. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024j): Geologische Profilschnitte. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024k): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiterkomplexes. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024l): Hydrogeologische Profilschnitte. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024m): Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 – Mittlere Jährliche Grundwasserneubildungsrate 1991-2020, Methode mGROWA. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS Kartenserver (2024n): Altlasten. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

Anlagen

Anlage 1

Übersichtskarte
M 1 : 25.000



- Legende**
- Messstellen
 - Förderbrunnen
 - Abbau Bauhorst (Ist-Zustand)
 - Abbaufäche Bauhorst
 - Abbaufäche Quarzwerk Marx
 - Umgestaltungsfläche
 - Wasserschutzgebiet

QUARZWERK MARX
Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"

Übersichtskarte

Maßstab:	1:25.000/ 1:125.000	Datum:	Okt. 2024
Karten- grundlage:	DTK 25/ DTK 200	Projekt-Nr.:	6123
		Anlagen-Nr.:	1



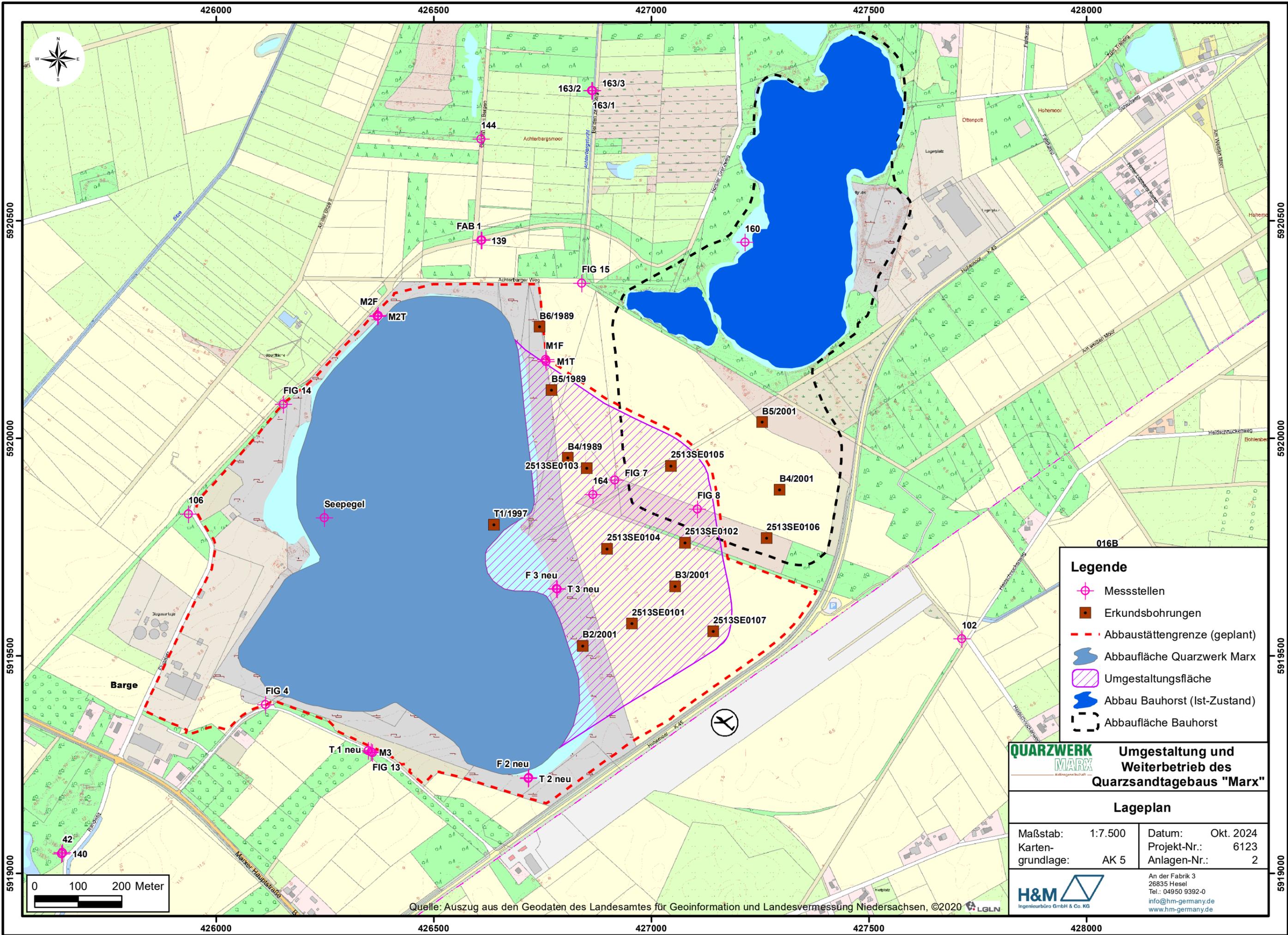
An der Fabrik 3
 26835 Hesel
 Tel.: 04950 9392-0
 info@hm-germany.de
 www.hm-germany.de



Quelle: © GeoBasis-DE/LGLN (2024), CC-BY 4.0

Anlage 2

Lageplan
M 1 : 7.500



Legende

- Messstellen
- Erkundsbohrungen
- Abbaustättengrenze (geplant)
- Abbaufäche Quarzwerk Marx
- Umgestaltungsfläche
- Abbau Bauhorst (Ist-Zustand)
- Abbaufäche Bauhorst

QUARZWERK MARX **Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"**

Lageplan

Maßstab: 1:7.500	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: AK 5	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 2

H&M Ingenieurbüro 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, ©2020 LGLN

Anlage 3

Bohrprofile

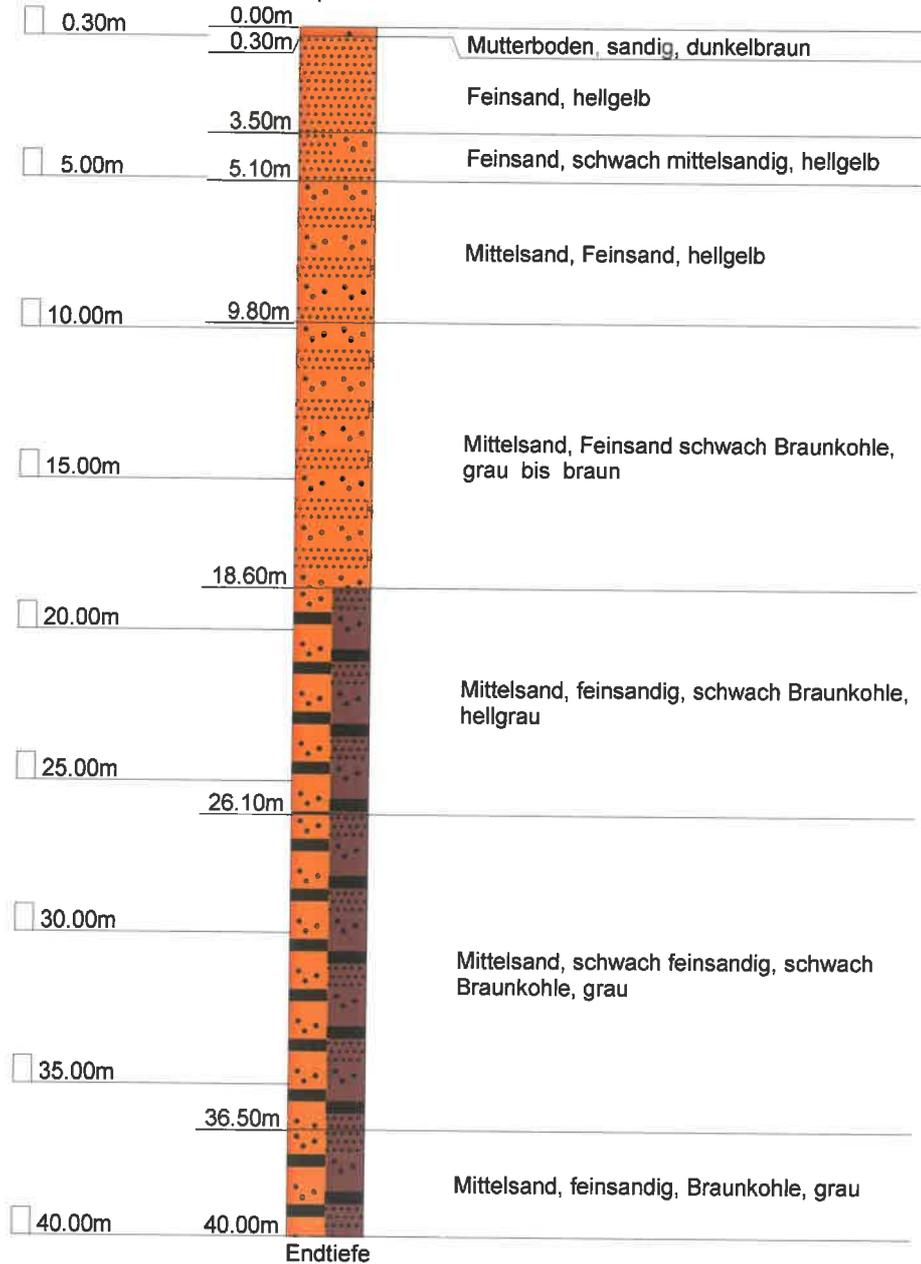
Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

Maßstab: 1: 250

Projekt :

2513SE0101

Ansatzpunkt: GOK



SCHICHTENVERZEICHNIS

der Bohrung: 2513SE0102

Ort: 26446 Barge

Top. Karte 1: Name:

Nr:

Koordinaten, Östl. Länge: 32U427077

Nördl. Breite: 5919760

Ansatzpunkt in die Bohrkarte:

eingetragen:

Auftraggeber: Quarzwerk Marx AG, Am Weserdeich 14, 26919 Brake

Bohrzeit: 03.02.2020-04.02.2020

Höhe über NN:

Zweck der Bohrung: Rohstofferkundung

Lageplan:

Bohrverfahren: Trockenbohrung (Schnecke)

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
0- 0.40		Mutterboden	dunkelbraun
- 0.60		Mittelsand, feinsandig	hellbraun
- 1.20		Grobsand	hellbraun
- 1.50		Mittelsand, feinsandig, humos	dunkelbraun
- 1.90		Feinsand, schwach mittelsandig	rotbraun
- 4.00		Feinsand	hellbraun
- 4.40		Feinsand	rotbraun
- 4.90		Feinsand	hellbraun
- 7.60		Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig	hellbraun
- 8.20		Mittelsand, schwach feinsandig, schwach Braunkohle	graubraun
- 10.80		Mittelsand, Feinsand, schwach grobsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 13.20		Mittelsand bis Feinsand schwach Braunkohle	hellgrau
- 15.40		Feinsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 23.10		Feinsand, Mittelsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 24.20		Mittelsand, Feinsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 37.70		Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 38.50		Ton, schwach sandig, schwach Braunkohle, steif	grau

Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

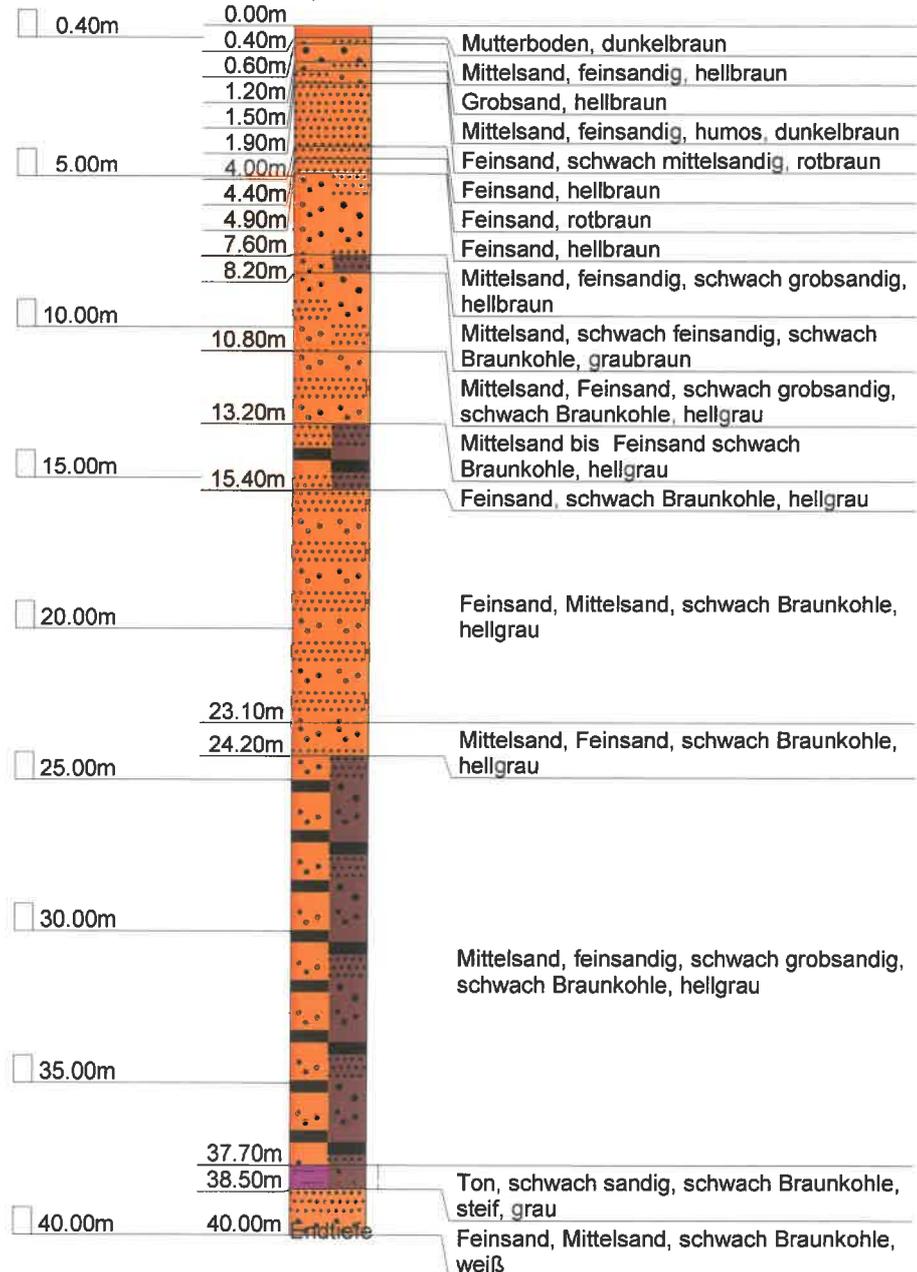
Maßstab:

1: 250

Projekt :

2513SE0102

Ansatzpunkt: GOK



SCHICHTENVERZEICHNIS

der Bohrung: 2513SE0103

Ort: 26446 Barge

Top. Karte 1: Name:

Nr:

Koordinaten, Östl. Länge: 32U426851

Nördl. Breite: 5919931

Ansatzpunkt in die Bohrkarte:

eingetragen:

Auftraggeber: Quarzwerk Marx AG, Am Weserdeich 14, 26919 Brake

Bohrzeit: 03.02.2020-04.02.2020

Höhe über NN:

Zweck der Bohrung: Rohstofferkundung

Lageplan:

Bohrverfahren: Trockenbohrung (Schnecke)

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
0- 0.40		Mutterboden, sandig	dunkelbraun
- 0.60		Feinsand	gelb
- 0.80		Mutterboden, humos, sandig	dunkelbraun
- 1.20		Feinsand	rotbraun
- 6.50		Mittelsand, feinsandig	hellbraun
- 7.30		Mittelsand, Feinsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 14.20		Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 15.80		Feinsand, Mittelsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 18.90		Mittelsand bis Feinsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 24.70		Mittelsand bis feinsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 34.20		Mittelsand, schwach grobsandig, schwach feinsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 36.30		Mittelsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 40.00	E.T.	Feinsand, schwach Braunkohle	hellgrau
		ca. 3,1m Wasserspiegel GOK.	

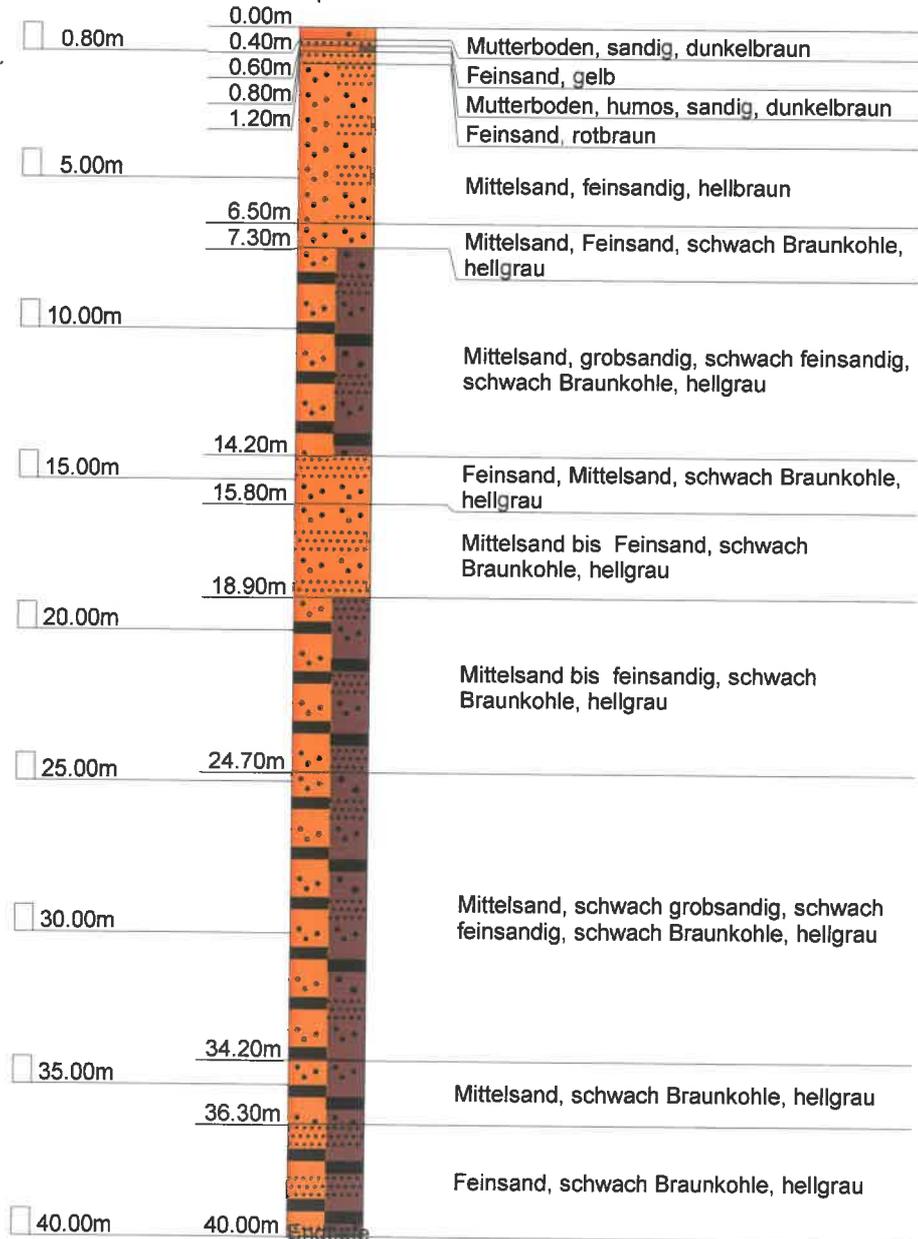
Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

Maßstab: 1: 250

Projekt :

2513SE0103

Ansatzpunkt: GOK



SCHICHTENVERZEICHNIS

der Bohrung: 2513SE0104

Ort: 26446 Barge

Top. Karte 1: Name:

Nr:

Koordinaten, Östl. Länge: 32U426898

Nördl. Breite: 5919745

Ansatzpunkt in die Bohrkarte:

eingetragen:

Auftraggeber: Quarzwerk Marx AG, Am Weserdeich 14, 26919 Brake

Bohrzeit: 03.02.2020-04.02.2020

Höhe über NN:

Zweck der Bohrung: Rohstofferkundung

Lageplan:

Bohrverfahren: Trockenbohrung (Schnecke)

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
0- 0.40		Mutterboden, sandig	dunkelbraun
- 0.80		Feinsand	braun
- 3.10		Feinsand	hellgelb
- 3.50		Feinsand, schwach mittelsandig	hellgelb
- 4.80		Mittelsand, feinsandig	hellgelb
- 5.80		Mittelsand, feinsandig	hellgelb
- 8.20		Mittelsand, schwach feinsandig	hellgrau
- 9.60		Mittelsand, schwach grobsandig	hellgrau
- 10.30		Mittelsand, feinsandig	hellgrau
- 11.20		Feinsand bis Mittelsand, schwach Braunkohle	hellgrau
- 16.60		Feinsand, mittelsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 18.30		Feinsand, schwach Braunkohle	grau
- 27.50		Feinsand, schwach mittelsandig, schwach Braunkohle	grau
- 36.40		Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig, schwach Braunkohle	hellgrau
- 40.00	E.T.	Mittelsand, Feinsand	hellgrau
		ca. 3,1m Wasserspiegel GOK.	

Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

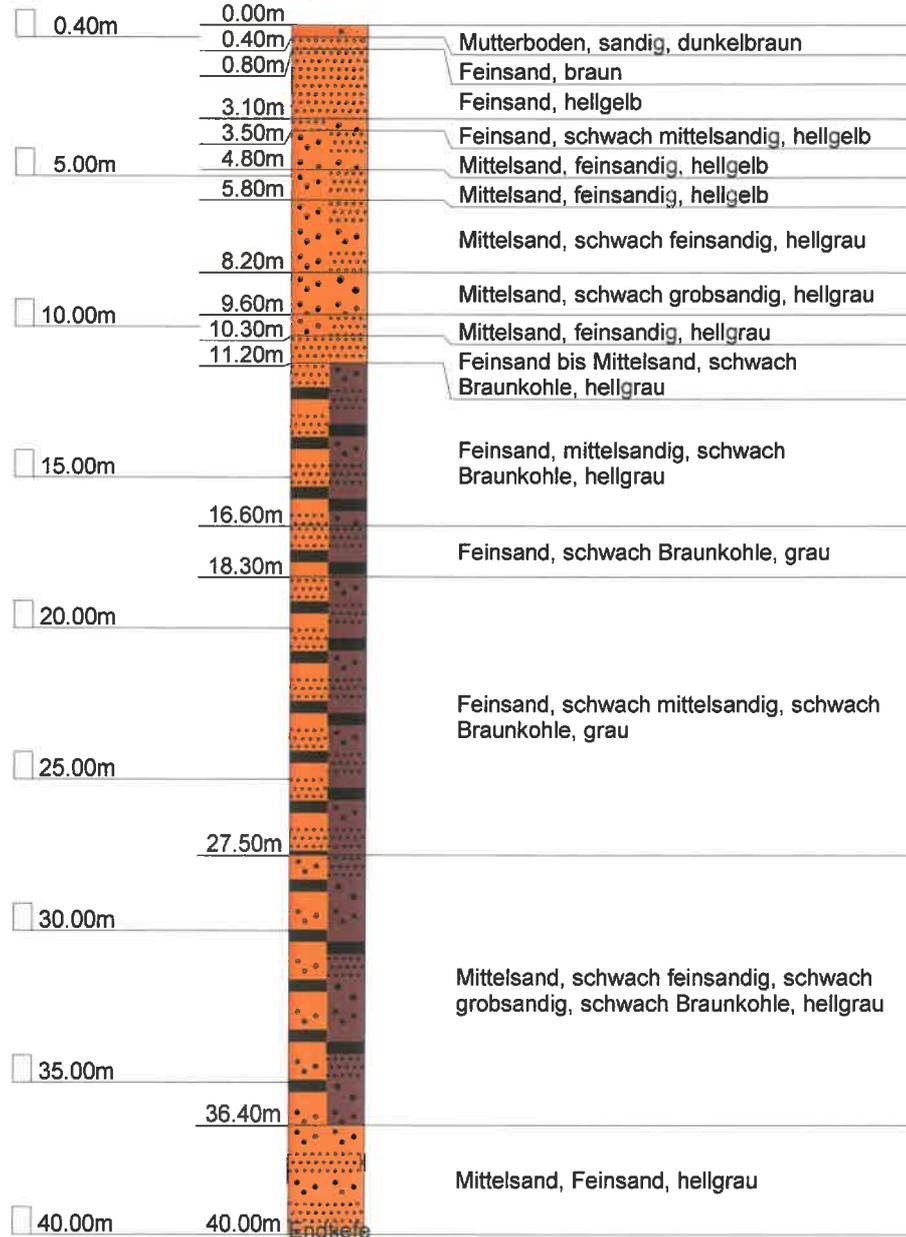
Maßstab:

1: 250

Projekt :

2513SE0104

Ansatzpunkt: GOK



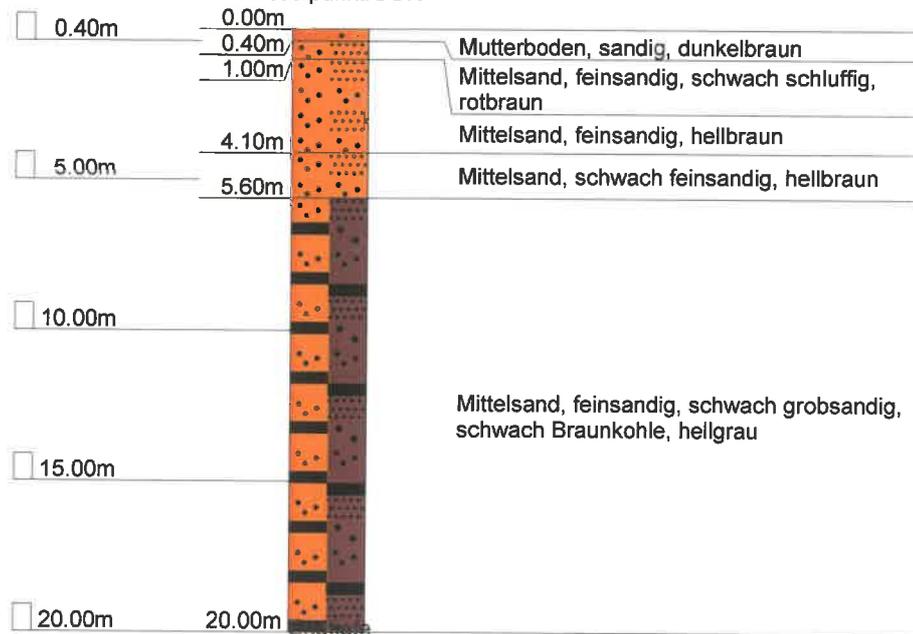
Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

Maßstab: 1: 250

Projekt :

2513SE0105

Ansatzpunkt: GOK



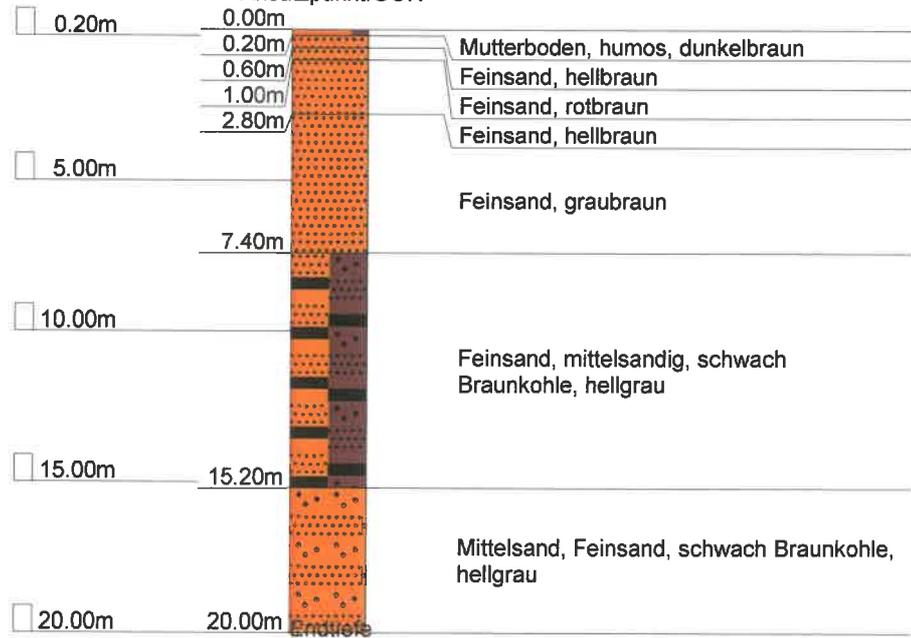
Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

Maßstab: 1: 250

Projekt :

2513SE0106

Ansatzpunkt: GOK



Auftraggeber: Quarzwerk Marx BV Barge

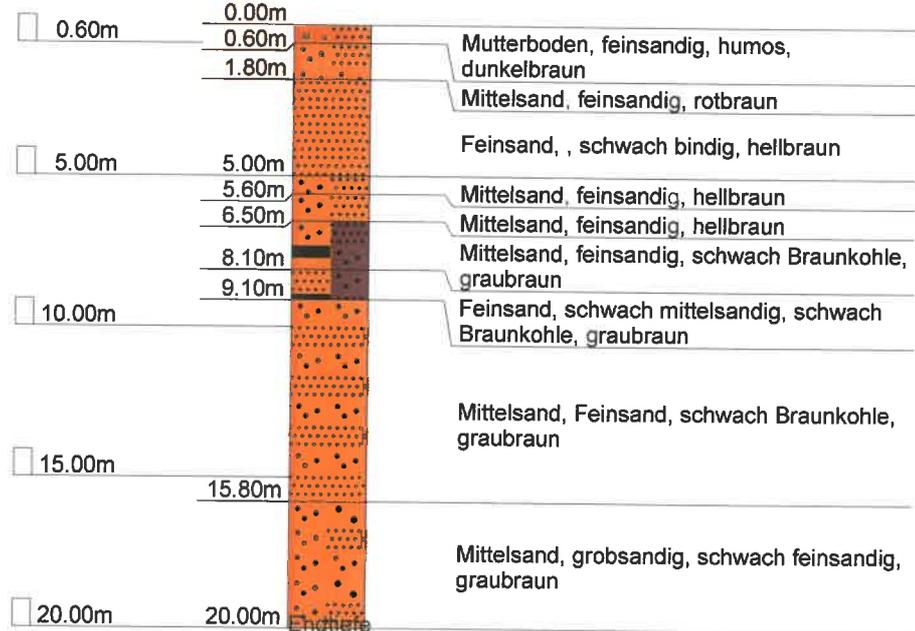
Maßstab:

1: 250

Projekt :

2513SE0107

Ansatzpunkt: GOK



CALSILAB

INSTITUT FÜR DAMPFGEHÄRTETE BAUSTOFFE UND LAGERSTÄTTEN DER STEINE- UND ERDEN-INDUSTRIE

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: B. 1 + B. 2 Ort: Barger Schäferei / Marx
 Top. Karte 1:25 000, Name: Zetel Nr.: 2513
 Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: n.b.
 Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
 Auftraggeber: Figdor KG, Börsenstraße 118, 2940 Wilhelmshaven
 Ausführende Bohrfirma: Klenke / CALSILAB Bohrzeit von 2. 12. bis - 19 89
 Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
 Bohrverfahren: Trockenbohrung, Schnecke, Unimog

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in „ ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
		<u>Bohrung 1</u>	
- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 2,30		Mittelsand, schwach grobsandig, hellgelb	
- 5,50		Mittelsand, stark grobsandig, hellgelb	Wasser bei 5,50 m
- 7,00		Mittelsand, schwach grobsandig, hellgelb	
- 24,50		Feinsand, hellgelb	
- 35,00	E.T.	Feinsand, mittelsandig, hellgelb	
		(lt. Absprache B 1 - 6 auf 35 m Endteufe)	
		<u>Bohrung 2</u>	
- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 5,50		Feinsand, hellgelb	Wasser bei 5,50 m
- 11,00		Mittelsand, stark feinsandig, hellgelb	
- 18,50		Feinsand, hellgelb	
- 24,00		Feinsand, schwach mittelsandig, hellgelb	
- 34,80		Mittelsand, schwach grobsandig, hellgelb	
- 35,00	E.T.	Feinsand, stark schluffig, dunkelgrau	

CALSILAB

INSTITUT FÜR DAMPFGEHÄRTETE BAUSTOFFE UND LAGERSTÄTTEN DER STEINE- UND ERDEN-INDUSTRIE

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: B 3 + B 4 Ort: Barger Schäferei / Marx
 Top. Karte 1:25 000, Name: Zetel Nr.: 2513
 Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: n.b.
 Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
 Auftraggeber: Figdor KG, Börsenstraße 118, 2940 Wilhelmshaven
 Ausführende Bohrfirma: Klenke / CALSILAB Bohrzeit von 2. 12. bis - 19 89
 Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
 Bohrverfahren: Trockenbohrung, Schnecke, Unimog

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in „ ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
		<u>Bohrung 3</u>	
- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 0,80		Feinsand, dunkelbraun	
- 3,50		Feinsand, schwach mittelsandig, hellbraun	
- 13,50		Feinsand, mittelsandig, hellgelb	Wasser bei 5,50
- 27,00		Feinsand, hellgelb	
- 35,00	E.T.	Mittelsand, stark feinsandig, hellgelb	
		<u>Bohrung 4</u>	
- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 0,50		Feinsand, sandig, dunkelbraun	
- 7,50		Feinsand, schwach mittelsandig, hellgelb	Wasser bei 5,50 m
- 10,00		Feinsand, schwach schluffig, dunkelgrau	
- 23,00		Feinsand, schwach mittelsandig, hellgelb	
- 35,00	E.T.	Mittelsand, stark feinsandig, hellgelb	

CALSILAB

INSTITUT FÜR DAMPFGEHÄRTETE BAUSTOFFE UND LAGERSTÄTTEN DER STEINE- UND ERDEN-INDUSTRIE

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: B 5 + B 6 Ort: Barger Schäferei / Marx
 Top. Karte 1:25 000, Name: Zetel Nr.: 2513
 Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: n.b.
 Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
 Auftraggeber: Figdor KG, Börsenstraße 118, 2940 Wilhelmshaven
 Ausführende Bohrfirma: Klenke / CALSILAB Bohrzeit von 2. 12. bis - 19 89
 Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
 Bohrverfahren: Trockenbohrung, Schnecke, Unimog

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in „ ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
		<u>Bohrung 5</u>	
<u>- 0,30</u>		<u>Mutterboden, sandig, dunkelbraun</u>	
<u>- 1,30</u>		<u>Feinsand, hellbraun</u>	
<u>- 15,50</u>		<u>Feinsand, hellgelb</u>	<u>Wasser bei 5,50 m</u>
<u>- 27,70</u>		<u>Feinsand, schwach mittelsandig, hellgelb</u>	
<u>- 35,00</u>	<u>E.T.</u>	<u>Feinsand, schwach mittelsandig, grau</u>	<u>schwach kohlig</u>
		<u>Bohrung 6</u>	
<u>- 0,30</u>		<u>Mutterboden, sandig, dunkelbraun</u>	
<u>- 0,80</u>		<u>Feinsand, dunkelbraun</u>	
<u>- 23,50</u>		<u>Feinsand, hellgelb</u>	<u>Wasser bei 5,00 m</u>
<u>- 29,00</u>		<u>Feinsand, schwach mittelsandig, hellgelb</u>	
<u>- 35,00</u>	<u>E.T.</u>	<u>Feinsand, hellgelb</u>	
			<u>Summe: 210 lfdm</u>

CALSILAB

INSTITUT FÜR DAMPFGEHÄRTETE BAUSTOFFE UND LAGERSTÄTTEN DER STEINE- UND ERDEN-INDUSTRIE
Dr. Hans-Uwe Oppermann, Meeresblickstr. 11, 31556 Wölpinghausen, Tel. 05037-799, Fax: 05037-798

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: **Marx T 1** Ort: **Kiesgrube Figdor**
Top. Karte 1:25.000, Name: **Zetel** Nr.: **2513**
Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: **10 m**
Ansatzpunkt in die Bohrkarte **ist** eingetragen
Auftraggeber: **Fa. Figdor KG, Börsenstr. 118, 26382 Wilhelmshaven**
Ausführende Bohrfirma: **Klenke/CALSILAB** Bohrzeit vom **6. 9. 1997**
Zweck und Erfolg der Bohrung: **Tiefentsandung, fündig**
Bohrverfahren: **Trockendrillbohrung**

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
---------------	---------------------	---	--

Bohrung Marx T

- 0,30		Mutterboden, schwarz	
- 1,20		Schluff, bindig, sandig, dunkelbraun	
- 5,30		Feinsand, hellgelb	
- 12,30		Feinsand, mittelsandig, hellgelb	
- 26,30		Feinsand, schwach mittelsandig, gelb	
- 39,10		Feinsand, mittelsandig, hellbraun	
- 62,00	E.T.	Feinsand, mittelsandig, schwach kohlig, hellgrau	
			Wasser bei ca. 6,30 m

Bohrung eingestellt bei 62 m Teufe,
da Gestängegewicht schon zu hoch.
Es bestand Gefahr, daß nicht mehr ge-
zogen werden konnte.

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: 1 - 5 Ort: Barger Schäferei / MARX III
Top. Karte: 1:25.000, Name: Zetel Nr.: 2513
Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: siehe Text
Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
Auftraggeber: Fa. Figdor, Emsstraße 7, 26382 Wilhelmshaven
Ausführende Bohrfirma: Klenke/CALSILAB Bohrzeit: 12. 6. 2001
Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
Bohrverfahren: Trockendrillaubohrung, Schnecke

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
<u>Bohrung 1 (+ 9,5 m NN)</u>			
- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 1,10		Feinsand, gelb	
- 21,50		Feinsand, hellgelb	
- 23,30		Feinsand, mittelsandig, hellgrau	
- 26,80		Feinsand, mittelsandig, schwach Kohle, hellgrau	
- 28,10		Mittelsand, feinsandig, Kohle, grau	
- 31,20		Mittelsand, Kohle, hellgrau	
- 35,00	E.T.	Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, hellgrau	

bei ca. 4,00 m Wasser

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: 1 - 5 Ort: Barger Schäferei / Marx III
Top. Karte: 1:25.000, Name: Zetel Nr.: 2513
Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: siehe Text
Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
Auftraggeber: Fa. Figdor, Emsstraße 7, 26382 Wilhelmshaven
Ausführende Bohrfirma: Klenke/CALSILAB Bohrzeit: 12. 6. 2001
Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
Bohrverfahren: Trockendrillaubohrung, Schnecke

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
---------------	---------------------	---	--

Bohrung 2 (+ 8,2 m NN)

- 0,20		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 0,50		Feinsand, hellbraun	
- 3,90		Feinsand, schwach schluffig, braun	
- 4,20		Feinsand, hellbraun	
- 6,20		Feinsand, gelb	
- 17,20		Feinsand, mittelsandig, gelb	
- 22,20		Mittelsand, feinsandig, hellgrau	
- 29,50		Feinsand, schwach Kohle, grau	
- 35,00	E.T.	Feinsand schwach mittelsandig, Kohle, grau	

bei ca. 3,10 m Wasser

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: 1 - 5 Ort: Barger Schäferei / Marx III
Top. Karte: 1:25.000, Name: Zetel Nr.: 2513
Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: siehe Text
Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
Auftraggeber: Fa. Figdor, Emsstraße 7, 26382 Wilhelmshaven
Ausführende Bohrfirma: Klenke/CALSILAB Bohrzeit: 12. 6. 2001
Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
Bohrverfahren: Trockendrillbohrung, Schnecke

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
---------------	---------------------	---	--

Bohrung 3 (+ 7,4 m NN)

- 0,40		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 0,60		Feinsand, dunkelbraun	
- 1,70		Feinsand, mittelsandig, dunkelbraun	
- 2,50		Feinsand, gelb	
- 11,10		<u>Feinsand, mittelsandig, gelb</u>	
- 16,50		Mittelsand, feinsandig, schwach Kohle, hellgrau	
- 19,90		Mittelsand, Kohle, hellgrau	
- 22,10		Mittelsand, schwach grobsandig, hellgrau	
- 24,50		Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, Kohle, hellgrau	
- 28,10		Feinsand, mittelsandig schwach grobsandig, Kohle, hellgrau	
- 33,10		Mittelsand, feinsandig, Kohle, hellgrau	
- 35,00	E.T.	Mittelsand, feinsandig, Kohle, hellgrau	

bei ca. 2,40 m Wsser

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: 1 - 5 Ort: Barger Schäferei / Marx III
Top. Karte: 1:25.000, Name: Zetel Nr.: 2513
Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: siehe Text
Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
Auftraggeber: Fa. Bauhorst, Hohemoor 59, 26446 Friedeburg
Ausführende Bohrfirma: Klenke/CALSILAB Bohrzeit: 12. 6. 2001
Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
Bohrverfahren: Trockendrillaubohrung, Schnecke

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
---------------	---------------------	---	--

Bohrung 4 (+ 7,2 m NN)

- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 0,70		Feinsand, mittelsandig, hellbraun	
- 1,30		Feinsand, gelb	
- 6,20		Feinsand, schwach mittelsandig, gelb	
- 11,60		Feinsand, mittelsandig, gelb	
- 16,20		Feinsand, mittelsandig, schwach Kohle, hellgrau	
- 21,20		Feinsand, schwach mittelsandig, Kohle, hellgrau	
- 23,10		Mittelsand, feinsandig, Kohle, grau	
- 24,90		Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwach Kohle, grau	
- 26,50		Feinsand, schwach schluffig, schwach Kohle, grau	
- 26,80		Schluff, tonig, weich, Kohle, grau	
- 30,20		Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, Kohle, grau	
- 32,10		Feinsand, mittelsandig, Kohle, grau	
- 35,00	E.T.	Feinsand, Kohle, grau	

bei ca. 2,60 m Wasser

Schichtenverzeichnis

der Bohrung: 1 - 5 Ort: Barger Schäferei / Marx III
 Top. Karte: 1:25.000, Name: Zetel Nr.: 2513
 Koordinaten, Rechts: - Hoch: - Höhe über NN: siehe Text
 Ansatzpunkt in die Bohrkarte ist eingetragen 1 : 5.000
 Auftraggeber: Fa. Bauhorst, Hohemoor 59, 26446 Friedeburg
 Ausführende Bohrfirma: Klenke/CALSILAB Bohrzeit: 12. 6. 2001
 Zweck und Erfolg der Bohrung: Sand, fündig
 Bohrverfahren: Trockendrillbohrung, Schnecke

Tiefe in m	Mächtigkeit in m	Angetroffene Schichten (Angaben des Bohrmeisters in " ")	Geologische Angaben und Bemerkungen
<u>Bohrung 5 (+ 7,3 m NN)</u>			
- 0,30		Mutterboden, sandig, dunkelbraun	
- 0,80		Mittelsand, schwach feinsandig, humos, dunkelbraun	
- 1,60		Mittelsand - Grobsand, braun	
- 1,80		Grobsand, mittelsandig, schluffig, dunkelbraun	
- 2,10		Grobsand, mittelsandig, schwach schluffig, braun	
- 2,60		Feinsand, hellbraun	
- 5,60		Feinsand, gelb	
- 8,10		Feinsand, schwach mittelsandig, gelb	
- 10,30		Feinsand, gelb	
- 11,50		Feinsand, schwach mittelsandig, gelb	
- 18,70		Feinsand, schwach mittelsandig, schwach Kohle, hellgrau	
- 23,20		Mittelsand, feinsandig, schwach Kohle, hellgrau	
- 25,70		Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, Kohle, hellgrau	
- 29,30		Mittelsand, stark feinsandig, schwach Kohle, hellgrau	
- 35,00	E.T.	Feinsand, mittelsandig, Kohle, grau	

bei ca. 3,00 m Wasser

Anlage 4

Stammdaten der Grundwassermessstellen

Stammdaten der Grundwassermessstellen

Name	UTM Rechts	UTM Hoch	GOK	MBP	FOK	FUK	Betreiber	Bemerkung
[-]	[-]	[-]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[-]	[-]
F 2 neu	426718,01	5919220,10	8,40	8,97	3,7	5,7	Quarzwirk Marx AG	
F 3 neu	426783,84	5919654,07	8,70	9,65	4,5	6,5	Quarzwirk Marx AG	
FAB 1	426610,46	5920456,09	6,63	7,08	17	20	Quarzwirk Marx AG	
FIG 13	426359,61	5919276,73	10,94	11,56	3,1	4,1	Quarzwirk Marx AG	
FIG 14	426154,89	5920078,57	6,84	7,24	4,1	5,1	Quarzwirk Marx AG	
FIG 15	426840,61	5920356,39	7,19	7,61	4	5	Quarzwirk Marx AG	
FIG 4	426113,97	5919388,20	11,67	12,26	5	6	Quarzwirk Marx AG	zu flach
FIG 7	426916,43	5919903,67	8,05	8,31	4,2	5,2	Quarzwirk Marx AG	
FIG 8	427106,71	5919837,33	7,76	7,93	4,3	5,3	Quarzwirk Marx AG	
M1F	426757,65	5920181,30	7,29	7,99	11	13	Quarzwirk Marx AG	
M1T	426758,07	5920176,61	7,22	7,81	38,3	40,3	Quarzwirk Marx AG	
M2F	426372,18	5920282,65	6,21	6,95	9,9	11,9	Quarzwirk Marx AG	
M2T	426370,21	5920280,62	6,21	6,83	37,6	39,6	Quarzwirk Marx AG	
M3	426349,25	5919282,26	11,05	11,75	14	16	Quarzwirk Marx AG	
Pegel Teich	426101,46	5919555,33	-	4,7	-	-	Quarzwirk Marx AG	
T 1 neu	426356,77	5919279,04	10,16	11,56	32	35	Quarzwirk Marx AG	
T 2 neu	426717,72	5919218,18	8,37	9,02	33	35	Quarzwirk Marx AG	
F 2 neu	426718,01	5919220,10	8,40	8,97	3,7	5,7	Quarzwirk Marx AG	
T 3 neu	426782,31	5919654,54	8,70	9,53	33	35	Quarzwirk Marx AG	zerstört
F 3 neu	426783,84	5919654,07	8,70	9,65	4,5	6,5	Quarzwirk Marx AG	zerstört
016B	428024,06	5919727,38		6,39			GEW Wilhelmshaven GmbH	
022/1	427010,31	5921389,20	2,84	3,47	0,5	3,5	GEW Wilhelmshaven GmbH	
37	428001,88	5919130,09	7,57	7,97	7	8	GEW Wilhelmshaven GmbH	
39	427166,21	5918830,22	8,12	8,48	5	7	GEW Wilhelmshaven GmbH	
42	425646,82	5919047,15	10,95	11,28	7	8	GEW Wilhelmshaven GmbH	
43	425577,88	5921628,13	3,91	4,19	9	11	GEW Wilhelmshaven GmbH	
44	425474,91	5920467,59	5,90	6,08	9	11	GEW Wilhelmshaven GmbH	
52	427151,20	5918026,54	11,37	11,21	7	9	GEW Wilhelmshaven GmbH	
54	427689,04	5921434,18	3,33	3,70	8	9	GEW Wilhelmshaven GmbH	
101	426392,52	5918851,22	9,37	9,76	30,5	32,5	GEW Wilhelmshaven GmbH	
102	427714,00	5919538,93	7,75	7,95	48	50	GEW Wilhelmshaven GmbH	
104	424795,77	5919914,50	7,04	6,92	51	53	GEW Wilhelmshaven GmbH	
105	424592,00	5921477,00	8,14	8,63	48	50	GEW Wilhelmshaven GmbH	
106	425935,71	5919825,84	6,43	6,84	33,5	35,5	GEW Wilhelmshaven GmbH	

Name	UTM Rechts	UTM Hoch	GOK	MBP	FOK	FUK	Betreiber	Bemerkung
[-]	[-]	[-]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[-]	[-]
111	431942,36	5922187,82	1,01	1,46	62,5	64,5	GEW Wilhelmshaven GmbH	
113	425130,05	5921139,33	5,16	5,65	34	36	GEW Wilhelmshaven GmbH	
122/1	426719,42	5921495,17	3,86	4,21	0,5	3,5	GEW Wilhelmshaven GmbH	
122/2	426719,42	5921496,16	3,86	4,19	34	36	GEW Wilhelmshaven GmbH	
136/1	426000,71	5921763,07	3,60	4,00	1,5	2,5	GEW Wilhelmshaven GmbH	
136/2	426003,71	5921763,07	3,60	3,92	23	24	GEW Wilhelmshaven GmbH	
137/1	426722,42	5921500,16	3,86	4,29	7	10	GEW Wilhelmshaven GmbH	
137/2	426723,42	5921502,16	4,27	4,89	14	19	GEW Wilhelmshaven GmbH	
137/3	426728,42	5921510,16	4,27	4,88	23	28	GEW Wilhelmshaven GmbH	
139	426608,45	5920455,58	6,63	7,05	7	10	GEW Wilhelmshaven GmbH	
140	425644,82	5919045,15	10,95	10,30	6	9	GEW Wilhelmshaven GmbH	
141	428010,72	5920219,44	6,01	6,43	3	5	GEW Wilhelmshaven GmbH	
143/1	426639,14	5921042,10	5,17	5,50	3	7	GEW Wilhelmshaven GmbH	
143/2	426638,74	5921034,72	5,17	5,66	7	11	GEW Wilhelmshaven GmbH	
143/3	426639,27	5921038,04	5,17	5,60	25	28	GEW Wilhelmshaven GmbH	
144	426608,46	5920688,49	5,79	6,52	2	6	GEW Wilhelmshaven GmbH	
158/1	426461,59	5921112,26	4,43	4,81	5,9	7,9	GEW Wilhelmshaven GmbH	
158/2	426462,08	5921123,62	4,42	4,79	2,9	4,9	GEW Wilhelmshaven GmbH	
160	427215,21	5920450,57		5,35	2,9	4,9	GEW Wilhelmshaven GmbH	
163/1	426865,38	5920799,62	4,05	4,81	4	8	GEW Wilhelmshaven GmbH	
163/2	426863,08	5920799,62	4,05	4,81	8	12	GEW Wilhelmshaven GmbH	
163/3	426864,18	5920799,62	4,05	4,82	24	28	GEW Wilhelmshaven GmbH	
164	426865,77	5919870,79	8,10	8,94	6	8	GEW Wilhelmshaven GmbH	
WHV019	434695	5914735	7,30	7,60	5,7	6,9	NLWKN Brake	
WHV 011	430607	5917684	10,70	11,45	15,6	17,6	NLWKN Brake	
WHV 010 II	426158	5918127	10,00	9,78	8	10	NLWKN Brake	
WHV 056	432636	5919323	8,00	8,40	74	76	NLWKN Brake	

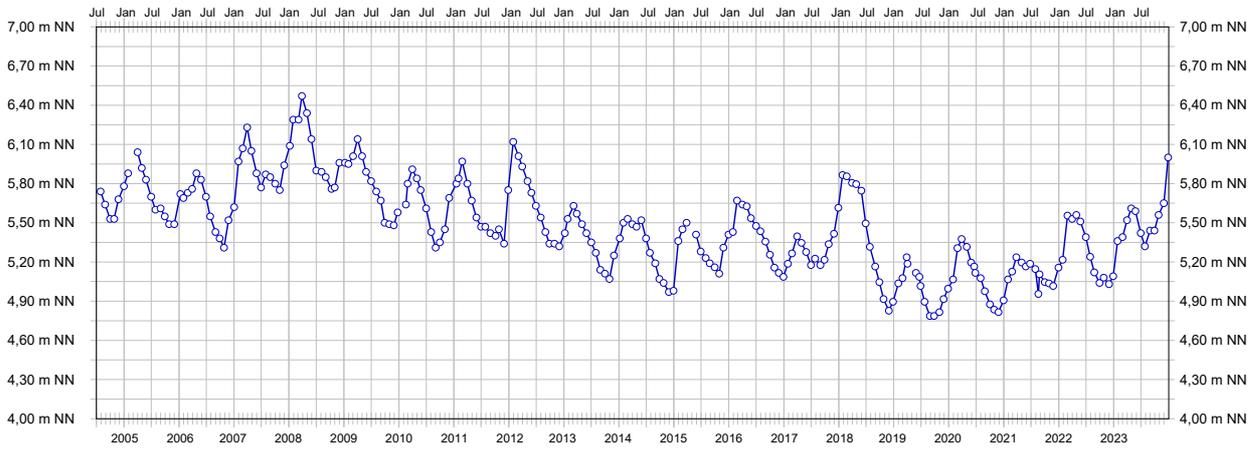
Legende

- GOK Geländeoberkante
- MBP Messbezugspunkt
- FOK Filteroberkante bezogen auf GOK
- FUK Filterunterkante bezogen auf GOK

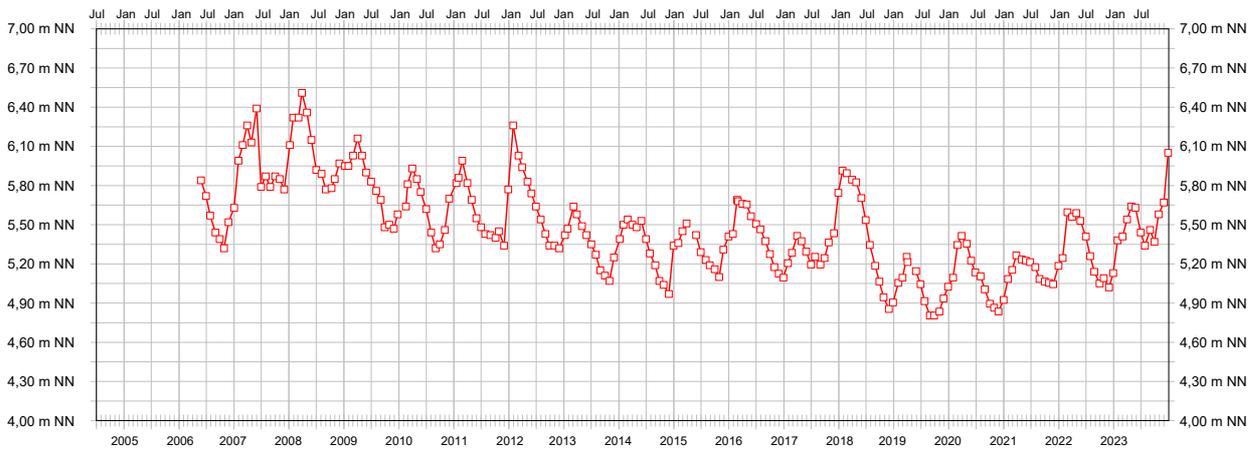
Anlage 5

Grundwasserganglinien

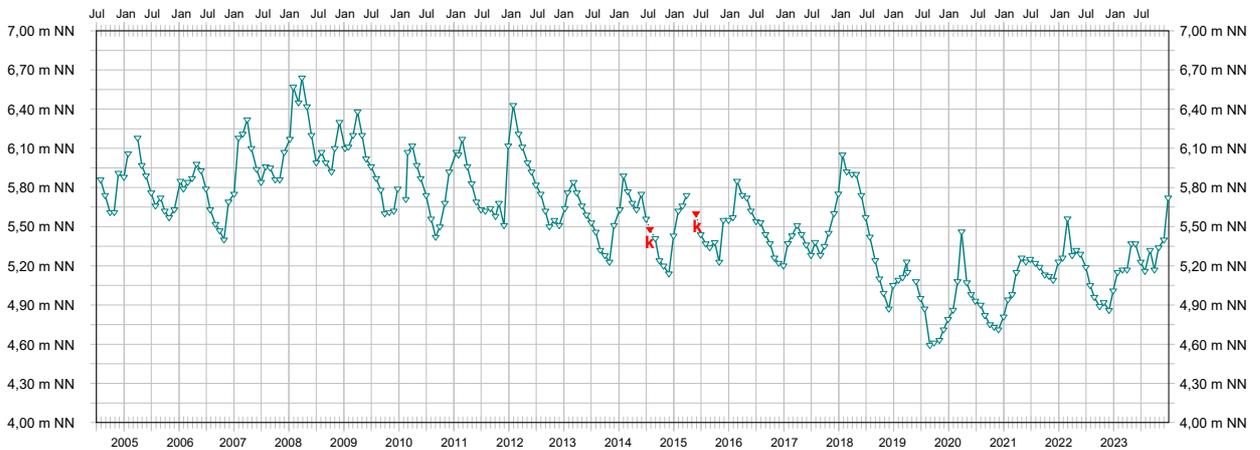
Grundwasserganglinie Messstelle [9550421] T 1 neu, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



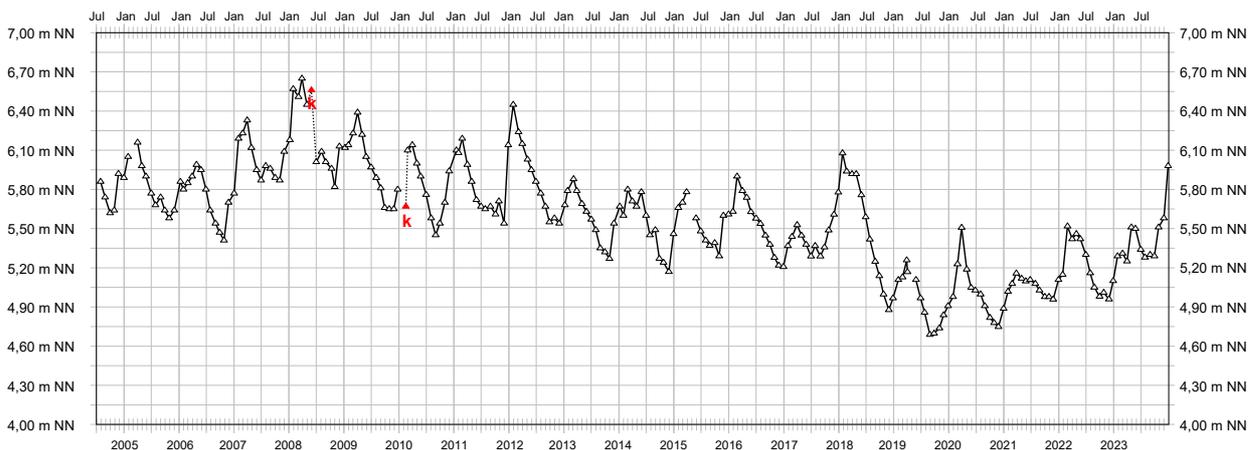
Grundwasserganglinie Messstelle [9550428] M3, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



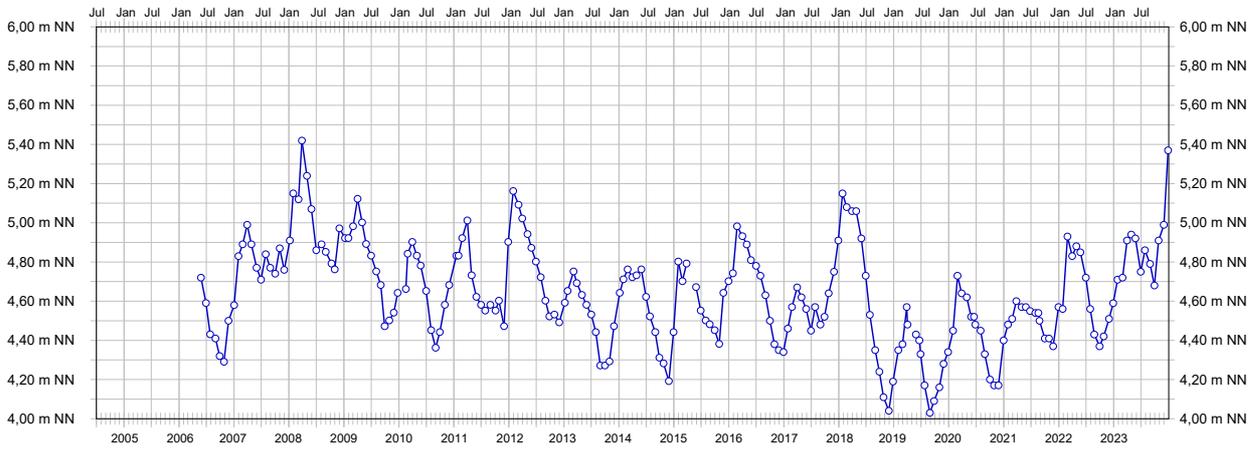
Grundwasserganglinie Messstelle [9550422] F 2 neu, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



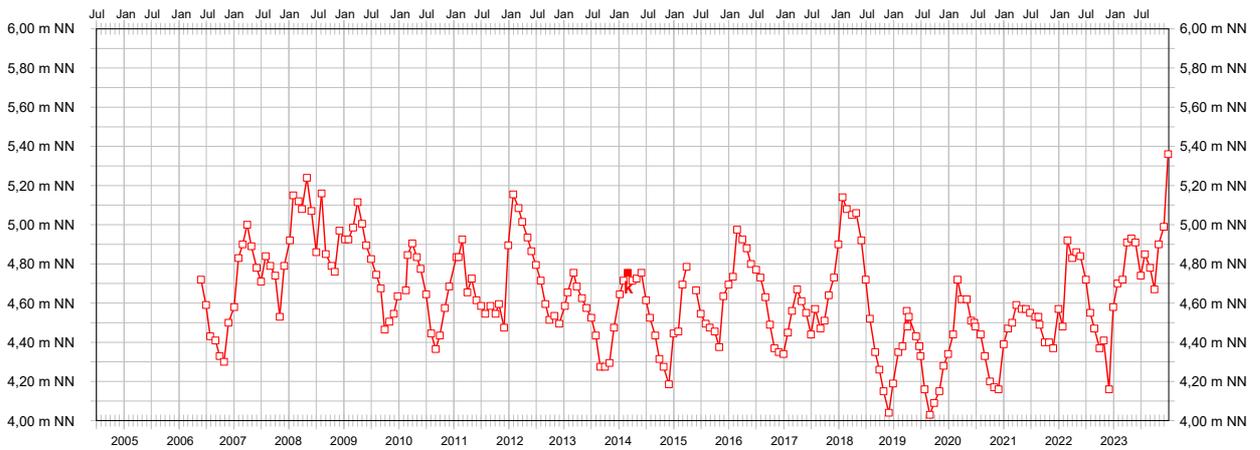
Grundwasserganglinie Messstelle [9550437] T 2 neu, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



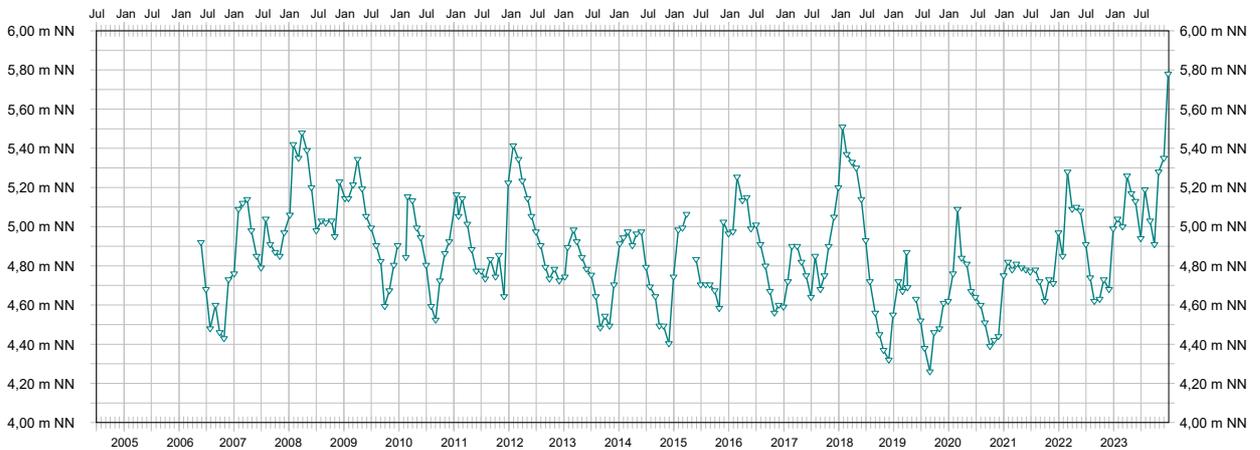
Grundwasserganglinie Messstelle [9550424] M1F, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



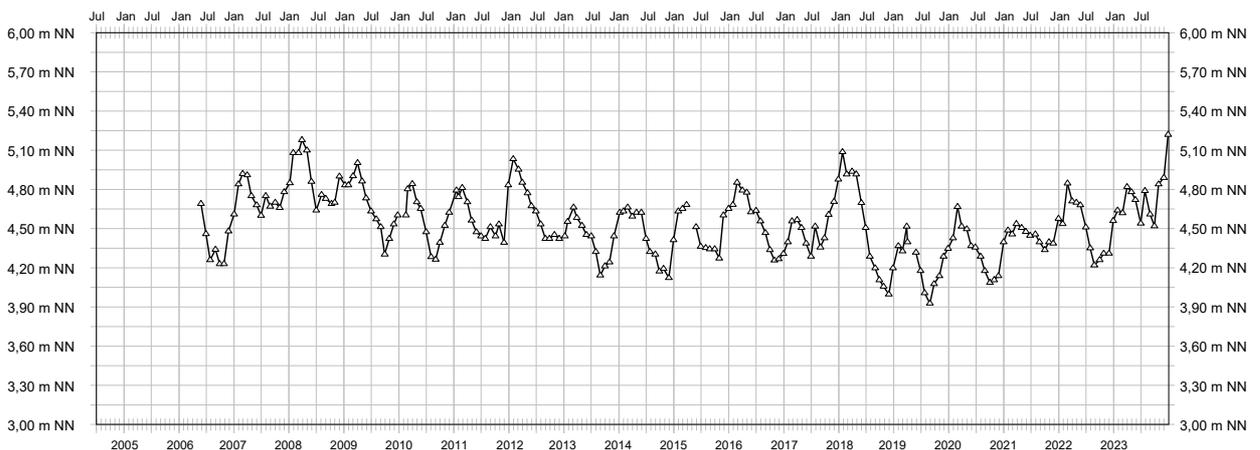
Grundwasserganglinie Messstelle [9550425] M1T, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



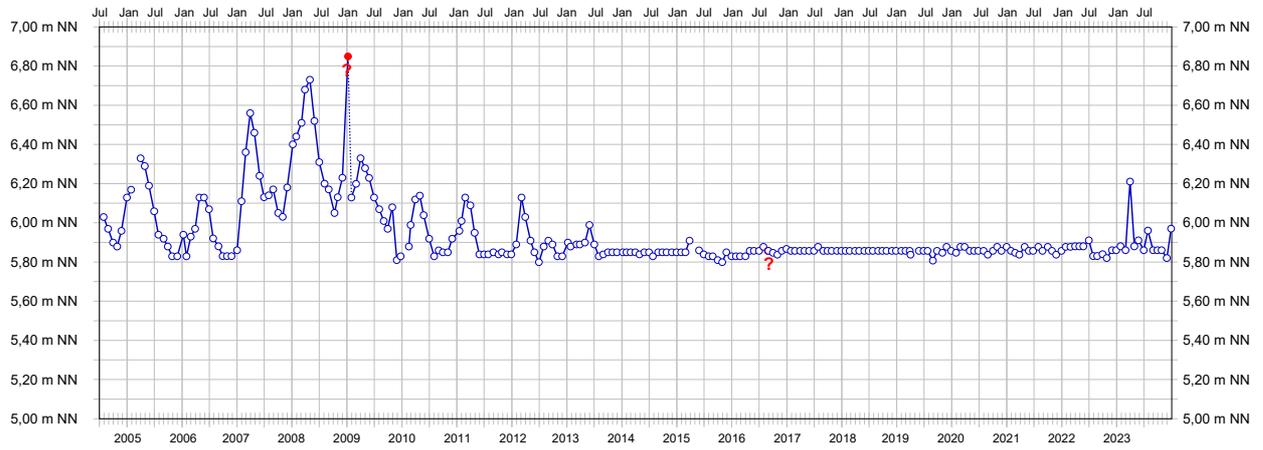
Grundwasserganglinie Messstelle [9550426] M2F, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



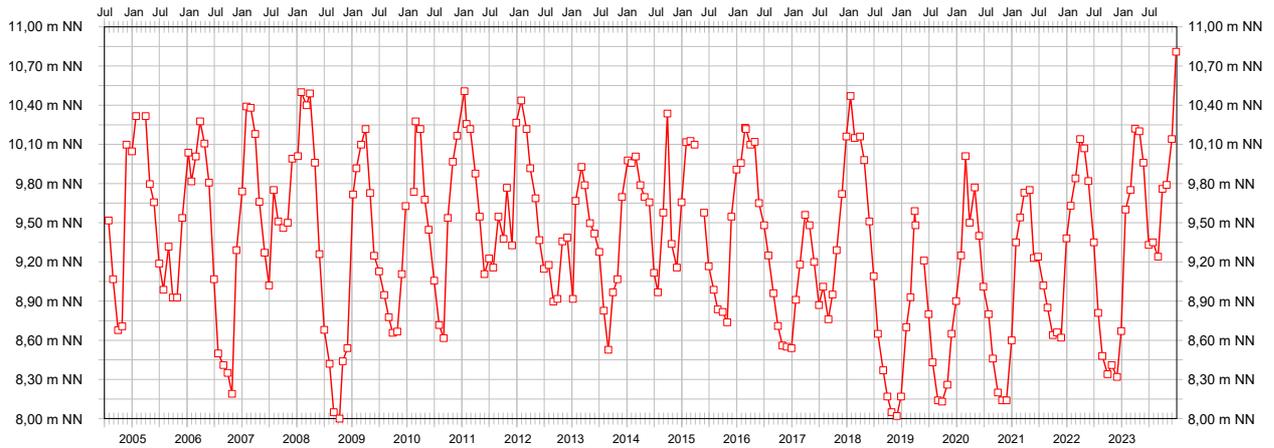
Grundwasserganglinie Messstelle [9550427] M2T, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



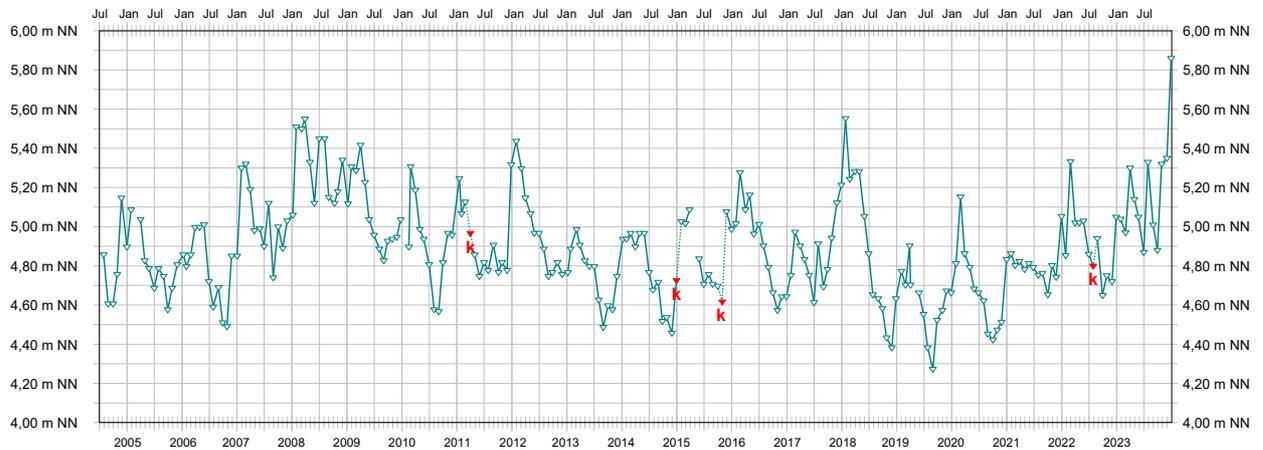
Grundwasserganglinie Messstelle [9550431] FIG 4, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



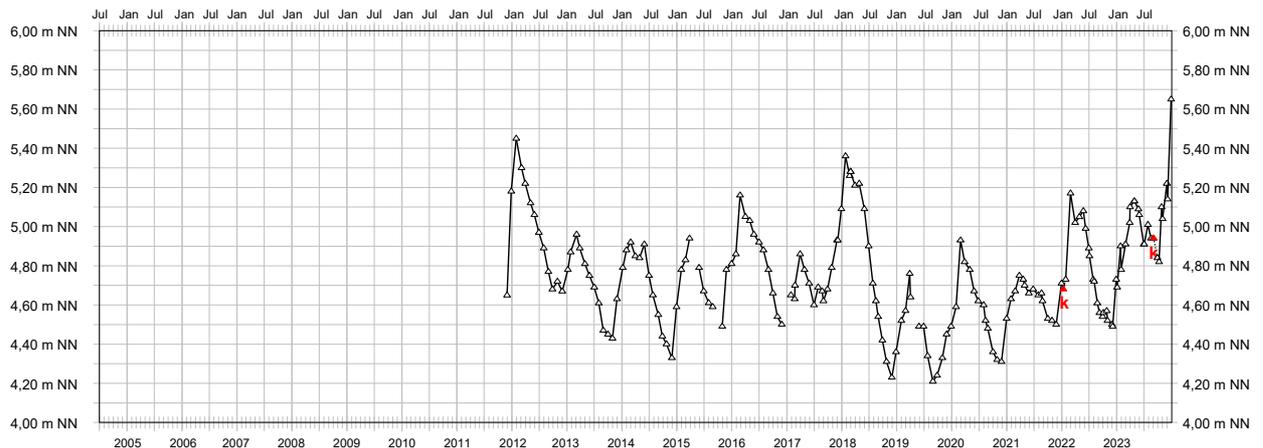
Grundwasserganglinie Messstelle [9550434] FIG 13, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



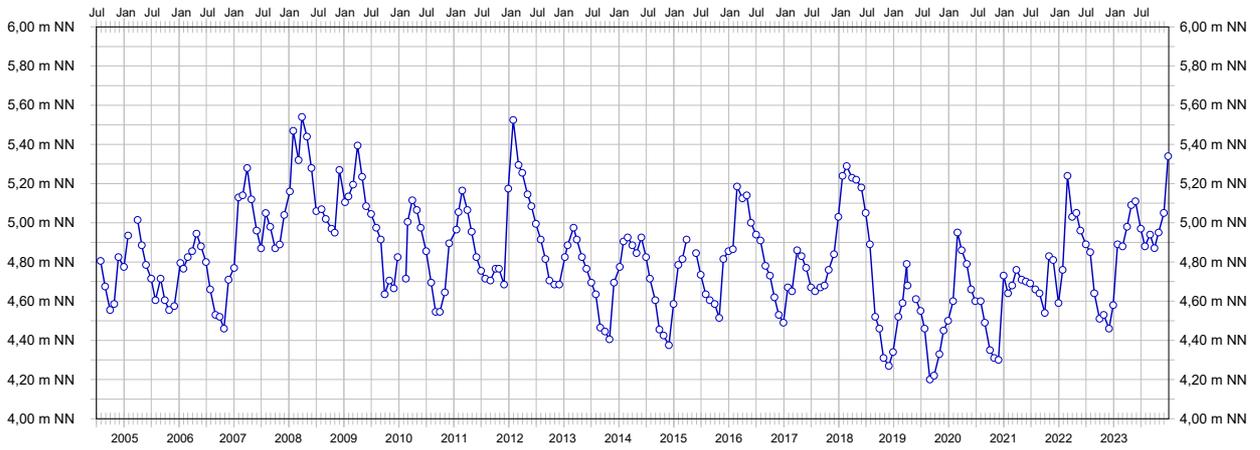
Grundwasserganglinie Messstelle [9550435] FIG 14, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



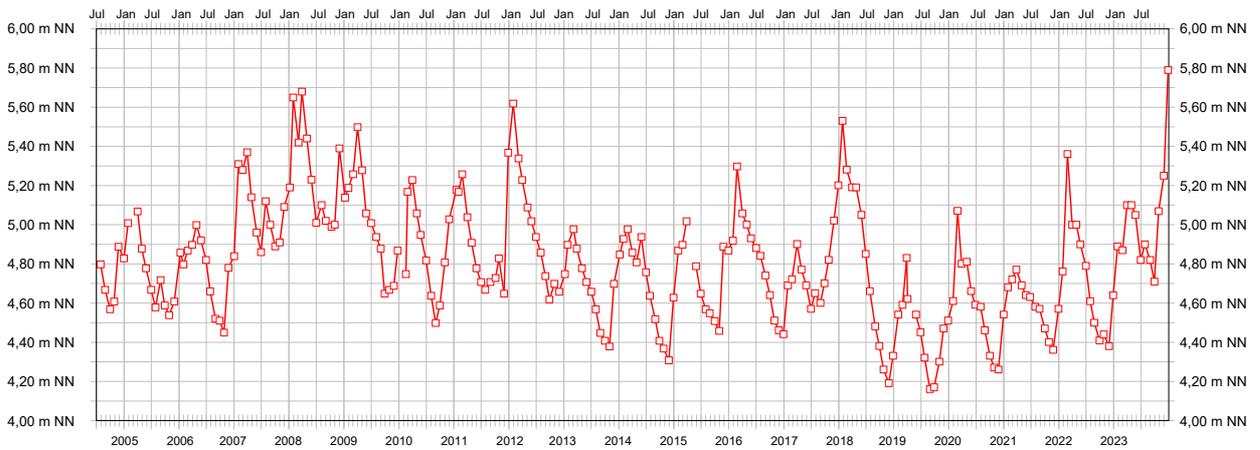
Grundwasserganglinie Messstelle [1811640] 164, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



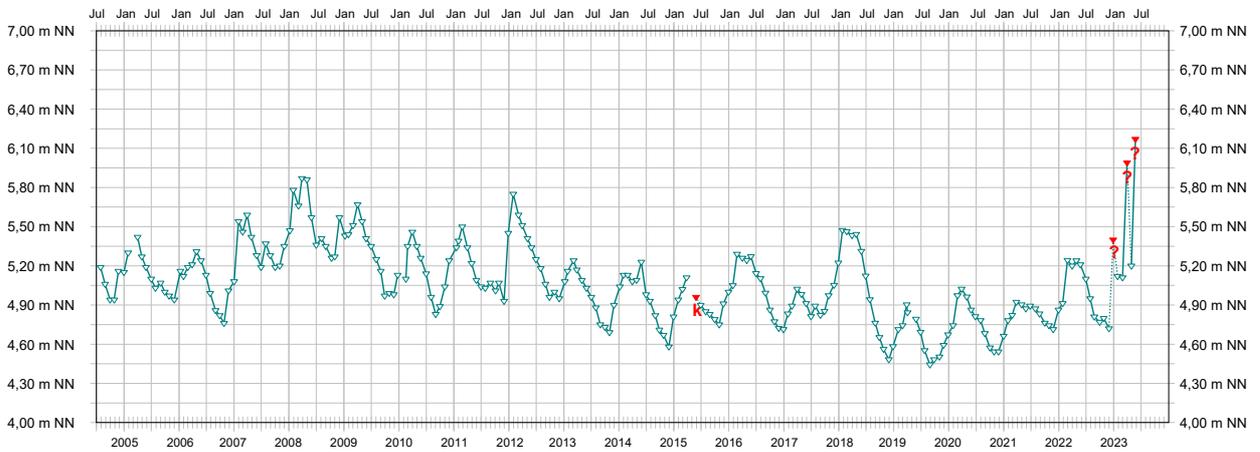
Grundwasserganglinie Messstelle [9550432] FIG 7, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



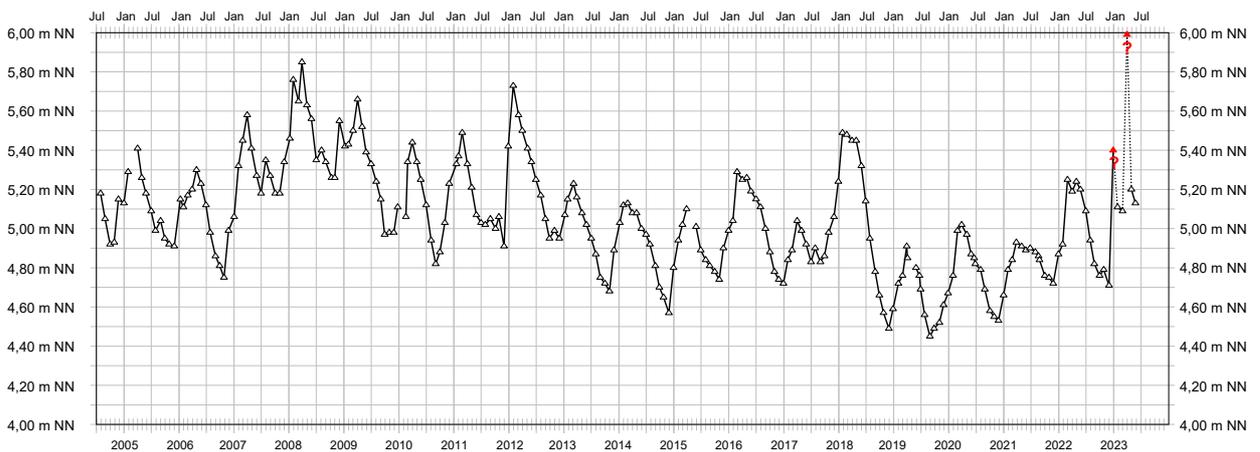
Grundwasserganglinie Messstelle [9550433] FIG 8, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



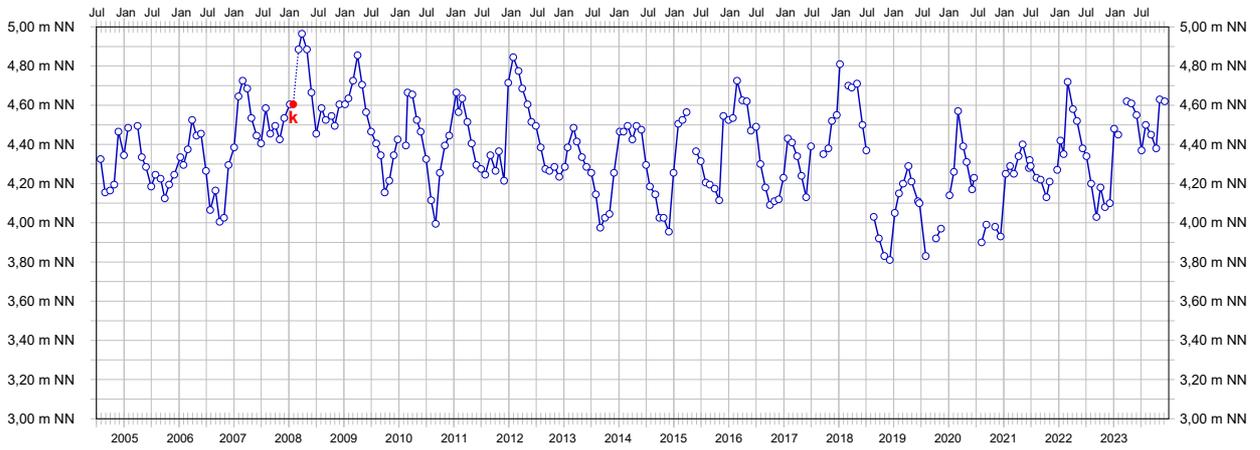
Grundwasserganglinie Messstelle [9550438] F 3 neu, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



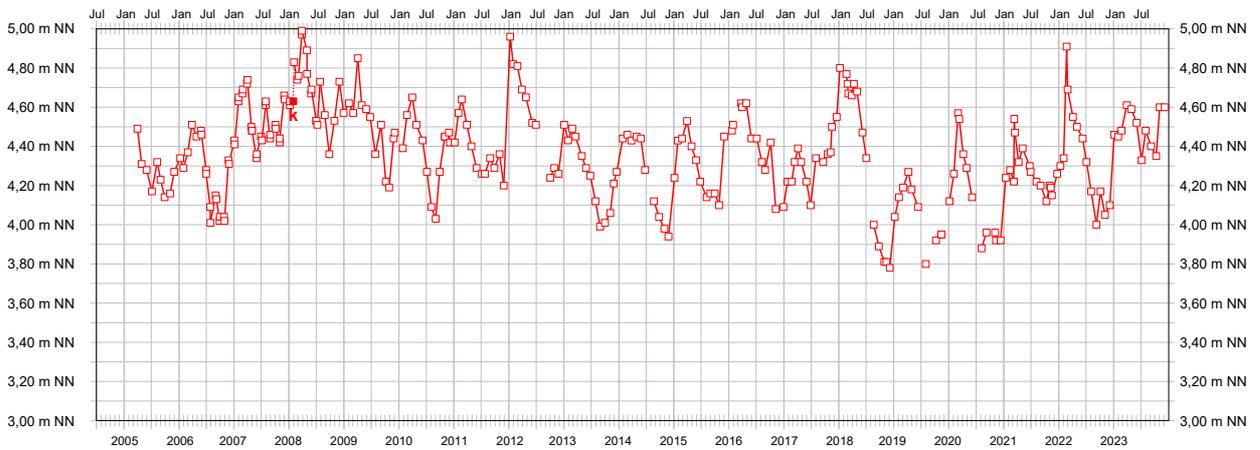
Grundwasserganglinie Messstelle [9550423] T 3 neu, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



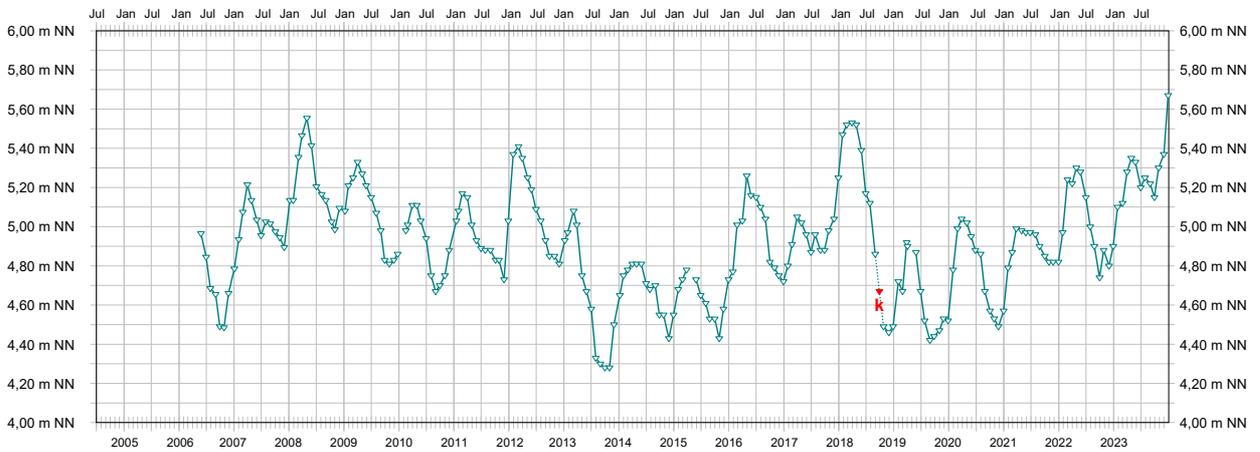
Grundwasserganglinie Messstelle [9550420] FAB 1, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



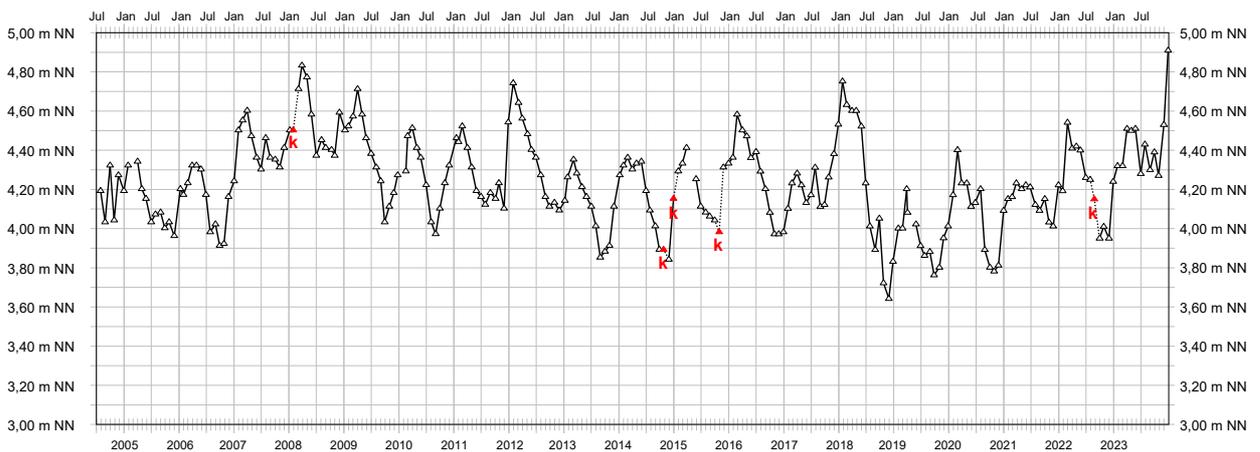
Grundwasserganglinie Messstelle [1811390] 139, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



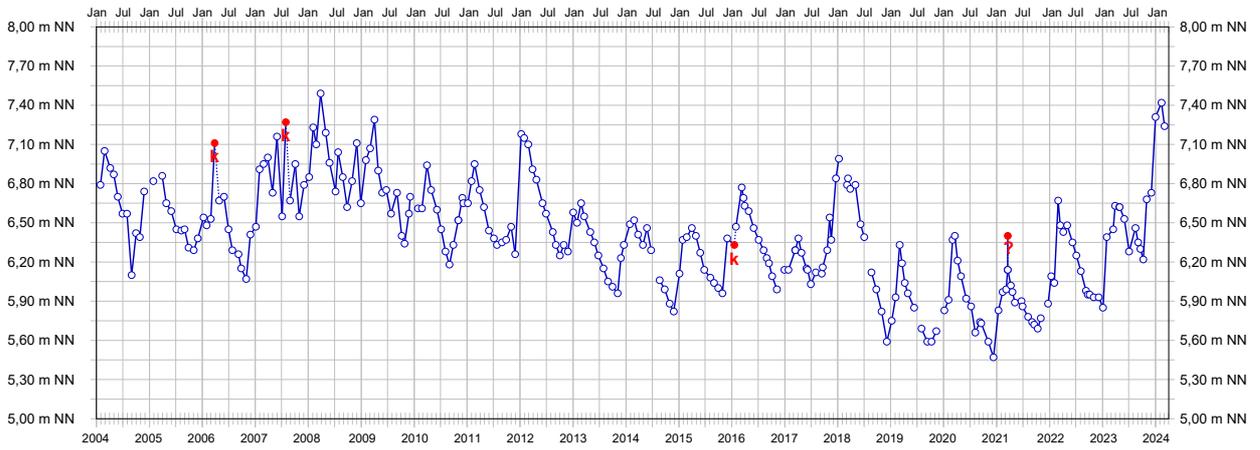
Grundwasserganglinie Messstelle [9550439] Pegel Teich, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



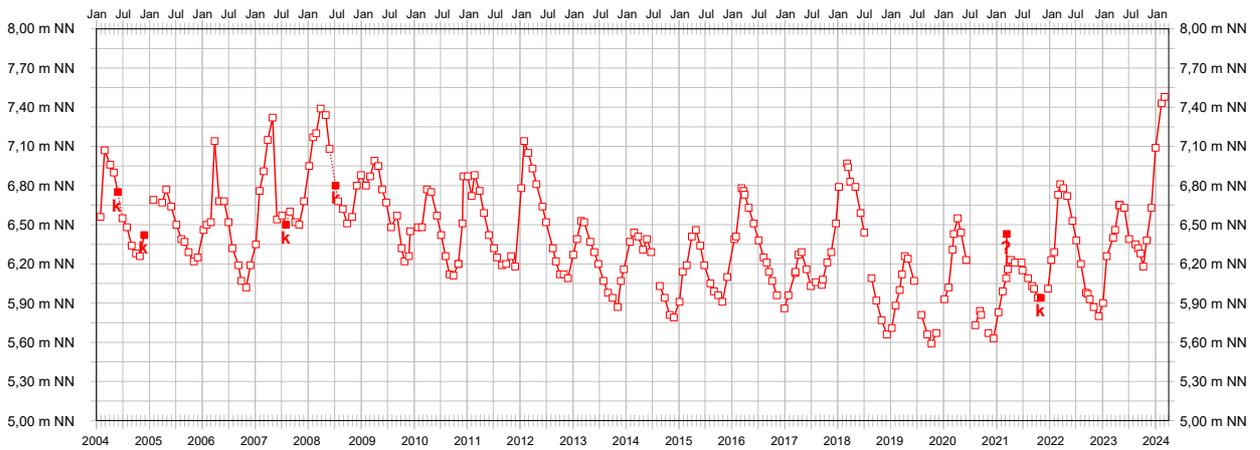
Grundwasserganglinie Messstelle [9550436] FIG 15, Datum: 01.07.2004 - 31.12.2023



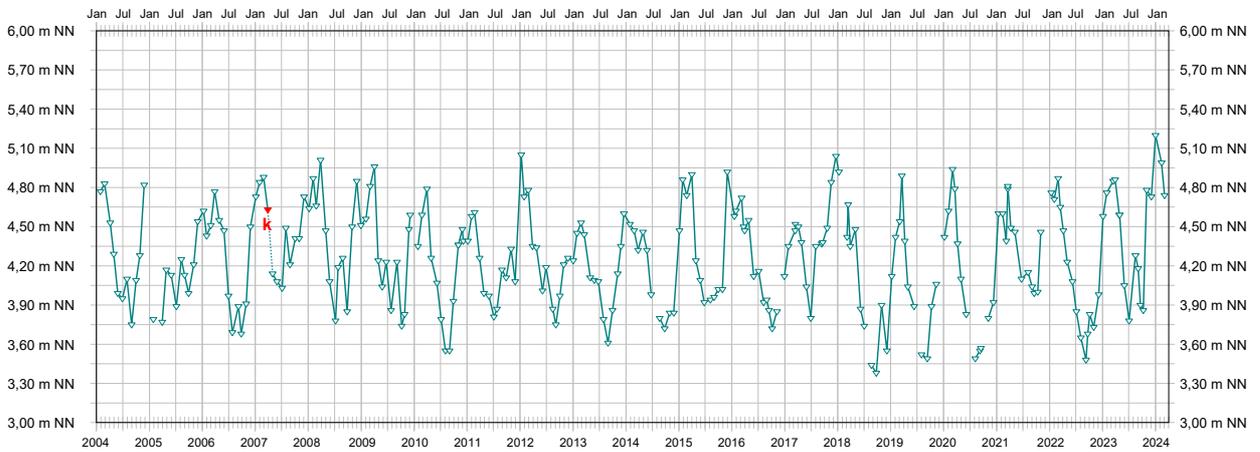
Grundwasserganglinie Messstelle [1810390] 039, Datum: 01.01.2004 - 31.03.2024



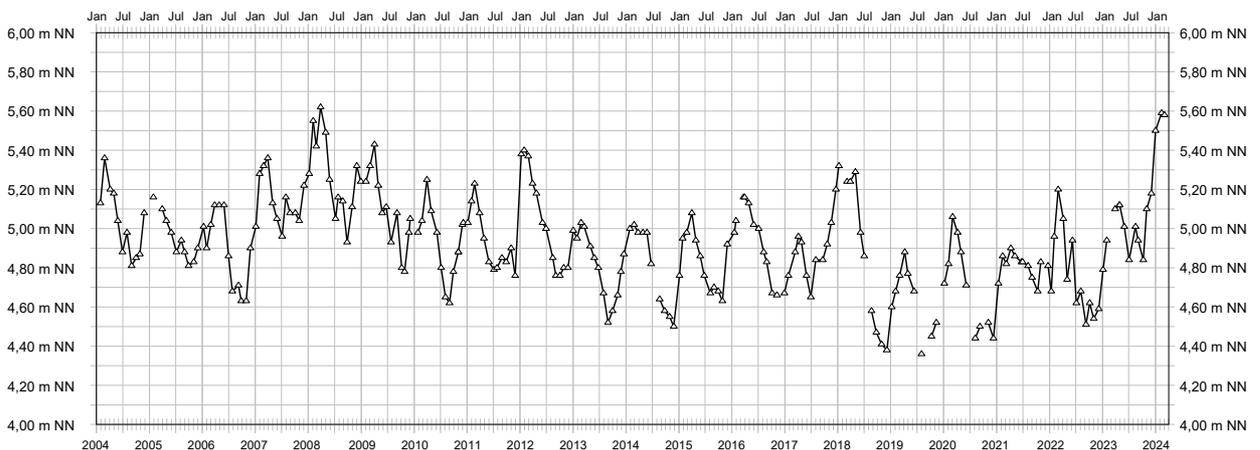
Grundwasserganglinie Messstelle [1810420] 042, Datum: 01.01.2004 - 31.03.2024



Grundwasserganglinie Messstelle [1810440] 044, Datum: 01.01.2004 - 31.03.2024



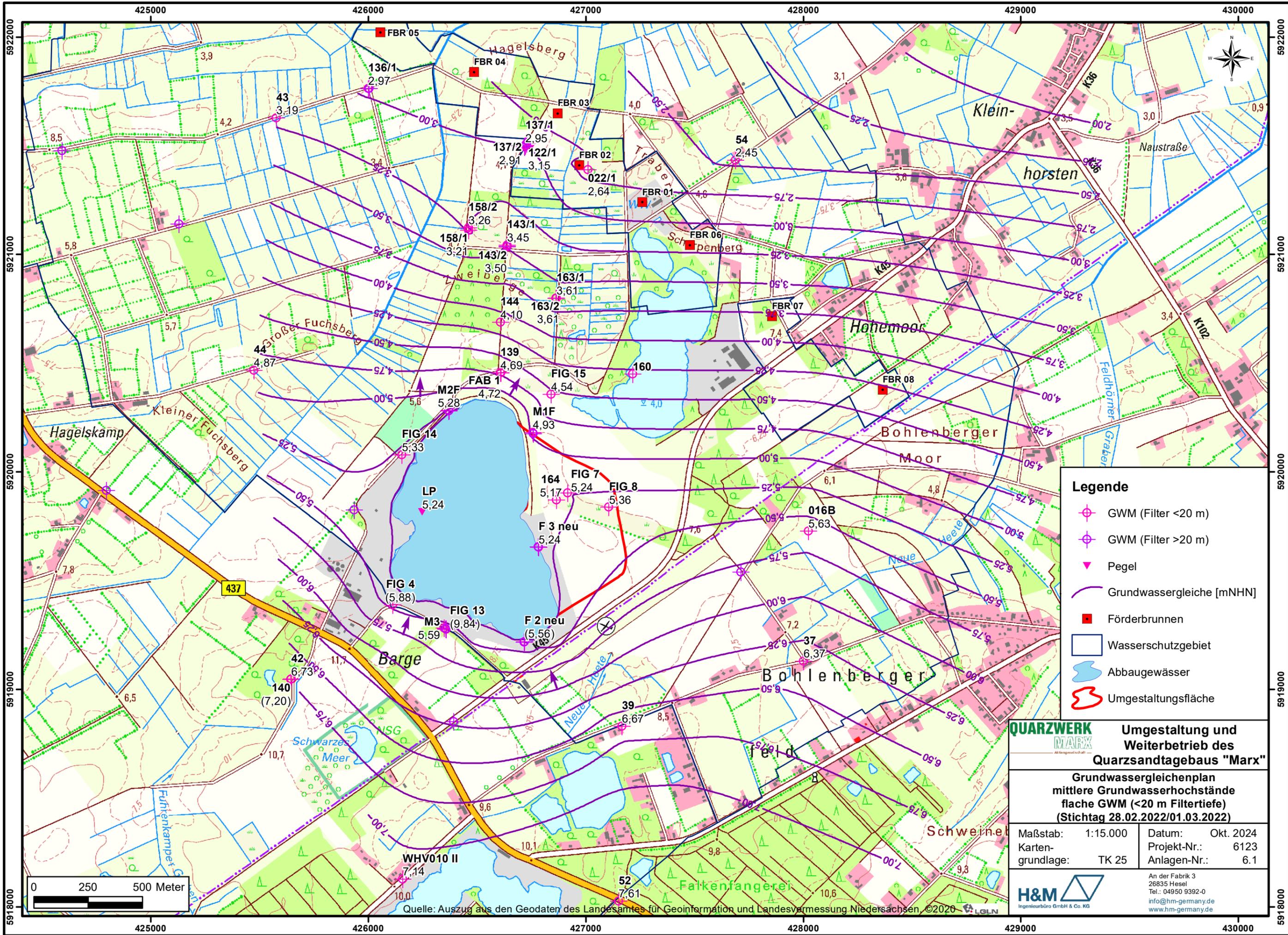
Grundwasserganglinie Messstelle [1811060] 106, Datum: 01.01.2004 - 31.03.2024



Anlage 6

Grundwassergleichenpläne

M 1 : 15.000



- Legende**
- GWM (Filter <20 m)
 - GWM (Filter >20 m)
 - Pegel
 - Grundwassergleiche [mNHN]
 - Förderbrunnen
 - Wasserschutzgebiet
 - Abbaugewässer
 - Umgestaltungsfläche

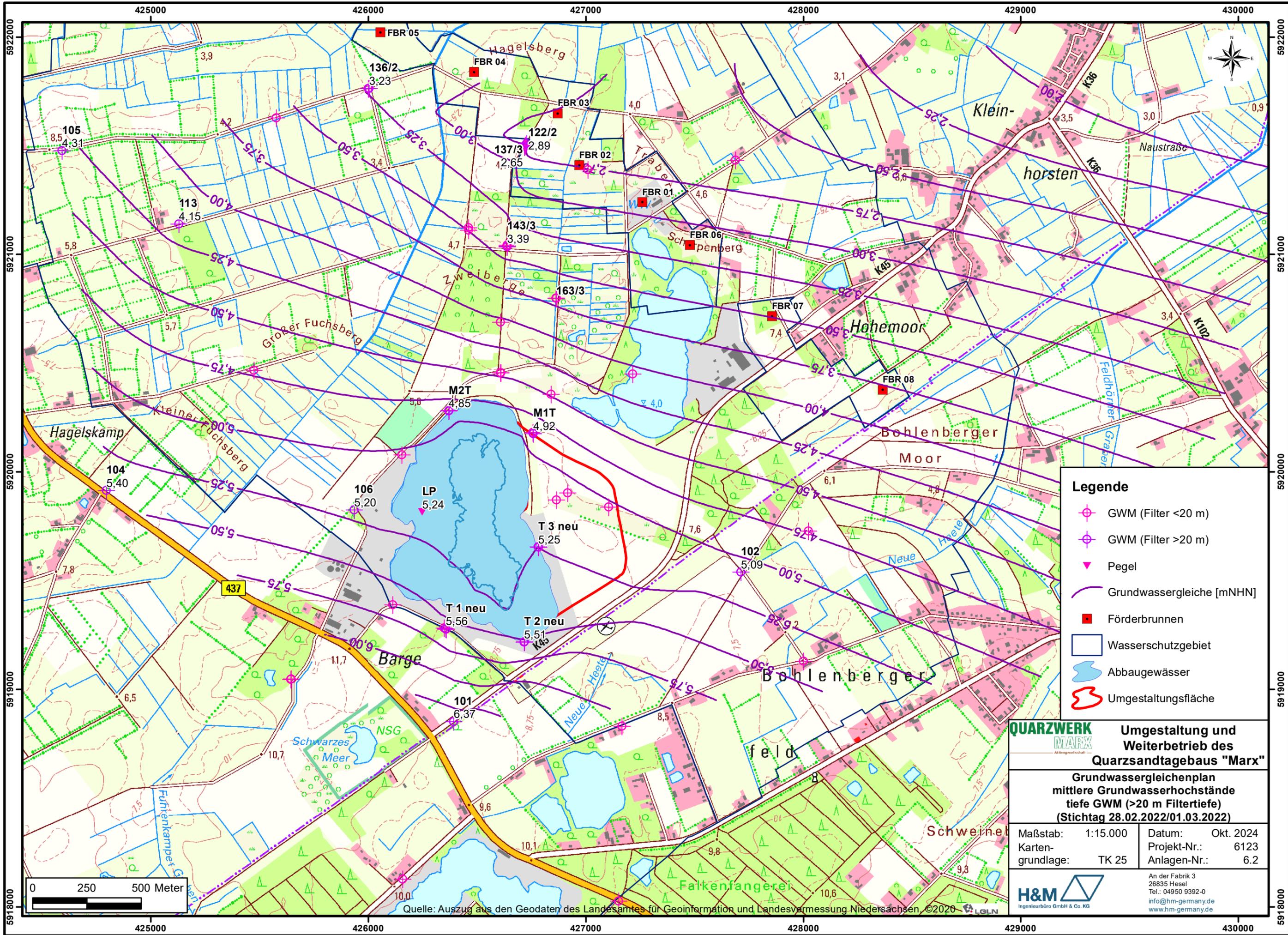
QUARZWERK MARX
 Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"

Grundwassergleichenplan
 mittlere Grundwasserhochstände
 flache GWM (<20 m Filtertiefe)
 (Stichtag 28.02.2022/01.03.2022)

Maßstab: 1:15.000	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: TK 25	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 6.1

H&M
 Ingenieurbüro 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, ©2020 LGLN



- Legende**
- GWM (Filter <20 m)
 - GWM (Filter >20 m)
 - Pegel
 - Grundwassergleiche [mNHN]
 - Förderbrunnen
 - Wasserschutzgebiet
 - Abbaugewässer
 - Umgestaltungsfläche

QUARZWERK MARX
 Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"

Grundwassergleichenplan
 mittlere Grundwasseroberstände
 tiefe GWM (>20 m Filtertiefe)
 (Stichtag 28.02.2022/01.03.2022)

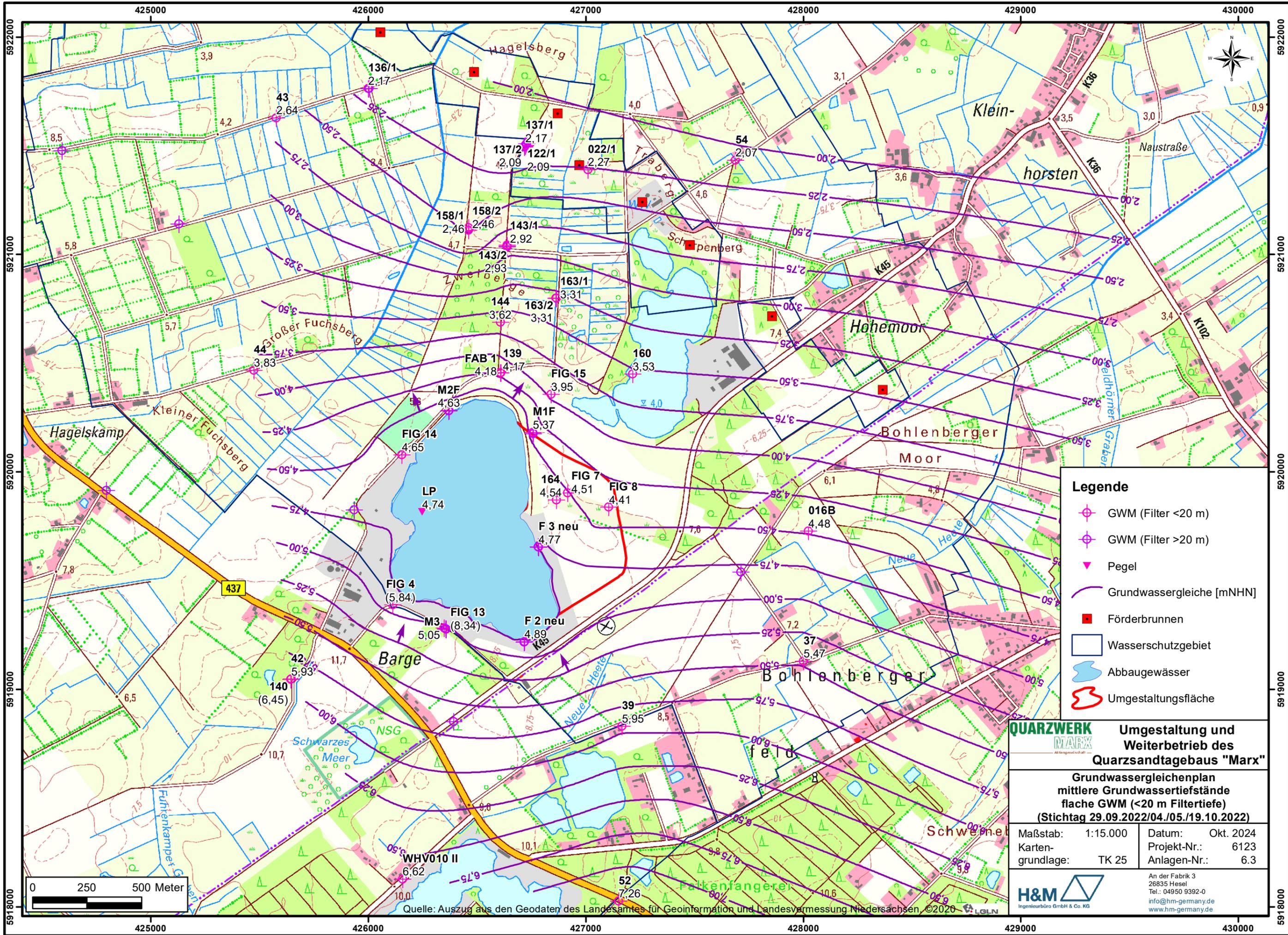
Maßstab: 1:15.000	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: TK 25	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 6.2

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

H&M
 Ingenieurbüro GmbH & Co. KG



Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, ©2020 LGLN



- Legende**
- GWM (Filter <20 m)
 - GWM (Filter >20 m)
 - Pegel
 - Grundwassergleiche [mNHN]
 - Förderbrunnen
 - Wasserschutzgebiet
 - Abbaugewässer
 - Umgestaltungsfläche

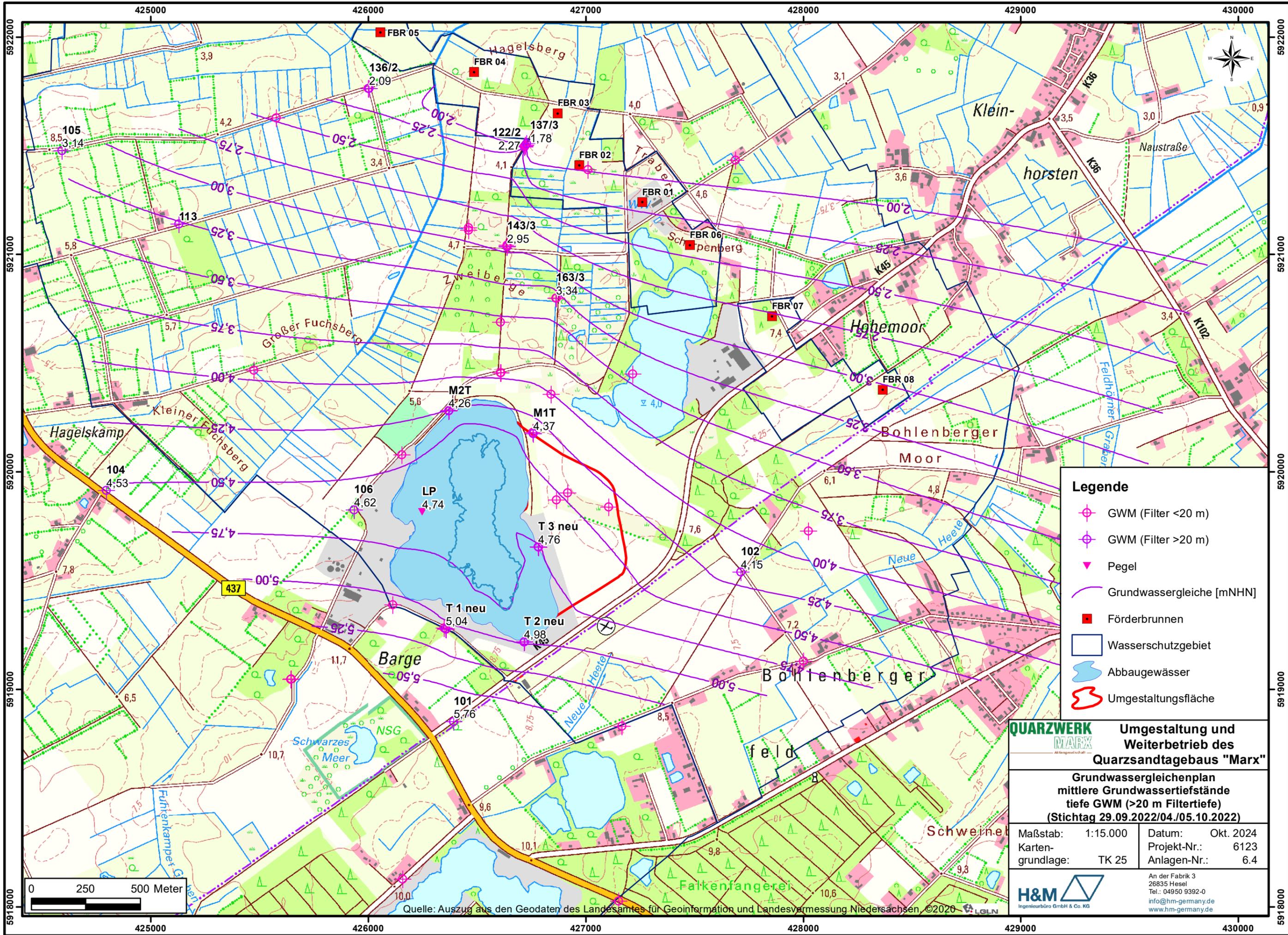
QUARZWERK MARX
 Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"

Grundwassergleichenplan
 mittlere Grundwassertiefstände
 flache GWM (<20 m Filtertiefe)
 (Stichtag 29.09.2022/04./05./19.10.2022)

Maßstab: 1:15.000	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: TK 25	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 6.3

H&M
 Ingenieurbüro 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, ©2020 LGLN



- Legende**
- GWM (Filter <20 m)
 - GWM (Filter >20 m)
 - Pegel
 - Grundwassergleiche [mNHN]
 - Förderbrunnen
 - Wasserschutzgebiet
 - Abbaugewässer
 - Umgestaltungsfläche

QUARZWERK MARX
 Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"

Grundwassergleichenplan
 mittlere Grundwassertiefstände
 tiefe GWM (>20 m Filtertiefe)
 (Stichtag 29.09.2022/04./05.10.2022)

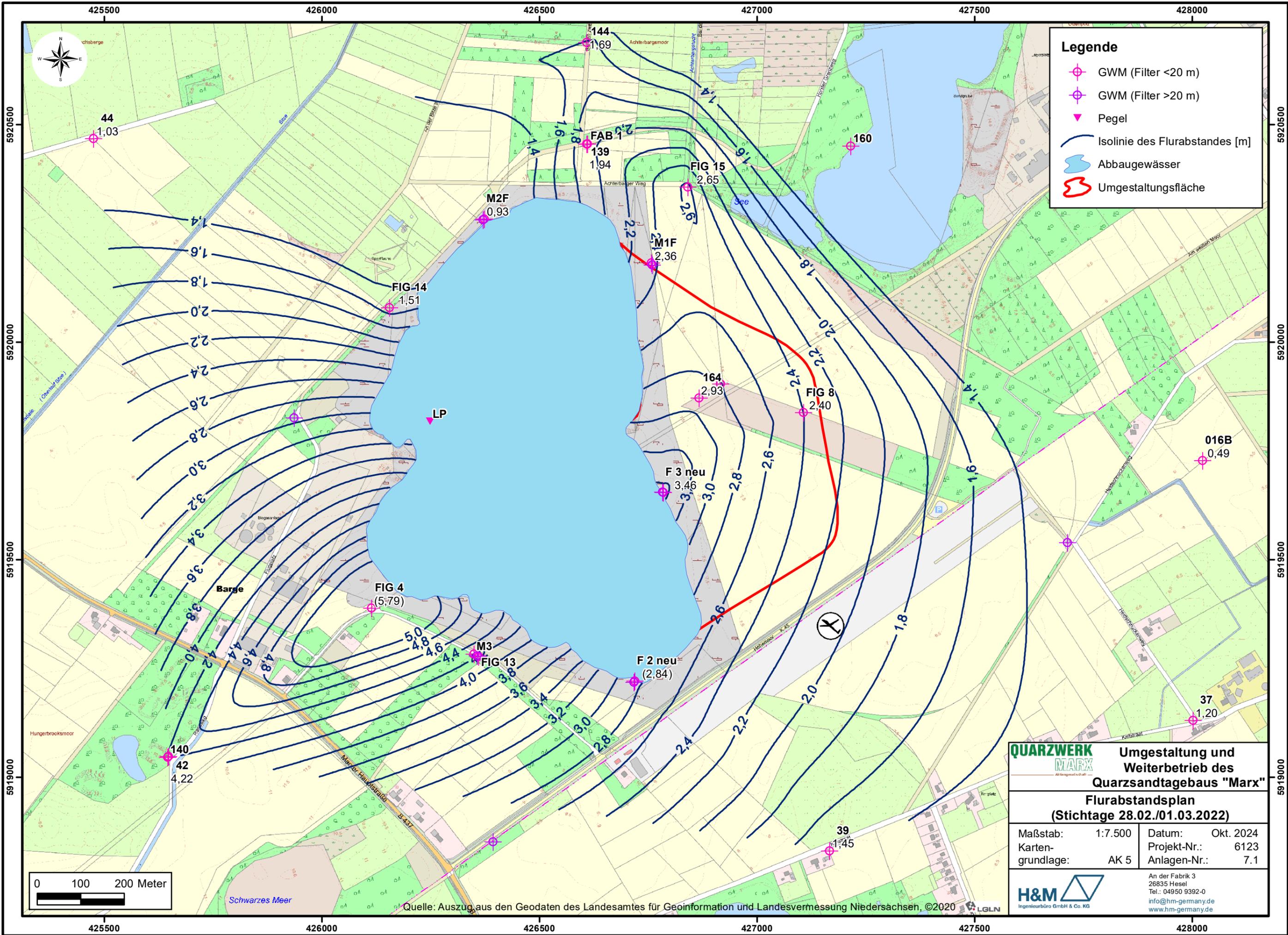
Maßstab: 1:15.000	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: TK 25	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 6.4

H&M
 Ingenieurbüro 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, ©2020 LGLN

Anlage 7

Flurabstandspläne
M 1 : 7.500



Legende

- GWM (Filter <20 m)
- GWM (Filter >20 m)
- Pegel
- Isolinie des Flurabstandes [m]
- Abbaugewässer
- Umgestaltungsfläche

QUARZWERK MARX
 Aktiengesellschaft

Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"

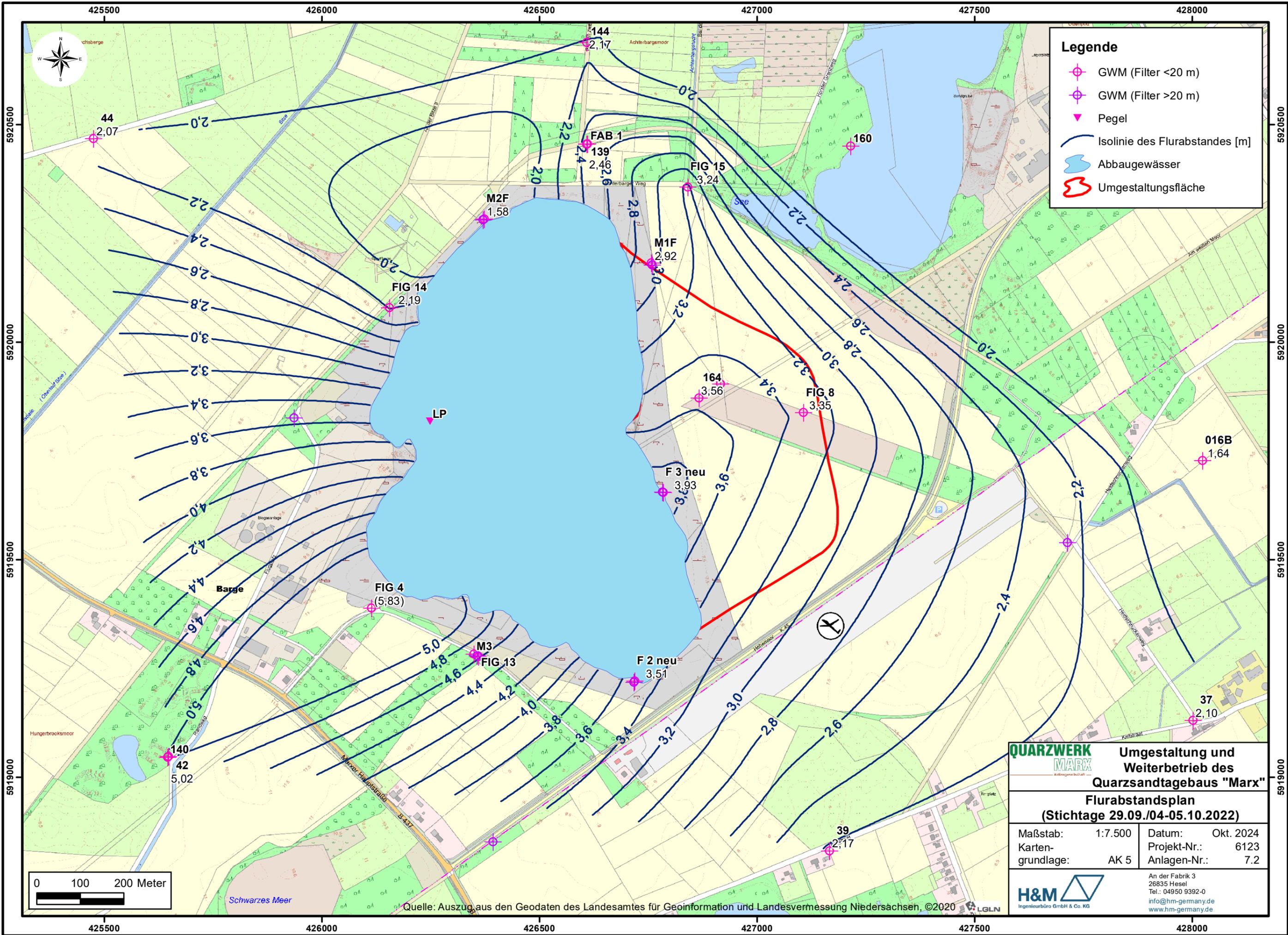
Flurabstandsplan (Stichtage 28.02./01.03.2022)

Maßstab: 1:7.500	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: AK 5	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 7.1

H&M
 Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

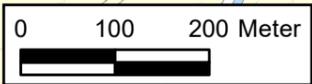
An der Fabrik 3
 26835 Hesel
 Tel.: 04950 9392-0
 info@hm-germany.de
 www.hm-germany.de

Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, ©2020 LGLN



Legende

- GWM (Filter <20 m)
- GWM (Filter >20 m)
- Pegel
- Isolinie des Flurabstandes [m]
- Abbaugewässer
- Umgestaltungsfläche



QUARZWERK MARX
 Umgestaltung und Weiterbetrieb des Quarzsandtagebaus "Marx"
 Flurabstandsplan
 (Stichtage 29.09./04-05.10.2022)

Maßstab: 1:7.500	Datum: Okt. 2024
Karten-grundlage: AK 5	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 7.2

H&M
 Ingenieurbüro 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, ©2020 LGLN

Anlage 8

Analysen

Allgemeine Parameter

Messstelle		FAB 1						
Datum	[-]	19.07.2005	17.07.2007	04.07.2008	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]		11,3				10,8	11,4
pH-Wert	[-]	4,04	4,2	4,1	4,5	4,58	4,6	4,51
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	347	340	335	360	325	318	381
Sauerstoff, gel.	[mg/l]		8,7					
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]							
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]							
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]					< 0,049	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]							
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]							
Gesamthärte	[°dH]							
Gesamthärte	[mmol/l]					1	0,93	0,97
DOC	[mg/l]					< 0,500	0,6	< 0,500
Phosphor ges.	[mg/l]					< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]							
Ammonium	[mg/l]					< 0,010	0,02	< 0,010
Nitrat	[mg/l]	8		10,3	9,9	9,1	8	7,5
Nitrit	[mg/l]					< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	23		24	31	29	26	27
Magnesium	[mg/l]	7,8		7,4	7,4	6,8	6,8	7,1
Natrium	[mg/l]					13	18	13
Kalium	[mg/l]					8	9,2	8,1
Eisen ges.	[mg/l]	0,009		0,007		0,018	0,093	0,032
Mangan ges.	[mg/l]			1	0,89	0,81	0,77	0,73
Hydrogencarbonat	[mg/l]					< 3,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	29		31	30	28	28	24
Sulfat	[mg/l]	102		119	108	103	98	85
Fluorid	[mg/l]							
Bor	[mg/l]							
Cyanid ges.	[mg/l]							
Aluminium ges.	[mg/l]					1,4	1,1	1,6
Arsen	[mg/l]							
Blei	[mg/l]							
Cadmium	[mg/l]							
Chrom ges.	[mg/l]							
Nickel	[mg/l]							
Quecksilber ges.	[mg/l]							
Zink	[mg/l]					0,095	0,095	0,083
AOX	[mg/l]					0,01	0,03	0,01
Acenaphthen	[mg/l]							
Acenaphthylen	[mg/l]							
Anthracen	[mg/l]							
Benzo(a)anthracen	[mg/l]							
Benzo(a)pyren	[mg/l]							
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]							
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]							
Chrysen	[mg/l]							
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]							
Fluoranthen	[mg/l]							
Fluoren	[mg/l]							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]							
Naphthalin	[mg/l]							
Phenanthren	[mg/l]							
Pyren	[mg/l]							
Summe PAK (EPA)	[mg/l]							

Allgemeine Parameter

Messstelle		FAB 1					
Datum	[-]	11.06.2012	18.06.2013	18.06.2014	04.06.2015	06.06.2016	07.06.2017
Wassertemperatur	[°C]	11,1	11,5	10,6	10,6	11	11,1
pH-Wert	[-]	4,59	7,6	4,7	4,58	4,7	4,9
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	327	329	326	333	344	346
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	9,75	10,24	10,24	10	9,5	10,6
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	2,3	1,9	2	2,4	2	2,2
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	< 0,10	0,14	< 0,10	0,15	0,1	0,3
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]	0,86	0,92	0,94	0,93	0,93	0,91
DOC	[mg/l]	3,6	2,3	< 0,500	1,5	2,9	1,8
Phosphor ges.	[mg/l]	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]	< 0,010	0,02	< 0,010	0,05	0,08	< 0,010
Nitrat	[mg/l]	5,9	4,5	4	3,9	4	4,6
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,003	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	21	24	25	25	25	24
Magnesium	[mg/l]	8,1	7,9	7,7	7,5	7,4	7,4
Natrium	[mg/l]	14	14	13	12	13	14
Kalium	[mg/l]	8,8	9,3	9,5	9,2	11	12
Eisen ges.	[mg/l]	0,14	< 0,050	0,02	0,04	0,085	0,083
Mangan ges.	[mg/l]	0,87	0,72	0,95	0,59	0,57	0,49
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	29	36	42	32	28	32
Sulfat	[mg/l]	96	74	100	100	100	130
Fluorid	[mg/l]	0,04	< 0,100	0,4	< 0,100	< 0,750	< 0,750
Bor	[mg/l]	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	< 0,0100
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	2,7	1,7	1,8	1,9	1,8	2
Arsen	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,009	< 0,0050
Blei	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,001	< 0,0050	< 0,0050
Cadmium	[mg/l]	0,0009	0,001	0,0009	0,001	< 0,0020	< 0,0020
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Nickel	[mg/l]	0,057	0,052	0,071	0,083	0,08	0,079
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,050	0,12	0,14	0,01	0,14	0,14
AOX	[mg/l]	0,02	0,04	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	0,03
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		FAB 1					
Datum	[-]	12.06.2018	19.06.2019	16.06.2020	16.06.2021	16.06.2022	21.06.2023
Wassertemperatur	[°C]	12	12	12,1	12,1	12	12,8
pH-Wert	[-]	4,3	4,7	4,3	4,2	4,5	4,4
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	350	340	290	340	370	360
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	9,3	6,3	8,7	7,7	8,3	5,7
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	2,4	2	2,2	2,1	3,4	2,4
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,1	0,1
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,05	0,03	0,05	0,07	< 0,030	0,04
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]	5,3	5,4	5,5	5,5	5,5	6,2
Gesamthärte	[mmol/l]	0,94	0,96	0,99	0,99	0,99	1,1
DOC	[mg/l]	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Phosphor ges.	[mg/l]						
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070
Nitrat	[mg/l]	4,3	3,8	3,1	2,8	2,4	2
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,01
Calcium	[mg/l]	25	26	27	27	27	32
Magnesium	[mg/l]	7,8	7,5	7,7	7,7	7,7	7,6
Natrium	[mg/l]	12	14	14	15	15	14
Kalium	[mg/l]	11	11	12	11	11	11
Eisen ges.	[mg/l]	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,005
Mangan ges.	[mg/l]	0,58	0,55	0,56	0,42	0,37	0,41
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 4,00	< 4,00	3,1	< 4,00	< 4,00	< 4,00
Chlorid	[mg/l]	28	29	29	29	30	30
Sulfat	[mg/l]	130	93	110	110	120	110
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	0,4	< 0,300	< 0,600	< 0,300	0,14
Bor	[mg/l]	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,02
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,010
Aluminium ges.	[mg/l]	2	2,2	1,9	2,6	2,3	3
Arsen	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	< 0,0009	0,0012	0,001	0,0011	0,0011
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0005
Nickel	[mg/l]	0,081	0,076	0,084	0,074	0,077	0,062
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0001
Zink	[mg/l]	0,16	0,04	0,19	0,18	0,19	0,17
AOX	[mg/l]	0,01	0,01	0,03	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,00002	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,00003	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000030	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0	0	0	0,00005	0	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		T 1 neu					
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	11.08.2010	15.06.2011	11.06.2012
Wassertemperatur	[°C]				10	9	9,9
pH-Wert	[-]	3,18	3,65	3,9	3,62	3,51	3,47
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	451	380	370	340	460	225
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						1,71
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						3,4
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				< 0,098	< 0,098	< 0,100
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				0,58	0,77	0,64
DOC	[mg/l]				0,02	1,3	5
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	0,02	0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,09	0,1	0,19
Nitrat	[mg/l]	58,8	70,3	68,9	29,5	33,9	13,8
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	32	23	23	15	20	11
Magnesium	[mg/l]	4,4	4	3,2	5,1	6,5	9
Natrium	[mg/l]				22	14	20
Kalium	[mg/l]				17	15	9
Eisen ges.	[mg/l]	0,098	1,8	2,2	3,3	1,1	1,3
Mangan ges.	[mg/l]		0,12	0,1	0,24	0,32	0,52
Hydrogencarbonat	[mg/l]				< 6,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	24	22	19	25	27	30
Sulfat	[mg/l]	80	66	54	66	64	90
Fluorid	[mg/l]						0,05
Bor	[mg/l]						0,04
Cyanid ges.	[mg/l]						< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]				0,42	0,7	0,43
Arsen	[mg/l]						< 0,0010
Blei	[mg/l]						< 0,0010
Cadmium	[mg/l]						< 0,0005
Chrom ges.	[mg/l]						< 0,0050
Nickel	[mg/l]						0,007
Quecksilber ges.	[mg/l]						< 0,0001
Zink	[mg/l]				< 0,050	< 0,050	< 0,050
AOX	[mg/l]				1,6	0,04	0,02
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		T 1 neu					
Datum	[-]	08.06.2016	07.06.2017	13.06.2018	19.06.2019	17.06.2020	18.08.2021
Wassertemperatur	[°C]	9,9	10	10,5	10,3	10,8	10,4
pH-Wert	[-]	3,5	3,8	3,9	4,1	3,5	4,7
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	424	429	340	320	320	520
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	3	3,2	1,2	3,6	4,7	0,1
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	3,6	3,8	4,9	3,8	4,3	2,6
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,2	< 0,10	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,030
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]			0,08	< 0,200	0,18	
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]			2			
Gesamthärte	[°dH]			3,8	3,3	4,5	7,5
Gesamthärte	[mmol/l]	0,67	0,63	0,67	0,59	0,81	1,3
DOC	[mg/l]	3	2,2	2,2	2	1,6	1,2
Phosphor ges.	[mg/l]	< 0,01	< 0,01				
Phosphat ges.	[mg/l]			< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,18	0,15	0,09	< 0,070	0,14	0,16
Nitrat	[mg/l]	13	24	26	58	56	< 0,20
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	13	13	16	17	20	21
Magnesium	[mg/l]	8,3	7,4	6,6	4,1	7,6	20
Natrium	[mg/l]	14	12	8,1	9,2	12	21
Kalium	[mg/l]	10	15	18	17	15	11
Eisen ges.	[mg/l]	2,3	0,79	5,6	2,4	15	19
Mangan ges.	[mg/l]	0,42	0,29	0,18	0,13	0,3	0,54
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 6,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
Chlorid	[mg/l]	20	21	16	22	18	39
Sulfat	[mg/l]	110	170	120	42	50	170
Fluorid	[mg/l]	< 0,750	< 0,750	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,300
Bor	[mg/l]	0,01	0,02	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	0,23	0,32	2,1	2,4	1,3	0,38
Arsen	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	0,004	0,003	< 0,0030	0,007
Blei	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030
Cadmium	[mg/l]	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100
Nickel	[mg/l]	< 0,004	0,011	0,044	0,021	0,024	0,057
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,01	0,02	0,05	< 0,010	0,11	0,06
AOX	[mg/l]	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]			< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000030	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]			< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]			0	0	0	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		T 1 neu	T 1 neu
Datum	[-]	15.06.2022	21.06.2023
Wassertemperatur	[°C]	10,5	10,8
pH-Wert	[-]	4,1	3,7
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	320	370
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	4	3,7
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	5,8	5,2
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,1	0,2
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,066	< 0,066
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,06	0,13
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]	2,2	2,1
Gesamthärte	[°dH]	3,4	3,6
Gesamthärte	[mmol/l]	0,61	0,64
DOC	[mg/l]	2	2,2
Phosphor ges.	[mg/l]		
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	< 0,070	< 0,070
Nitrat	[mg/l]	48	42
Nitrit	[mg/l]	0,01	0,01
Calcium	[mg/l]	18	18
Magnesium	[mg/l]	3,8	4,6
Natrium	[mg/l]	9,8	11
Kalium	[mg/l]	14	20
Eisen ges.	[mg/l]	4,2	19
Mangan ges.	[mg/l]	0,08	0,14
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 4,00	< 4,00
Chlorid	[mg/l]	18	20
Sulfat	[mg/l]	50	75
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	0,07
Bor	[mg/l]	< 0,0500	0,028
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	1,6	1,8
Arsen	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0010
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0010
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	0,0004
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0005
Nickel	[mg/l]	0,012	0,018
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0001
Zink	[mg/l]	0,02	0,02
AOX	[mg/l]	0,02	0,02
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		T 3 neu					
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]					10	9,9
pH-Wert	[-]	4,04	4,41	4	3,93	4,06	4,75
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	230	246	320	289	294	335
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				< 0,049	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				0,65	0,68	0,72
DOC	[mg/l]				2,2	4,8	4,5
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,12	0,01	0,55
Nitrat	[mg/l]	15,5	39,4	18,7	22,5	43,5	9,5
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	10	16	14	18	19	18
Magnesium	[mg/l]	3,6	4,2	5,3	4,9	5,1	6,6
Natrium	[mg/l]				19	17	19
Kalium	[mg/l]				4,9	7,2	2,9
Eisen ges.	[mg/l]	0,41	0,63	9,2	0,61	1,1	13
Mangan ges.	[mg/l]		0,097	0,44	0,097	0,093	0,18
Hydrogencarbonat	[mg/l]				< 3,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	28	30	31	31	27	41
Sulfat	[mg/l]	33	32	53	53	43	66
Fluorid	[mg/l]						
Bor	[mg/l]						
Cyanid ges.	[mg/l]						
Aluminium ges.	[mg/l]				0,68	0,75	0,82
Arsen	[mg/l]						
Blei	[mg/l]						
Cadmium	[mg/l]						
Chrom ges.	[mg/l]						
Nickel	[mg/l]						
Quecksilber ges.	[mg/l]						
Zink	[mg/l]				0,13	< 0,050	< 0,050
AOX	[mg/l]				0,02	0,04	0,02
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		T 3 neu					
Datum	[-]	11.06.2012	18.06.2013	18.06.2014	04.06.2015	06.06.2016	07.06.2017
Wassertemperatur	[°C]	9,9	10,1	9,9	14,5	10,5	12
pH-Wert	[-]	4,01	4,8	5,5	5,12	5,3	5,2
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	300	274	339	306	282	272
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,76	484	< 0,10	0,92	0,7	0,8
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	16,1	12	13	13	16	16
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	2,45	0,52	0,49	0,45	0,6	0,4
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	0,085	< 0,100	0,2	< 0,100
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]	0,62	0,72	0,62	0,55	0,59	0,45
DOC	[mg/l]	5	5,5	4,3	5,4	6,4	5,5
Phosphor ges.	[mg/l]	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]	0,67	0,57	0,82	0,87	2,4	0,72
Nitrat	[mg/l]	7,5	10	< 2,50	0,69	< 2,50	< 2,50
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	11	17	13	11	12	8,7
Magnesium	[mg/l]	8,5	7,1	7,3	6,5	6,9	5,5
Natrium	[mg/l]	19	15	17	16	18	15
Kalium	[mg/l]	3,3	6,4	3,1	2,7	3,1	2,4
Eisen ges.	[mg/l]	16	3,4	26	23	20	19
Mangan ges.	[mg/l]	0,18	0,14	0,26	0,21	0,2	0,14
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 6,00	6	< 6,00	10	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	41	37	39	35	30	32
Sulfat	[mg/l]	72	51	91	85	78	80
Fluorid	[mg/l]	0,05	< 0,100	0,2	< 0,100	< 0,750	< 0,750
Bor	[mg/l]	0,07	0,02	0,023	0,14	0,04	< 0,0100
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	0,25	0,91	0,23	0,17	0,18	0,12
Arsen	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,002	< 0,0050	< 0,0050
Blei	[mg/l]	< 0,0010	0,005	< 0,0010	< 0,0010	0,014	< 0,0050
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001	< 0,0020	< 0,0020
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Nickel	[mg/l]	< 0,002	0,004	< 0,002	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
AOX	[mg/l]	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,06
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,00001	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		T 3 neu				
Datum	[-]	13.06.2018	19.06.2019	17.06.2020	19.08.2021	15.06.2022
Wassertemperatur	[°C]	10,3	10,2	11,2	10,6	10,4
pH-Wert	[-]	5	5,3	5	4,7	5,6
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	310	320	260	360	330
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	14	13	13	13	2,3
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,4	0,3	0,4	0,3	< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,13	0,1	0,11	0,12	0,11
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]					
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]					
Gesamthärte	[°dH]	3,5	3,6	3,6	3,9	3,7
Gesamthärte	[mmol/l]	0,62	0,65	0,65	0,69	0,66
DOC	[mg/l]	4,8	4,8	5	4,9	4,7
Phosphor ges.	[mg/l]					
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,87	0,89	0,79	1	1,1
Nitrat	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	12	13	13	14	13
Magnesium	[mg/l]	7,7	7,9	7,9	8,4	8,2
Natrium	[mg/l]	16	18	19	19	19
Kalium	[mg/l]	2,5	2,7	2,8	3,3	2,9
Eisen ges.	[mg/l]	20	13	20	16	14
Mangan ges.	[mg/l]	0,2	0,19	0,2	0,19	0,17
Hydrogencarbonat	[mg/l]	7,9	6,1	6,7	7,3	6,7
Chlorid	[mg/l]	34	34	36	37	34
Sulfat	[mg/l]	88	73	100	95	100
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,300
Bor	[mg/l]	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	0,19	0,2	0,26	0,23	0,17
Arsen	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,004	< 0,0030
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100
Nickel	[mg/l]	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
AOX	[mg/l]	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,00002
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000030	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0	0	0	0	0,00002

Allgemeine Parameter

Messstelle		M1F	M1F	M1F	M1F	M1F	M1F
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]					12,1	11,6
pH-Wert	[-]	5,28	5,64	4,6	4,51	4,52	4,64
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	352	331	470	312	319	354
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				< 0,049	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				0,93	1,02	0,89
DOC	[mg/l]				< 0,500	1,4	0,9
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,65	0,05	0,04
Nitrat	[mg/l]	7,4	10,2		< 2,50	4,9	< 2,50
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	24	29	49	27	31	26
Magnesium	[mg/l]	7,3	8,3	7,7	6,1	6	5,9
Natrium	[mg/l]				22	23	14
Kalium	[mg/l]				4,5	7,4	7
Eisen ges.	[mg/l]	0,17	0,059	0,045	0,042	0,045	0,056
Mangan ges.	[mg/l]		0,71	2,7	4,6	2,6	0,89
Hydrogencarbonat	[mg/l]				< 3,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	30	31	26	29	30	29
Sulfat	[mg/l]	97	107	180	101	111	88
Fluorid	[mg/l]						
Bor	[mg/l]						
Cyanid ges.	[mg/l]						
Aluminium ges.	[mg/l]				0,9	0,66	0,76
Arsen	[mg/l]						
Blei	[mg/l]						
Cadmium	[mg/l]						
Chrom ges.	[mg/l]						
Nickel	[mg/l]						
Quecksilber ges.	[mg/l]						
Zink	[mg/l]				0,12	0,12	0,073
AOX	[mg/l]				0,01	0,02	0,02
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		M1F	M1F	M1F	M1F	M1F	M1F
Datum	[-]	18.06.2013	18.06.2014	04.06.2015	06.06.2016	07.06.2017	13.06.2018
Wassertemperatur	[°C]	11,3	11,3	11,1	12,1	11,9	12,6
pH-Wert	[-]	6,6	5	4,63	4,7	4,9	4,9
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	324	317	326	332	343	350
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	5,01	0,41	4	4,7	6,4	2,4
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	3,2	3	4,1	3,9	3,5	4,4
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,16	0,15	0,14	0,2	0,1	0,2
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,1	< 0,100	0,05
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						5,6
Gesamthärte	[mmol/l]	0,99	0,95	0,99	0,96	0,96	1
DOC	[mg/l]	3,3	0,6	1,5	2,8	1,3	1,3
Phosphor ges.	[mg/l]	0,03	< 0,01	< 0,10	< 0,01	< 0,01	
Phosphat ges.	[mg/l]						< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,04	< 0,010	0,02	0,06	< 0,010	< 0,070
Nitrat	[mg/l]	4,8	< 2,50	2,7	2,9	5,9	4,6
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,003	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	28	27	29	28	27	28
Magnesium	[mg/l]	7	6,7	6,8	6,5	6,9	7,3
Natrium	[mg/l]	13	14	12	13	13	12
Kalium	[mg/l]	8,2	9,3	7,9	11	12	11
Eisen ges.	[mg/l]	< 0,050	0,022	0,03	0,008	0,045	< 0,020
Mangan ges.	[mg/l]	0,27	0,22	0,15	0,1	0,057	0,04
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 6,00	< 6,00	8	< 6,00	3,1
Chlorid	[mg/l]	36	32	31	27	32	27
Sulfat	[mg/l]	73	98	100	94	110	110
Fluorid	[mg/l]	< 0,100	0,3	< 0,100	< 0,750	< 0,750	< 0,300
Bor	[mg/l]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	< 0,0500
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	0,98	0,95	1,1	1,1	0,99	1,1
Arsen	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	0,001	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0030
Blei	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,01	< 0,0050	< 0,0030
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0009
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0100
Nickel	[mg/l]	0,018	0,003	0,004	< 0,004	0,006	< 0,006
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,06	0,07	0,04	0,04	0,02	0,02
AOX	[mg/l]	0,03	< 0,010000	0,02	0,02	< 0,010000	0,01
Acenaphthen	[mg/l]						< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]						< 0,000020
Anthracen	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]						< 0,000010
Pyren	[mg/l]						< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						0

Allgemeine Parameter

Messstelle		M1F	M1F	M1F	M1F	M1F
Datum	[-]	19.06.2019	16.06.2020	18.08.2021	15.06.2022	21.06.2023
Wassertemperatur	[°C]	12,2	12,9	12,5	12,5	12,9
pH-Wert	[-]	4,8	4,4	4,4	4,9	4,6
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	340	290	350	350	360
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	1,4	2,4	0,9	4,1	2,9
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	4,8	5,6	5,1	5,2	4,9
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,04	0,06	0,06	0,04	0,06
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]					
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]					
Gesamthärte	[°dH]	5,8	5,9	5,5	5,9	7,2
Gesamthärte	[mmol/l]	1	1	0,98	1	1,3
DOC	[mg/l]	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3
Phosphor ges.	[mg/l]					
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070
Nitrat	[mg/l]	4,5	2,3	2,6	2,6	2
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,01
Calcium	[mg/l]	30	30	29	30	39
Magnesium	[mg/l]	6,9	7,2	6,3	7,3	7,6
Natrium	[mg/l]	14	14	14	14	14
Kalium	[mg/l]	11	13	9,9	11	12
Eisen ges.	[mg/l]	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,02	0,007
Mangan ges.	[mg/l]	0,03	0,02	0,02	0,03	0,023
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 4,00	3,7	3,7	< 4,00	3,7
Chlorid	[mg/l]	27	29	29	29	30
Sulfat	[mg/l]	93	110	100	110	110
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,020
Bor	[mg/l]	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,019
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,010
Aluminium ges.	[mg/l]	0,98	0,91	0,83	0,64	0,75
Arsen	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	0,0003
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0005
Nickel	[mg/l]	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,023
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,010	0,02	0,01	0,02	0,01
AOX	[mg/l]	< 0,010000	0,03	0,01	< 0,010000	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0	0	0	0	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		M1T	M1T	M1T	M1T	M1T	M1T
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]					11,8	11,8
pH-Wert	[-]	4,96	4,71	4,5	3,54	4,65	4,56
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	367	345	370	371	233	343
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				< 0,049	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				0,62	0,93	0,88
DOC	[mg/l]				0,6	1,6	2,1
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,07	0,08	0,03
Nitrat	[mg/l]			5,3	28,8	4,9	3,6
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	0,01	< 0,010
Calcium	[mg/l]	30	30	28	15	28	26
Magnesium	[mg/l]	6,5	7,2	8,5	5,9	5,5	5,5
Natrium	[mg/l]				16	19	14
Kalium	[mg/l]				13	5,7	6,4
Eisen ges.	[mg/l]	2,2	1,7	2,6	5,8	0,042	0,11
Mangan ges.	[mg/l]		0,42	0,97	0,28	1,3	1
Hydrogencarbonat	[mg/l]				< 3,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	30	30	26	28	24	27
Sulfat	[mg/l]	109	123	108	83	89	92
Fluorid	[mg/l]						
Bor	[mg/l]						
Cyanid ges.	[mg/l]						
Aluminium ges.	[mg/l]				0,56	1,4	1,2
Arsen	[mg/l]						
Blei	[mg/l]						
Cadmium	[mg/l]						
Chrom ges.	[mg/l]						
Nickel	[mg/l]						
Quecksilber ges.	[mg/l]						
Zink	[mg/l]				< 0,050	0,089	0,079
AOX	[mg/l]				0,02	0,03	0,02
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		M1T	M1T	M1T	M1T	M1T	M1T
Datum	[-]	18.06.2013	16.07.2014	04.06.2015	18.07.2016	13.11.2017	13.06.2018
Wassertemperatur	[°C]	11,2	11,1	10,9	11,6	12,6	12,1
pH-Wert	[-]	6,9	4,7	4,2	4,5	4,4	5,3
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	319	310	321	313	338	350
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,76	< 0,10	1,2	0,6	< 0,10	0,1
SAK 254 nm, UV-Absorpt	[1/m]	< 6,00	6,1	7,8	4,1	5,1	16
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,18	0,26	0,38	0,2	0,2	0,7
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,13
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						6
Gesamthärte	[mmol/l]	0,92	0,8	0,89	1	0,92	1,1
DOC	[mg/l]	3,2	2,2	2,4	3	< 1,000	3,5
Phosphor ges.	[mg/l]	0,02	0,02	< 0,01	0,07	0,02	
Phosphat ges.	[mg/l]						< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,13	0,22	0,03	< 0,100	0,09	0,51
Nitrat	[mg/l]	4,8	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 2,50	< 0,20
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	0,01	< 0,003	< 0,010	0,013	< 0,010
Calcium	[mg/l]	27	24	27	29	26	31
Magnesium	[mg/l]	6	4,8	5,2	7,2	6,5	7,2
Natrium	[mg/l]	12	11	12	13	12	12
Kalium	[mg/l]	7,2	5,6	6,6	9,5	8	6,8
Eisen ges.	[mg/l]	0,43	0,93	0,51	0,68	1	5,6
Mangan ges.	[mg/l]	0,48	1,2	0,34	0,25	0,26	1,4
Hydrogencarbonat	[mg/l]	6	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	7,9
Chlorid	[mg/l]	29	26	32	29	28	27
Sulfat	[mg/l]	70	80	100	96	100	100
Fluorid	[mg/l]	< 0,100	< 0,750	< 0,100	< 0,750	< 0,750	< 0,300
Bor	[mg/l]	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	< 0,0500
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	1	0,8	1,4	1,2	0,82	0,16
Arsen	[mg/l]	0,004	< 0,0050	< 0,0010	< 0,0050	< 0,0050	0,004
Blei	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0050	< 0,0010	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0030
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0009
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0100
Nickel	[mg/l]	0,006	0,004	0,008	< 0,004	0,004	< 0,006
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,06	0,04	0,06		0,03	< 0,010
AOX	[mg/l]	0,02	0,01	0,02	0,012	0,012	0,02
Acenaphthen	[mg/l]						< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]						< 0,000020
Anthracen	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]						< 0,000010
Pyren	[mg/l]						< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						0

Allgemeine Parameter

Messstelle		M1T	M1T	M1T	M1T	M1T
Datum	[-]	19.06.2019	17.06.2020	18.08.2021	15.06.2022	21.06.2023
Wassertemperatur	[°C]	12,1	12,5	12,2	12,2	12,9
pH-Wert	[-]	5,9	5	5,5	5,9	5,7
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	340	280	360	370	360
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	0,3	0,3	< 0,10	0,2	0,5
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	17	14	15	13	12
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,13	0,11	0,17	0,11	0,14
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]					
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]					
Gesamthärte	[°dH]	5,9	5,7	5,8	6,5	6,2
Gesamthärte	[mmol/l]	1,1	1	1	1,2	1,1
DOC	[mg/l]	3,7	2,9	3	2,7	2,6
Phosphor ges.	[mg/l]					
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,12	0,09	0,08	0,07	< 0,070
Nitrat	[mg/l]	0,4	< 0,20	0,2	< 0,20	< 0,20
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,01
Calcium	[mg/l]	32	31	30	33	32
Magnesium	[mg/l]	6,2	6	7	8,1	7,7
Natrium	[mg/l]	13	13	13	15	15
Kalium	[mg/l]	9	9,9	8,7	11	9,9
Eisen ges.	[mg/l]	4,8	9,2	6,9	4,4	1,3
Mangan ges.	[mg/l]	0,65	0,4	0,45	0,34	0,27
Hydrogencarbonat	[mg/l]	7,9	6,7	10	6,7	8,5
Chlorid	[mg/l]	26	30	29	29	30
Sulfat	[mg/l]	95	120	110	120	110
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,020
Bor	[mg/l]	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,024
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,010
Aluminium ges.	[mg/l]	0,12	0,33	0,19	0,15	0,17
Arsen	[mg/l]	0,004	0,004	0,005	< 0,0030	0,002
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0003
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0005
Nickel	[mg/l]	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,002
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,010	0,01	< 0,010	< 0,010	0,005
AOX	[mg/l]	0,02	0,03	0,04	< 0,010000	0,01
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000030	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0	0	0	0	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		M2F	M2F	M2F	M2F	M2F	M2F
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]					11,3	10,1
pH-Wert	[-]	4,67	4,36	4,5	4,5	4,59	4,46
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	383	353	370	311	311	391
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				< 0,049	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				0,88	1,01	0,97
DOC	[mg/l]				< 0,500	< 0,500	< 0,500
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,12	0,09	0,08
Nitrat	[mg/l]				< 2,50	< 2,50	< 2,50
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	34	37	38	27	31	30
Magnesium	[mg/l]	5,9	5,1	5,7	5	5,7	5,3
Natrium	[mg/l]				10	17	16
Kalium	[mg/l]				5,7	6,3	7,2
Eisen ges.	[mg/l]	6,8	3,5	3,1	2	1,4	1,6
Mangan ges.	[mg/l]		0,11	0,16	0,13	0,12	0,16
Hydrogencarbonat	[mg/l]				< 3,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	29	30	22	27	29	31
Sulfat	[mg/l]	133	154	128	114	110	107
Fluorid	[mg/l]						
Bor	[mg/l]						
Cyanid ges.	[mg/l]						
Aluminium ges.	[mg/l]				1,9	1,3	1,6
Arsen	[mg/l]						
Blei	[mg/l]						
Cadmium	[mg/l]						
Chrom ges.	[mg/l]						
Nickel	[mg/l]						
Quecksilber ges.	[mg/l]						
Zink	[mg/l]				0,13	0,11	0,078
AOX	[mg/l]				< 0,010000	0,01	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		M2T	M2T	M2T	M2T	M2T	M2T
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]					10,4	10,5
pH-Wert	[-]	6	6,16	5,2	4,87	3,69	3,66
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	190	97	210	258	273	329
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				< 0,049	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				1,13	0,52	0,59
DOC	[mg/l]				< 0,500	< 0,500	< 0,500
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,19	0,02	< 0,010
Nitrat	[mg/l]				12,4	< 2,50	< 2,50
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	12	4,7	11	34	13	16
Magnesium	[mg/l]	2,7	1	3,8	6,9	4,7	4,7
Natrium	[mg/l]				17	18	14
Kalium	[mg/l]				8,2	2,6	3,4
Eisen ges.	[mg/l]	7	2,8	7,1	0,15	0,14	0,18
Mangan ges.	[mg/l]		0,081	0,22	0,68	0,18	0,19
Hydrogencarbonat	[mg/l]				< 3,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	19	15	18	31	22	24
Sulfat	[mg/l]	48	11	59	92	74	66
Fluorid	[mg/l]						
Bor	[mg/l]						
Cyanid ges.	[mg/l]						
Aluminium ges.	[mg/l]				0,85	1,6	1,1
Arsen	[mg/l]						
Blei	[mg/l]						
Cadmium	[mg/l]						
Chrom ges.	[mg/l]						
Nickel	[mg/l]						
Quecksilber ges.	[mg/l]						
Zink	[mg/l]				0,16	< 0,050	< 0,050
AOX	[mg/l]				< 0,010000	0,02	0,01
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		M3	M3	M3	M3	M3	See 5 mtr	See 5 mtr
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011	19.07.2005	04.07.2006
Wassertemperatur	[°C]				9,8	9,8		
pH-Wert	[-]	4,99		5,8	4,62	4,88	3,86	3,97
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	443	459	241	248	401	355	392
Sauerstoff, gel.	[mg/l]							
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]							
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]							
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]			< 0,049	< 0,098	< 0,098		
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]							
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]							
Gesamthärte	[°dH]							
Gesamthärte	[mmol/l]			0,82	0,68	0,89		
DOC	[mg/l]			< 0,500	0,8	0,9		
Phosphor ges.	[mg/l]			< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Phosphat ges.	[mg/l]							
Ammonium	[mg/l]			0,34	0,29	0,21		
Nitrat	[mg/l]			< 2,50	< 2,50	< 2,50	9,1	10,9
Nitrit	[mg/l]			< 0,010	< 0,010	< 0,010		
Calcium	[mg/l]	19	17	17	9	16	21	25
Magnesium	[mg/l]	14	15	9,7	11	12	7,6	7,1
Natrium	[mg/l]			19	21	21		
Kalium	[mg/l]			4,8	3,8	6,4		
Eisen ges.	[mg/l]	7,2	9,7	11	6	18	0,12	0,14
Mangan ges.	[mg/l]		0,68	0,19	0,18	0,043		0,83
Hydrogencarbonat	[mg/l]			< 3,00	< 6,00	< 6,00		
Chlorid	[mg/l]	80	89	24	24	63	30	31
Sulfat	[mg/l]	74	76	87	89	90	101	107
Fluorid	[mg/l]							
Bor	[mg/l]							
Cyanid ges.	[mg/l]							
Aluminium ges.	[mg/l]			0,23	0,18	0,57		
Arsen	[mg/l]							
Blei	[mg/l]							
Cadmium	[mg/l]							
Chrom ges.	[mg/l]							
Nickel	[mg/l]							
Quecksilber ges.	[mg/l]							
Zink	[mg/l]			< 0,050	< 0,050	< 0,050		
AOX	[mg/l]			0,02	0,03	0,03		
Acenaphthen	[mg/l]							
Acenaphthylen	[mg/l]							
Anthracen	[mg/l]							
Benzo(a)anthracen	[mg/l]							
Benzo(a)pyren	[mg/l]							
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]							
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/l]							
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]							
Chrysen	[mg/l]							
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]							
Fluoranthen	[mg/l]							
Fluoren	[mg/l]							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]							
Naphthalin	[mg/l]							
Phenanthren	[mg/l]							
Pyren	[mg/l]							
Summe PAK (EPA)	[mg/l]							

Allgemeine Parameter

Messstelle		See 5 mtr					
Datum	[-]	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011	11.06.2012	18.06.2013
Wassertemperatur	[°C]			19	16,4	13,9	16,6
pH-Wert	[-]	4		4,36	4,15	4,18	5,7
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]			336	400	340	341
Sauerstoff, gel.	[mg/l]					10,13	10,89
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]					0,1	0,3
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]					< 0,10	< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]		< 0,049	< 0,098	< 0,098	< 0,100	< 0,100
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]		1,03	0,96	0,97	0,8	0,1
DOC	[mg/l]		< 0,500	< 0,500	< 0,500	1	1,9
Phosphor ges.	[mg/l]		< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	0,02
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]		0,1	0,05	0,05	0,04	0,03
Nitrat	[mg/l]	9,8	7,7	7	7,4	4,4	4,6
Nitrit	[mg/l]		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	35	30	26	27	19	27
Magnesium	[mg/l]	7,1	6,9	7,5	7,1	8	7,9
Natrium	[mg/l]		20	19	12	13	14
Kalium	[mg/l]		8,8	9,1	9	9,9	9,9
Eisen ges.	[mg/l]	0,32	0,16	0,29	0,36	0,33	0,56
Mangan ges.	[mg/l]	0,75	0,69	0,67	0,59	0,63	0,6
Hydrogencarbonat	[mg/l]		< 3,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	31	28	31	28	27	35
Sulfat	[mg/l]	112	105	107	95	98	76
Fluorid	[mg/l]					0,07	< 0,100
Bor	[mg/l]					0,07	0,03
Cyanid ges.	[mg/l]					< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]		1,1	0,77	0,92	1,2	1,1
Arsen	[mg/l]					< 0,0010	< 0,0010
Blei	[mg/l]					0,003	0,002
Cadmium	[mg/l]					0,001	0,0012
Chrom ges.	[mg/l]					< 0,0050	< 0,0050
Nickel	[mg/l]					0,14	0,082
Quecksilber ges.	[mg/l]					< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]		0,17	0,18	0,17	< 0,050	0,19
AOX	[mg/l]		0,02	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	0,03
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		See 5 mtr					
Datum	[-]	18.06.2014	04.06.2015	07.06.2016	06.06.2017	12.06.2018	20.06.2019
Wassertemperatur	[°C]	17,8	15,6	10,5	20	21	19,3
pH-Wert	[-]	4,1	4,05	4,2	4,2	3,7	4
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	350	359	360	373	370	380
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	10,21	11,8	10,5	11,2	9	9,6
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	0,42	0,23	0,5	0,4	0,8	0,2
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	< 0,10	< 0,10	0,2	0,1	< 0,10	< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,066	< 0,066
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]					< 0,050	< 0,200
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]					0,41	
Gesamthärte	[°dH]					5,2	5,2
Gesamthärte	[mmol/l]	0,97	0,93	0,92	0,88	0,93	0,93
DOC	[mg/l]	< 0,500	0,72	0,9	< 0,500	< 1,000	< 1,000
Phosphor ges.	[mg/l]	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Phosphat ges.	[mg/l]					< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	< 0,010	0,07	0,09	0,05	< 0,070	0,12
Nitrat	[mg/l]	< 2,50	3,4	4,7	3,9	3,3	3,3
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,003	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,03
Calcium	[mg/l]	26	26	25	24	25	25
Magnesium	[mg/l]	7,7	7,2	7	7,1	7,5	7,4
Natrium	[mg/l]	14	12	14	13	13	14
Kalium	[mg/l]	11	9,9	11	12	10	10
Eisen ges.	[mg/l]	0,18	0,23	0,2	0,22	0,6	0,2
Mangan ges.	[mg/l]	0,9	0,51	0,51	0,41	0,44	0,4
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 4,00	< 4,00
Chlorid	[mg/l]	28	32	26	34	28	33
Sulfat	[mg/l]	110	130	130	180	140	99
Fluorid	[mg/l]	0,4	0,1	< 0,750	< 0,750	< 0,300	< 0,300
Bor	[mg/l]	0,02	0,02	0,02	< 0,0100	< 0,0500	< 0,0500
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	0,98	1,7	1,7	1,9	2	2,8
Arsen	[mg/l]	< 0,0010	0,001	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0030	< 0,0030
Blei	[mg/l]	0,002	0,006	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0030	< 0,0030
Cadmium	[mg/l]	< 0,0005	0,001	< 0,0020	0,003	< 0,0009	< 0,0009
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0100	< 0,0100
Nickel	[mg/l]	0,092	0,096	0,08	0,09	0,08	0,075
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0002	< 0,0002
Zink	[mg/l]	0,17	0,17	0,17	0,16	0,2	0,04
AOX	[mg/l]	0,01	< 0,010000	0,01	0,01	< 0,010000	0,01
Acenaphthen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]					< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]					0,00002	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000030
Pyren	[mg/l]					< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]					0,00002	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		See 5 mtr	See 5 mtr	See 5 mtr	See 5 mtr
Datum	[-]	16.06.2020	15.06.2021	15.06.2022	21.06.2023
Wassertemperatur	[°C]	18,1	19,8	18,1	20,2
pH-Wert	[-]	3,7	3,9	3,8	3,6
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	320	380	420	420
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	10		8,9	9,1
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	0,5	0,4	1	1,2
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,200		0,15	0,19
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]		0,4	0,54	0,61
Gesamthärte	[°dH]	5,4	5,4	5,4	6,1
Gesamthärte	[mmol/l]	0,96	0,97	0,96	1,1
DOC	[mg/l]	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Phosphor ges.	[mg/l]				
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,13	0,22	0,25	0,14
Nitrat	[mg/l]	1,9	1,4	1,3	1,3
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	0,02	0,02	0,01
Calcium	[mg/l]	26	26	26	31
Magnesium	[mg/l]	7,5	7,8	7,6	7,6
Natrium	[mg/l]	15	15	15	15
Kalium	[mg/l]	11	10	10	11
Eisen ges.	[mg/l]	0,3	0,29	0,52	0,2
Mangan ges.	[mg/l]	0,4	0,34	0,32	0,36
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
Chlorid	[mg/l]	30	29	32	31
Sulfat	[mg/l]	120	120	120	110
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	< 0,600	< 0,300	0,07
Bor	[mg/l]	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,023
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,010
Aluminium ges.	[mg/l]	2,5	2,8	2,2	2,5
Arsen	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,004
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	0,001
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0005
Nickel	[mg/l]	0,077	0,071	0,073	0,063
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0001
Zink	[mg/l]	0,16	0,17	0,16	0,15
AOX	[mg/l]	0,16	0,01	< 0,010000	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	0,00002	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0	0,00002	0	0

Allgemeine Parameter

Messstelle		See 20 mtr					
Datum	[-]	19.07.2005	04.07.2006	08.07.2008	25.06.2009	11.08.2010	15.06.2011
Wassertemperatur	[°C]					11	16
pH-Wert	[-]	3,89	2,97			4,26	4,01
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	351	392			330	412
Sauerstoff, gel.	[mg/l]						
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]						
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]						
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]				0,839	< 0,098	< 0,098
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]				0,88	0,94	0,92
DOC	[mg/l]				< 0,500	< 0,500	< 0,500
Phosphor ges.	[mg/l]				< 0,01	< 0,01	0,01
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]				0,18	0,21	0,05
Nitrat	[mg/l]	8,8	10,4	9,4	5,7	6,5	7,2
Nitrit	[mg/l]				< 0,010	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	22	26	24	24	26	25
Magnesium	[mg/l]	7,6	7	7	6,9	7	7,1
Natrium	[mg/l]				54	24	17
Kalium	[mg/l]				7,8	8,9	8,9
Eisen ges.	[mg/l]	0,15	0,42	0,28	0,17	0,58	0,14
Mangan ges.	[mg/l]		0,84	0,75	0,7	0,68	0,59
Hydrogencarbonat	[mg/l]				51,2	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	30	39	27	28	31	31
Sulfat	[mg/l]	102	124	102	139	113	99
Fluorid	[mg/l]						
Bor	[mg/l]						
Cyanid ges.	[mg/l]						
Aluminium ges.	[mg/l]				1,4	0,95	0,41
Arsen	[mg/l]						
Blei	[mg/l]						
Cadmium	[mg/l]						
Chrom ges.	[mg/l]						
Nickel	[mg/l]						
Quecksilber ges.	[mg/l]						
Zink	[mg/l]				0,17	0,18	0,17
AOX	[mg/l]				0,01	0,01	0,01
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]						
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]						
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]						
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		See 20 mtr					
Datum	[-]	11.06.2012	18.06.2013	18.06.2014	04.06.2015	07.06.2016	06.06.2017
Wassertemperatur	[°C]	16,9	16	14,9	14,6	12,6	15
pH-Wert	[-]	4,09	5,6	4,1	4,04	4	4,3
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	344	344	352	360	378	369
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	9,85	9,84	10,34	11,59	11,9	12,6
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	0,4	< 0,10	0,54	< 0,10	0,5	0,3
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,2
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]						
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]						
Gesamthärte	[°dH]						
Gesamthärte	[mmol/l]	0,81	0,93	0,97	0,94	0,92	0,88
DOC	[mg/l]	0,6	1,9	< 0,500	0,76	1	1,2
Phosphor ges.	[mg/l]	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Phosphat ges.	[mg/l]						
Ammonium	[mg/l]	0,08	0,08	< 0,010	0,06	0,13	0,02
Nitrat	[mg/l]	4,4	4,6	< 2,50	3,4	4,8	4,8
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,003	< 0,010	< 0,010
Calcium	[mg/l]	19	24	26	26	25	24
Magnesium	[mg/l]	8,2	8	7,7	7,3	7,2	7,1
Natrium	[mg/l]	13	14	14	13	14	14
Kalium	[mg/l]	9,6	10	12	10	11	12
Eisen ges.	[mg/l]	0,35	1,4	0,17	0,23	0,33	0,21
Mangan ges.	[mg/l]	0,63	0,59	0,88	0,52	0,52	0,42
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00	< 6,00
Chlorid	[mg/l]	27	33	30	32	27	31
Sulfat	[mg/l]	104	75	110	130	130	180
Fluorid	[mg/l]	0,07	< 0,100	0,4	< 0,100	< 0,750	< 0,750
Bor	[mg/l]	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aluminium ges.	[mg/l]	1,2	1,5	0,96	1,7	1,7	1,9
Arsen	[mg/l]	0,001	0,002	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0050	< 0,0050
Blei	[mg/l]	0,002	0,004	< 0,0020	0,004	< 0,0050	< 0,0050
Cadmium	[mg/l]	0,0011	0,0012	< 0,0005	0,001	< 0,0020	0,003
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,002	< 0,0050	< 0,0050
Nickel	[mg/l]	0,13	0,087	0,085	0,098	0,08	0,083
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zink	[mg/l]	< 0,050	0,33	0,18	0,17	0,18	0,16
AOX	[mg/l]	0,01	0,02	< 0,010000	0,04	< 0,010000	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]						
Acenaphthylen	[mg/l]						
Anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)anthracen	[mg/l]						
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]						
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]						
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000000	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]						
Phenanthren	[mg/l]						
Pyren	[mg/l]						
Summe PAK (EPA)	[mg/l]						

Allgemeine Parameter

Messstelle		See 20 mtr					
Datum	[-]	12.06.2018	20.06.2019	16.06.2020	15.06.2021	15.06.2022	21.06.2023
Wassertemperatur	[°C]	14	13,3	10,2	15	9,9	11,5
pH-Wert	[-]	3,7	4	3,6	3,5	3,7	3,7
Leitfähigkeit, elektr. (25°C)	[µS/cm]	370	370	330	390	420	420
Sauerstoff, gel.	[mg/l]	11	8,8	8,2	9,6	9,2	9,7
SAK 254 nm, UV-Absorpti	[1/m]	1	0,9	0,7	0,4	1,4	1,2
SAK 436 nm, Färbung	[1/m]	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066
Basekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,09	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,18	0,13
Basekapazität bis pH 8,2	[mmol/l]	0,52			0,6	0,58	0,6
Gesamthärte	[°dH]	5	5,2	5,2	5,4	5,2	6,2
Gesamthärte	[mmol/l]	0,9	0,92	0,92	0,97	0,93	1,1
DOC	[mg/l]	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Phosphor ges.	[mg/l]						
Phosphat ges.	[mg/l]	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ammonium	[mg/l]	0,07	0,25	0,39	0,31	0,39	0,24
Nitrat	[mg/l]	3,3	3,1	1,7	1,2	1,4	1,1
Nitrit	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,01
Calcium	[mg/l]	24	25	25	26	25	31
Magnesium	[mg/l]	7,3	7,3	7,3	7,7	7,5	7,9
Natrium	[mg/l]	13	14	15	15	15	15
Kalium	[mg/l]	9,8	10	11	10	9,9	11
Eisen ges.	[mg/l]	0,43	0,25	0,48	0,47	0,81	0,28
Mangan ges.	[mg/l]	0,43	0,4	0,4	0,33	0,32	0,35
Hydrogencarbonat	[mg/l]	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
Chlorid	[mg/l]	28	35	30	29	31	30
Sulfat	[mg/l]	140	99	120	120	120	110
Fluorid	[mg/l]	< 0,300	< 0,300	< 0,300	< 0,600	< 0,300	0,07
Bor	[mg/l]	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,021
Cyanid ges.	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,010
Aluminium ges.	[mg/l]	2	2,8	2,4	2,8	2	2,3
Arsen	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0010
Blei	[mg/l]	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,004
Cadmium	[mg/l]	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	0,0009	0,0009
Chrom ges.	[mg/l]	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0005
Nickel	[mg/l]	0,079	0,074	0,077	0,069	0,072	0,061
Quecksilber ges.	[mg/l]	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0001
Zink	[mg/l]	0,21	0,04	0,16	0,16	0,16	0,15
AOX	[mg/l]	< 0,010000	0,01	0,02	0,04	< 0,010000	< 0,010000
Acenaphthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Acenaphthylen	[mg/l]	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020	< 0,000020
Anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(a)pyren	[mg/l]	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Benzo(b)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Benzo(k)fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Chrysen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,00002	< 0,000010	< 0,000010
Dibenzo(a,h)anthracen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoranthen	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Fluoren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Naphthalin	[mg/l]	0,00002	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Phenanthren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000030	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Pyren	[mg/l]	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Summe PAK (EPA)	[mg/l]	0,00002	0	0	0,00002	0	0

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle M 1T

		17.07.2007	08.07.2008	24.06.2009	09.08.2010	15.06.2011	13.08.2012	21.01.2013	17.04.2013	18.06.2013	17.07.2013
el. Leitfähigkeit	µS/cm	360	370	270	230	310	330	330	320	320	320
pH	-	4,3	4,5	6,2	4,7	4,6	4,3	4,4	4,3	6,9	4,4
Sauerstoffgehalt	mg/l	2,2	< 0,1				0,6	0,7	2,4	0,8	0,5
Temperatur	°C	11,4	12	9,8	11,8	11,8	11,9	11	11,2	11,2	11,8
2-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Diphenylamin	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	<0,00005					<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexogen	mg/l	0,00024	0,00012	< 0,00005	0,00014	0,00009	<0,00005	0,00008	0,00008	<0,00005	0,00013
Hexyl	mg/l		0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Summe der StV	mg/l	0,00024	0,00012	u.B	0,00014	0,00009	u.B.	0,00008	0,00008	u.B.	0,00013
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l						<0,00003	<0,00003	0,00008	<0,00003	0,00015
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l						<0,00003	<0,00003	0,00003	<0,00003	<0,00003
Pikrinsäure	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle M 1T

		14.10.2013	09.12.2013	21.01.2014	09.04.2014	09.07.2014	14.10.2014	12.01.2015	14.04.2015	03.06.2015	15.07.2015
el. Leitfähigkeit	µS/cm	310	320	320	320	310	310	320	320	320	330
pH	-	4,4	4,4	4,5	5,8	4,4	4,5	4,5	4,3	4,2	4,5
Sauerstoffgehalt	mg/l	0,6	0,5	0,6	1,3	0,5	0,5	0,5	1,6	1,2	0,6
Temperatur	°C	11,5	11,1	10,7	10,9	11,7	11,6	11,2	10,9	10,9	11,5
2-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Diphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexogen	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexyl	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitropenta	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tetryl	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	0,00005	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	0,00003	<0,00003	<0,00003	0,00009	<0,00003	0,00009	0,00006	0,00004	<0,00003	<0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,00005	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Pikrinsäure	mg/l										

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle M 1T

		13.10.2015	19.01.2016	12.04.2016	18.07.2016	12.10.2016	25.01.2017	10.04.2017	22.08.2017	17.10.2017	24.01.2018
el. Leitfähigkeit	µS/cm	320	320	320	310	340	330	320	330	330	310
pH	-	4,4	4,5	4,4	4,5	4,6	3,9	4,7	4,6	4,8	4,9
Sauerstoffgehalt	mg/l	0,6	0,9	1,4	0,6	0,4	2,2	3,1	0,7	0,8	1,6
Temperatur	°C	11,2	11,1	11,5	11,6	11,7	10	11,9	12,3	12,3	12,1
2-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Diphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexogen	mg/l	<0,00005	0,0015	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexyl	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitropenta	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tetryl	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.	0,0015	u.B.							
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	<0,00003	0,00011	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Pikrinsäure	mg/l										

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle M 1T

		11.04.2018	25.07.2018	10.10.2018	23.01.2019	10.04.2019	17.06.2020	18.08.2021	15.06.2022	21.06.2023
el. Leitfähigkeit	µS/cm	350	340	340	350	320	280	360	370	360
pH	-	5,6	5,9	5,7	5,8	5,6	5	5,5	5,9	5,7
Sauerstoffgehalt	mg/l	0,7	0,2	0,6	0,3	0,7	0,3	< 0,1	0,2	0,5
Temperatur	°C	12	12,5	12,1	12,1	12,2	12,5	12,2	12,2	12,9
2-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Diphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexogen	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00006	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Hexyl	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitropenta	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tetryl	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.								
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Pikrinsäure	mg/l									

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle M 1F

		17.07.2007	08.07.2008	24.06.2009	09.08.2010	15.06.2011	13.08.2012	18.06.2013	17.06.2014	03.06.2015	06.06.2016
el. Leitfähigkeit	µS/cm	340	470	310	320	320	330	320	310	330	330
pH	-	4	4,6	4,5	4,5	4,6	4,7	6,6	4,5	4,6	4,7
Sauerstoffgehalt	mg/l	1,8	<0,1				1,3	5	0,8	4	4,7
Temperatur	°C	11,7	12	11,9	12,1	11,6	11,6	11,3	11,5	11,1	12,1
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005					<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	<0,00005	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l		< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l						<0,00003	< 0,00003	0,00008	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l						<0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	-				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle M 1F

		07.06.2017	13.06.2018	19.06.2019	16.06.2020	18.08.2021	15.06.2022	21.06.2023
el. Leitfähigkeit	µS/cm	340	350	340	290	350	350	360
pH	-	4,9	4,9	4,8	4,4	4,4	4,9	4,6
Sauerstoffgehalt	mg/l	6,4	2,4	1,4	2,4	0,9	4,1	2,9
Temperatur	°C	11,9	12,6	12,2	12,9	12,5	12,5	12,9
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.						
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00004	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00004	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l							

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle T 3neu

		17.07.2007	08.07.2008	24.06.2009	09.08.2010	15.06.2011	11.06.2012	18.06.2013	18.06.2014	03.06.2015	06.06.2016
Leitfähigkeit	µS/cm	290	320	290	290	300	300	270	340	310	280
pH	-	3,9	4	3,9	4,1	4,8	4	4,8	5,4	5,1	5,3
Sauerstoffgehalt	mg/l	0,8	0,1				-	4,8	< 0,1	0,9	0,7
Temperatur	°C	10,8	10,2	10,1	10	9,9	9,9	10,1	9,9	10	10,5
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l						-	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l						-	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle T 3neu

		07.06.2017	13.06.2018	19.06.2019	17.06.2020	19.08.2021	15.06.2022
Leitfähigkeit	µS/cm	270	310	320	260	360	330
pH	-	5,2	5	5,3	5	4,7	5,6
Sauerstoffgehalt	mg/l	0,8	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
Temperatur	°C	10,1	10,3	10,2	11,2	10,6	10,4
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l						

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle FAB 1

		15.06.2011	11.06.2012	18.06.2013	17.06.2014	01.06.2015	06.06.2016	07.06.2017	12.06.2018	19.06.2019	16.06.2020
Leitfähigkeit	µS/cm	340	330	330	330	330	340	350	350	340	290
pH	-	4,5	4,6	7,6	4,5	4,6	4,7	4,9	4,3	4,7	4,3
Sauerstoffgehalt	mg/l		-	1	11	10	9,5	11	9,3	6,3	8,7
Temperatur	°C	11,4	11,1	11,5	11,1	10,6	11	11,1	12	12	12,1
2-Nitrotoluol	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l		-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	<0,00006	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00007
Hexyl	mg/l	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	<0,0001	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B	u.B.								
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l		-	< 0,00003	0,00005	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l		-	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l	<0,001	<0,001								

Spengstofftypische Verbindunge
Messstelle FAB 1

		16.06.2021	16.06.2022	21.06.2023
Leitfähigkeit	µS/cm	340	370	360
pH	-	4,2	4,5	4,4
Sauerstoffgehalt	mg/l	7,7	8,3	5,7
Temperatur	°C	12,1	12	12,8
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l			

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle T 1neu

		17.07.2007	08.07.2008	24.06.2009	09.08.2010	15.06.2011	11.06.2012	08.06.2016	07.06.2017	13.06.2018	19.06.2019
Leitfähigkeit	µS/cm	350	370	370	340	410	430	420	430	340	320
pH	-	3,7	3,9	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	3,8	3,9	4,1
Sauerstoffgehalt	mg/l	6,4	5,5				-	3	3,2	1,2	3,6
Temperatur	°C	10,2	10,4	10	10	9	9,9	9,9	10	10,5	10,3
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	<0,00005	<0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l		< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l		< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l						-	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l						-	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle T 1neu

		17.06.2020	18.08.2021	15.06.2022	21.06.2023
Leitfähigkeit	µS/cm	320	520	320	370
pH	-	3,5	4,7	4,1	3,7
Sauerstoffgehalt	mg/l	4,7	0,1	4	3,7
Temperatur	°C	10,8	10,4	10,5	10,8
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00006
Hexyl	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	< 0,00003	< 0,00004	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	< 0,00003	< 0,00004	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle See 5 m Tiefe

		17.07.2007	08.07.2008	24.06.2009	09.08.2010	15.06.2011	11.06.2012	18.06.2013	17.06.2014	03.06.2015	07.06.2016
Leitfähigkeit	µS/cm	350			340	360	340	340	350	360	360
pH	-	4			4,4	4,2	4,2	5,7	4,1	4,1	4,2
Sauerstoffgehalt	mg/l	5,2					-	1,1	10	12	11
Temperatur	°C	18,7			19	16,4	13,9	16,6	17,8	15,6	19,7
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l						-	< 0,00003	0,00007	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l						-	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle See 5 m Tiefe

		06.06.2017	12.06.2018	20.06.2019	16.06.2020	15.06.2021	15.06.2022	21.06.2023
Leitfähigkeit	µS/cm	370	370	380	320	380	420	420
pH	-	4,2	3,7	4	3,7	3,9	3,8	3,6
Sauerstoffgehalt	mg/l	11	9	9,6	10		8,9	9,1
Temperatur	°C	20	21	19,3	18,1	19,8	18,1	20,2
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00007
Hexyl	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0002
Summe der StV	mg/l	u.B.						
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	0,00003	0,00004	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l							

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle See 20 m Tiefe

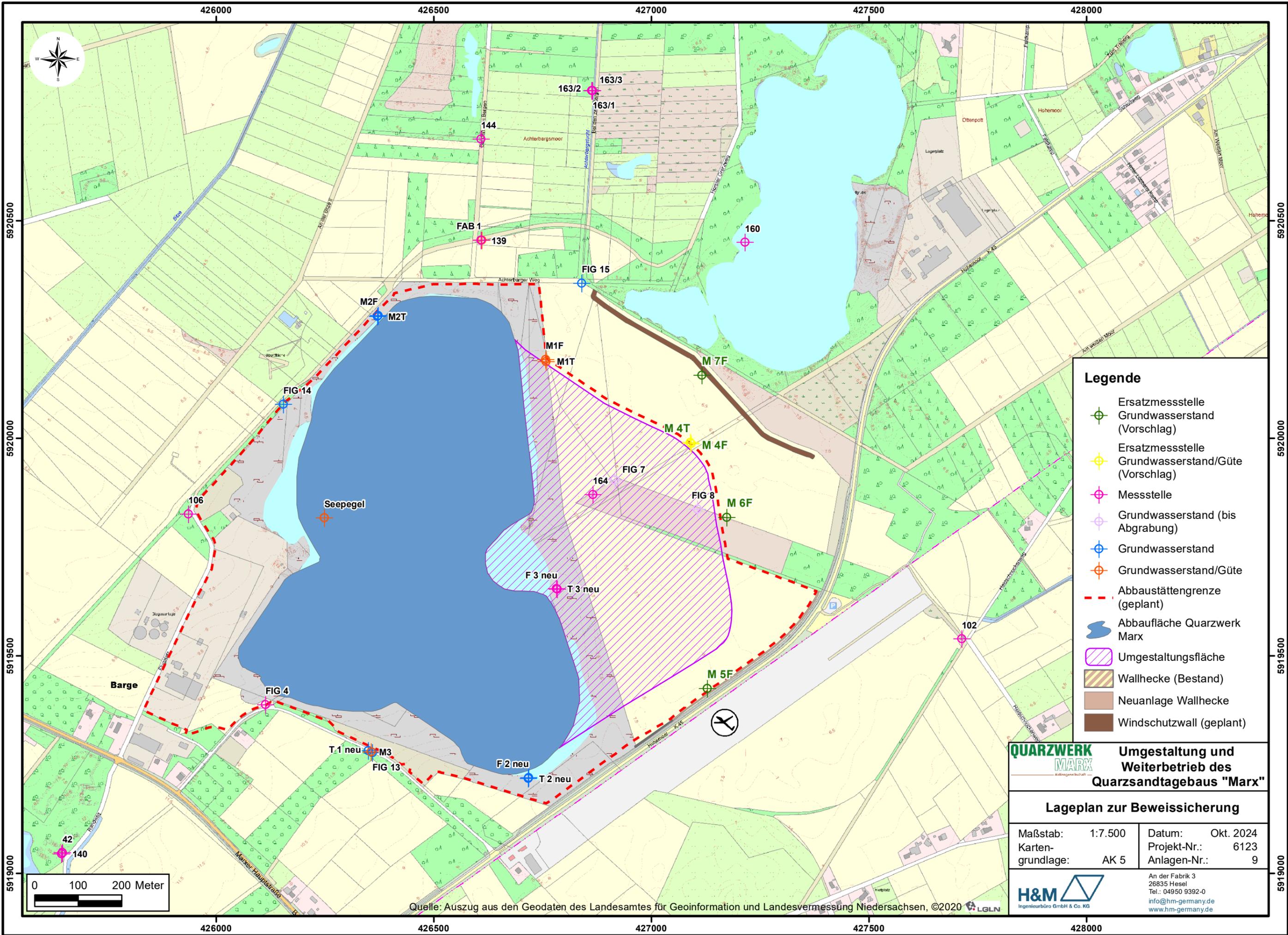
		17.07.2007	08.07.2008	24.06.2009	09.08.2010	15.06.2011	11.06.2012	18.06.2013	17.06.2014	03.06.2015	07.06.2016
Leitfähigkeit	µS/cm	390			330	370	340	340	350	360	380
pH	-	3,9			4,3	4	4,1	5,6	4,1	4	3,9
Sauerstoffgehalt	mg/l	5,1					-	9,8	10	12	12
Temperatur	°C	12,8			11	16	16,9	16	14,8	14,6	12,6
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005					-	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005		< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005
Hexyl	mg/l		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.	u.B.
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l						-	< 0,00003	0,00004	< 0,00004	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l						-	< 0,00003	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001				

Spengstofftypische Verbindungen
Messstelle See 20 m Tiefe

		06.06.2017	12.06.2018	20.06.2019	16.06.2020	15.06.2021	15.06.2022	21.06.2023
Leitfähigkeit	µS/cm	370	370	370	330	390	420	420
pH	-	4,3	3,7	4	3,6	3,5	3,7	3,7
Sauerstoffgehalt	mg/l	13	11	8,8	8,2	9,6	9,2	9,7
Temperatur	°C	15	14	13,3	10,2	15	9,9	11,5
2-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Diphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
2-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
4-Nitrodiphenylamin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
1-Nitronaphthalin	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexogen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00006	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Hexyl	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitropenta	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetryl	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Summe der StV	mg/l	u.B.						
1,3-Diethyl-1,3-diphenylurea	mg/l	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Ethyl-N,N-diphenylcarbamate	mg/l	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Pikrinsäure	mg/l							

Anlage 9

Lageplan zur Beweissicherung
M 1 : 7.500



- ### Legende
- Ersatzmessstelle Grundwasserstand (Vorschlag)
 - Ersatzmessstelle Grundwasserstand/Güte (Vorschlag)
 - Messstelle
 - Grundwasserstand (bis Abgrabung)
 - Grundwasserstand
 - Grundwasserstand/Güte
 - Abbaustättengrenze (geplant)
 - Abbaufäche Quarzwerk Marx
 - Umgestaltungsfläche
 - Wallhecke (Bestand)
 - Neuanlage Wallhecke
 - Windschutzwall (geplant)

**QUARZWERK
MARX**
AG

**Umgestaltung und
Weiterbetrieb des
Quarzsandtagebaus "Marx"**

Lageplan zur Beweissicherung

Maßstab: 1:7.500	Datum: Okt. 2024
Karten- grundlage: AK 5	Projekt-Nr.: 6123
	Anlagen-Nr.: 9

H&M
Ingenieurbüro 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, ©2020 LGLN