



Grundwasserqualität im Abstrom der Deponie Ihlenberg

CHRISTOPH KÜLLS

SACHBERICHT

Technische Hochschule Lübeck

Fachbereich Bauwesen

Lübeck

April 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung	2
2	Die Aufgabenstellung	3
3	Methoden	5
3.1	Wasserchemie	5
3.1.1	Hauptionen	5
3.1.2	Chlorid	6
3.1.3	Halogenide Bromid und Fluorid	6
3.1.4	Bor	6
3.1.5	Untersuchungen der stabilen Isotope	7
3.1.6	Untersuchungen von Tritium	9
3.1.7	SF_6	9
4	Studiengebiet	11
5	Ergebnisse	15
5.1	Untersuchung der Oberflächenwasserproben	15
5.1.1	Vor Ort Parameter	16
5.1.2	Hauptionen	16
5.1.3	Metalle und Schwermetalle	19
5.1.4	Organische Schadstoffe	20
5.2	Untersuchung der Grundwasserproben	21
5.2.1	Vor Ort Parameter	21
5.2.2	Hauptionen	22
5.2.3	Metalle und Schwermetalle	24
5.2.4	Organische Schadstoffe	25
5.2.5	Isotopenuntersuchungen	29
6	Zusammenfassung	39
7	Empfehlungen	41

Inhaltsverzeichnis	iv
Quellenverzeichnis	43
Literatur	43
A Probenahmeprotokolle	45

Liste der Abkürzungen

Symbol	Beschreibung	Einheit
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf	mg O_2
DOC	gelöster org. Kohlenstoff	mg/L
AOX	gelöster org. Kohlenstoff	mg/L
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	$\mu g/L$
EPA	Environmental Protection Agency	
PAK (EPA)	Von der Amerikanischen Bundesumweltbehörde (US-Environmental Protection Agency) zusammengestellte Liste mit PAK, die als prioritäre Umweltschadstoffe eingestuft sind und häufig stellvertretend für die Gruppe der PAK in Umweltproben untersucht werden.	
TOC	total organic carbon, gesamter organischer Kohlenstoff	mg/L
LHKW	leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe	$\mu g/L$
LAGA	Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall	
LfU	Landesamt für Umwelt	
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume	
VPDB	Vienna Pee Dee Belemnite, Standard für die Untersuchung von Kohlenstoffisotopen	$\delta \text{‰}$
V-SMOW	Vienna Standard Mean Ocean Water, Standard für die Untersuchung von stabilen Wasserisotopen	$\delta \text{‰}$
T.U.	Tritium Units = Tritium-Einheiten, entspricht einer Aktivität von 0.118 Bq/L, ein Bequerel ist die SI-Einheit der Aktivität einer bestimmten Menge einer radioaktiven Substanz, die in Zerfällen pro Sekunde angegeben wird	

1. Einleitung

Für die Hansestadt Lübeck, Bereich Umwelt-, Natur- und Verbraucherschutz, Abt. Wasser, Boden und Abfall sollten die Messstellen (HY-1, HY-3) mit jeweils zwei Filterstellungen und die Messstelle HY-5 mit drei Filterstellungen daraufhin untersucht werden, ob ein Einfluss von Deponiesickerwasser der Deponie Ihlenberg vorliegt. Diese Proben sollten als Prüfgegenstand gemäß BBodSchV Anhang 1 auf Färbung, Geruch, Trübung, Temperatur, pH, elektr. Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt (O_2), Redoxspannung (mV), chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Säurekapazität bis pH 4,3, HCO_3^- , DOC, Na^+ , K^+ , Fe , Mn , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , H_2S , F^- , Cyanide gesamt, Cyanide leicht freisetzbar, SiO_2 , B , Al^{3+} , Pb , Cd , Cu , Ni , Hg , Zn , AOX, Kohlenwasserstoffe (KW), Phenolindex, leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (LHKW) und auf Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nach EPA untersucht werden.

Zusätzlich zu diesen Untersuchungen sollten an den Proben Isotopenuntersuchungen zur Bestimmung der Altersstruktur und zur Detektion von Deponieeinflüssen vorgenommen werden. Die ausgewählten Parameter beruhen auf einer Empfehlung der vorangegangenen Untersuchung aus dem Jahre 2015 (Külls, C., 2015). Dafür wurden diese Proben zusätzlich auf die stabilen Isotope ^{13}C , ^{18}O , 2H , sowie auf das radioaktive Isotop 3H und das Spurengas SF_6 untersucht.

Eine Gefährdung der Gewässer Lübecks kann nicht nur auf dem Wege des Grundwasserzuflusses erfolgen. Es ist auch möglich, dass Deponiesickerwasser an den Oberflächengewässern unterhalb der Deponie austreten und über den Abfluss in die Vorflut der Wakenitz gelangen. Daher wurde auch ein Monitoringkonzept für Oberflächengewässer mit möglicher Anbindung an die Wakenitz entwickelt. Bei diesem Konzept wurden die Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) sowie der Technischen Regeln für die Überwachung von Grund-, Sicker- und Oberflächenwasser und oberirdischer Gewässer bei Deponien, Anhang 3 und 4, der LAGA, TR28, berücksichtigt.

Das vorgeschlagene Untersuchungsprogramm orientiert sich ebenfalls an den

Gutachten zur Wasserqualität im Umfeld der Deponie Niemark (Institut für ökologische Forschung und Planung, 2019, Gutachter Dr. G. Mehl) und an dem Gutachten von CLL “Über die Qualität von Wässern und Sedimenten, die sich südwestlich der Deponie Ihlenberg oberflächlich bilden und hydraulisch über das System Palingerer und Lüdersdorfer Graben mit der Wakenitz in Kontakt stehen”. Die vier Messstellen der Untersuchung von CLL (2013), die für die Vorflut der Wakenitz repräsentativ sind, wurden in dieser Kampagne erneut beprobt.

1.1 Zielsetzung

Ziel der Auswertung ist es, zu klären, ob eine mögliche Beeinflussung der Oberflächengewässer und/oder der Traverinne durch die Sickerwässer der Deponie Ihlenberg vorliegt oder ob eine zukünftige Beeinflussung durch ein Auftreten von Indikatoren für Deponiesickerwasser an den Probenahmestellen im Vorfeld zu erwarten ist.

2. Die Aufgabenstellung

Nach LAGA-TR28 (Anhang 3+4) wird empfohlen, die folgenden Parameter zu erheben und zu überprüfen: Farbe, visuell DIN EN ISO 7887(04/2012), Geruch, Trübung EN 7027 (04/2002), Temperatur, pH-Wert DIN EN ISO 10523 (04/2012), Leitfähigkeit, bezogen auf 25 Grad C DIN EN 27888. Diese Vor-Ort-Messungen wurden an der Messstelle erhoben und mit Angaben zu Witterung und Abfluss dokumentiert. Im Labor wurden folgende Parameter erhoben: NH_4^+ , NO_3^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , B , org. Kohlenstoff insgesamt (TOC) nach DIN EN 1484 (08/1997). Es wurde ebenfalls empfohlen, zusätzlich Orthophosphat, Nitrit und gelöste organische Stoffe zu messen, da diese Schwermetalle komplexieren und maskieren können. An den Gewässern werden ebenfalls die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink gemessen (filtriert, unfiltriert). Eine Bewertung dieser Stoffe erfolgte nach den vom LLUR publizierten Hintergrundwerten für Böden, Fließgewässer und oberirdische Binnengewässer (1997, 2011) und im Vergleich zur Studie von CLL in 2013. Eine Probenahme erfolgte am Lüdersdorfer Graben direkt oberhalb und unterhalb des Zuflusses vom Paligner Graben (HL W-1/S-1, HL W-2/S-2), direkt vor dem Zufluss in die Wakenitz (HL W-3/S-3) und in der Wakenitz (HL W-4/S-4) als Referenz.

Die Probenahme erfolgte durch ein beauftragtes Labor, das die Ergebnisse der wasserchemischen Analysen über den Auftraggeber dem Labor für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Technischen Hochschule Lübeck zur Verfügung stellte. Während der Probenahme der Oberflächengewässerproben wurde durch die TH Lübeck eine Abflussmessung an den Messstellen durchgeführt. Die Proben für die Isotopenanalysen wurden von der TH Lübeck genommen und an das auf Isotopenanalysen spezialisierte Labor Hydroisotop GmbH weitergeleitet. Die Analysen erfolgten über die Hydrosisotop GmbH durch beteiligte Speziallabore.

Die TH Lübeck unterstützte das beauftragte Labor bei der Entnahme von Isotopenproben mit spezieller Probenahmetechnik.

Die Auswertung umfasst im Einzelnen eine Interpretation der physikalischen und chemischen Parameter hinsichtlich einer Abweichung von natürlichen

Hintergrundwerten oder von früheren Werten.

Die Auswertung enthält eine hydrogeochemische Einordnung der Wässer an Hand der Hauptionen und Spurenstoffe (Schwermetalle und Spurenelemente) und eine Bewertung der gemessenen Werte hinsichtlich gesetzlicher Grenzwerte und Abweichungen von natürlichen Hintergrundwerten. Schließlich werden die Parameter KW, AOX, LHKW und PAK hinsichtlich der Fragestellung bewertet.

Die Isotopenwerte werden gemäß ihrer Indikatorfunktion für Deponiesickerwässer interpretiert. Die Methode der Bewertung wird für diese Parameter als Hintergrund genauer erläutert. Abschließend erfolgt eine Auswertung der Verweilzeitindikatoren hinsichtlich der Fließdauer des Grundwassers an den Probenahmestellen. Die Fließdauer ist maßgebend für die Gefährdung der Brunnen an der östlichen Stadtgrenze von Lübeck entlang der Traverinne und im Abstrom der Deponie Ihlenberg.

3. Methoden

Die Proben wurden nach den gängigen DIN-Normen in zertifizierten Laboren gemessen. Die Prüfergebnisse wurden, wie im Anhang berichtet, mitgeteilt. Die Auswertung der Proben erfolgte auf der Grundlage bekannter geochemischer, hydrochemischer und isopenhydrologischer Verfahren (Leibundgut, Maloszewski & Külls, 2009) für die Isotopenauswertung.

3.1 Wasserchemie

3.1.1 Hauptionen

Die Hauptionen bestehend aus den Kationen Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K) und den Anionen Hydrogencarbonat, Sulfat (SO_4), Nitrat (NO_3) und Chlorid (Cl) stellen in der Regel mehr als 95 % der Wasserinhaltsstoffe dar. Unter den Hauptionen können vor allem Sulfat, Nitrat, Chlorid einen Hinweis auf Deponiesickerwasser geben. Allerdings unterliegen Sulfat und Nitrat beide hydrochemischen Folgereaktionen: Beide Stoffe werden durch organische Belastungen, die auch typisch für Deponiesickerwasser sind und aus dem mit Organik angereicherten Hausmüll stammen, über Reduktions-Oxidations-Prozesse (RedOx) abgebaut und in ihre reduzierten Formen ($\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ und $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$, NH_4^+ oder N_2 (je nach Reduktionsgrad) umgewandelt. Somit zeigen belastete Grundwässer häufig statt erhöhter Sulfat- und Nitratwerte typischerweise ein vollständiges Fehlen dieser Ionen, die je nach geologischer und pedologischer Situation auch immer in geringen Mengen natürlich auftreten. Ein Fehlen von Sulfat und Nitrat ist ein möglicher Hinweis, aber kein Beweis für Anteile von Deponiesickerwässer, da die Abbauprozesse auch durch natürlich vorkommende organische Ablagerungen im Aquifer ausgelöst werden können. Dazu gehören Braunkohlesande, anmoorige Ablagerungen und natürliche Vorkommen von Erdgas oder Erdöl. Im Untersuchungsgebiet treten in den Braunkohlesanden organische Sedimente in Form von Braunkohlen auf.

3.1.2 Chlorid

Da auch Chlorid selber aus Deponien stammen kann, ist es hier sinnvoll, nach einer Korrelation zwischen dem Chlorid/Natrium-Verhältnis oder dem Chlorid/Bromid-Verhältnis zu prüfen. Das Chlorid/Natrium-Verhältnis von Meerwasser konvergiert gegen 1,175 (bzw. gegen den Kehrwert von 0,85 für das molare Na/Cl-Verhältnis).

3.1.3 Halogenide Bromid und Fluorid

Die Halogensalze Bromid und Fluorid liegen in deutlich geringeren Konzentrationen vor. Bromid kommt im Meerwasser angereichert vor, da es bei Ausfällungen in Lösung bleibt. Ein Bromid/Chlorid-Verhältnis von 3,4 ‰ ist typisch für Meerwasser. Dieses Verhältnis bleibt bei Mischung mit Süßwasser erhalten. Interessant ist, dass Bromid/Chlorid-Verhältnisse von ausgelaugten Salzen aus Salzdiapiren, die im tieferen Untergrund des Untersuchungsgebietes auftreten, sehr geringe Br/Cl-Verhältnisse von 0,014 bis 0,32 ‰ aufweisen. Versalzung durch die Auslaugung von Salzen im Untergrund können also leicht erkannt werden, indem untersucht wird, ob bei zunehmendem Salzgehalt eine Abnahme des Br/Cl-Verhältnisses erfolgt. Natürliche Wasser werden zunächst durch Aerosole der Meeresbrandung beeinflusst, die ein Br/Cl-Verhältnis von 3,4 aufweist. Dieses verändert sich durch Verdunstung und Prozesse im Wasserkreislauf nicht. Fluorid kann aus geochemischen Quellen stammen und ist häufig mit geothermisch beeinflussten Grundwässern assoziiert. Fluorid-Konzentrationen über 1 mg/L sind für die Gesundheit des Menschen abträglich. Fluorid kann mit Deponiewässern zunehmen, dieses geochemische Merkmal ist allerdings wenig spezifisch.

3.1.4 Bor

In terrestrischem Süßwasser ist Bor ein empfindlicher Indikator für Verschmutzungen. Bor aus anthropogenen Quellen stammt aus den früher als Bleichmittel und Aufheller in Waschmitteln verwendeten Boraten, die über in Verpackungen enthaltene Waschmittelreste und wegen ihrer guten Löslichkeit in Wasser häufig in Deponiesickerwässern erhöht sind. In der Regel werden mehr als 200 µg/L B⁻ im Grundwasser als Indikator für Verschmutzungen angesehen, da die natürlichen Hintergrundwerte meist geringer sind. Bor kommt jedoch auch mit 4,45 mg/L in Meerwasser vor. In der Ostsee liegt der Borgehalt wegen der geringeren Salinität der Ostsee allerdings nur bei ca. 500 bis 700 µg/L. Das Auftreten erhöhter Bor-Konzentrationen von bis zu 700 µg/L allein ist noch kein hinreichender Hinweis auf Deponie-Sickerwasser. Es muss zusätzlich untersucht werden, ob die Anreicherung mit Bor mit weiteren Indikatoren von Versalzung mit Meerwasser wie Bromid oder Chlorid korreliert. Wenn erhöhte Borkonzentrationen nicht mit Indikatoren für eine natürliche Versalzung aus Meerwasser korrelieren, kann

dies als ein guter und sicherer Hinweis auf anthropogene Quellen gelten.

Ein zusätzliches Indiz für die Herkunft von Bor liefert die Bor-Isotopenanalytik (Vengosh u. a., 1994): Mit dieser Methode können marine von terrestrischen Borquellen unterschieden werden. In (Hammer, 2003) werden die Borisotopenuntersuchungen an der Deponie Ihlenberg referiert. Borisotope sollten nicht allein, sondern immer im Kontext mit den hydrochemischen Daten betrachtet werden und können dann den Nachweis von Deponiesickerwasser einfluss bestätigen und absichern.

3.1.5 Untersuchungen der stabilen Isotope

Für die Untersuchung von Deponieeffekten können die Isotopenverhältnisse der stabilen Isotope des Wassers $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ und $^2\text{H}/^1\text{H}$ verwendet werden. Diese werden auf die Isotopenzusammensetzung von Meerwasser nach einem internationalen Standard V-SMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water) normiert und in einer δ -Signatur als Abweichung der Isotopenverhältnisse von denen des Meerwassers in ‰ angegeben. Der Deponieeffekt kann vor allem durch die Veränderung des $^2\text{H}/^1\text{H}$ Verhältnisses im Grundwasser bestimmt werden.

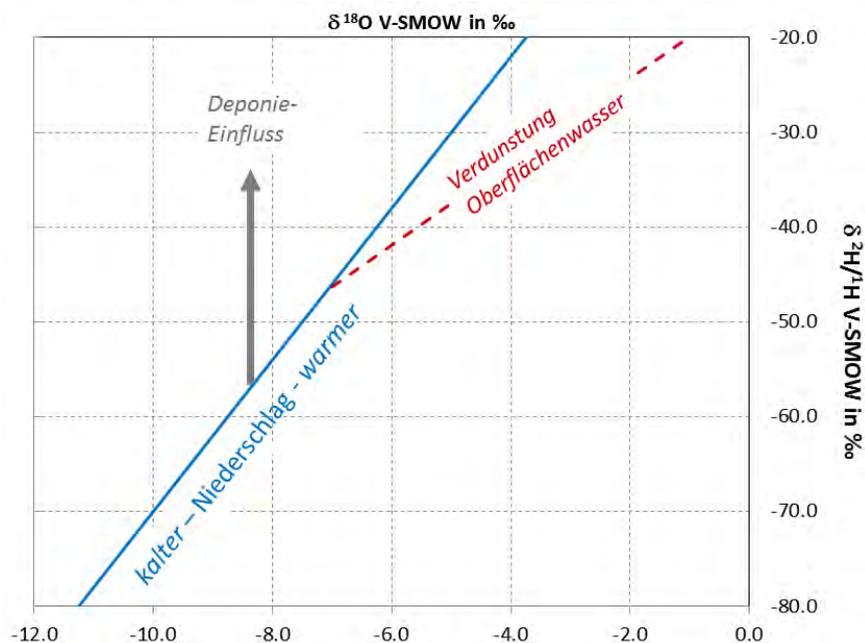


Abbildung 3.1: Methode zur Untersuchung des Deponieeffektes auf das Grundwasser mit stabilen Wasserisotopen

Im Deponiekörper kommt es zur Bildung von Wasserstoff. Bei diesem Prozess werden die leichten Isotope $^1\text{H}_2\text{O}$ des Wassers verstärkt in Wasserstoff umgewandelt, weil die Aktivierungsenergie für das leichtere Isotop etwas geringer ist. Dadurch kommt es zur Anreicherung des schwereren Isotopes ^2H im Wasser. Die Sauerstoffisotope werden von diesem Prozess nicht beeinflusst. Im ^{18}O - ^2H Diagramm kommt es somit bei Deponieeinfluss zu einer Veränderung der Werte entlang einer vertikal ansteigenden Linie (siehe Abbildung 3.2).

Auch die Isotope des Kohlenstoffes können einen Deponieeinfluss anzeigen. Der ^{13}C -Wert der Kohlendioxides in der Atmosphäre liegt bei $-7,0$ bis $8,8$ ‰ für den internationalen Standard VPDB (Vienna Pee Dee Belemnite), der wiederum der mittleren Zusammensetzung von Karbonaten im Meerwasser entspricht (Abb. 3.2).

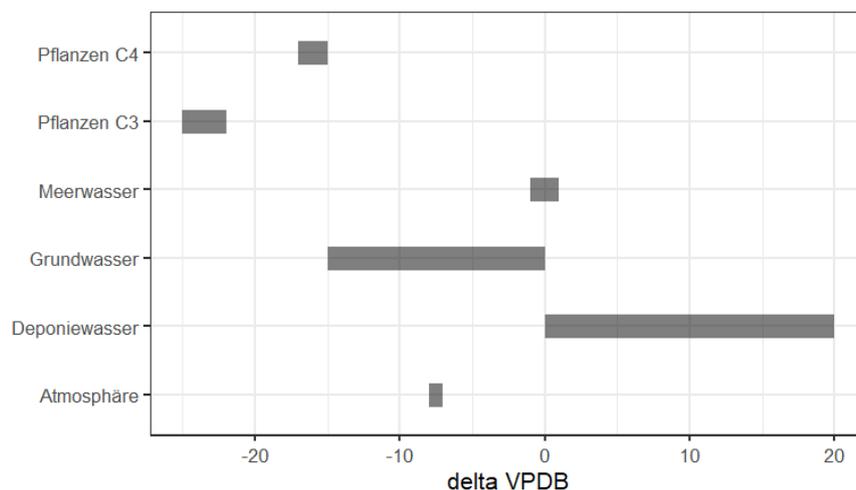


Abbildung 3.2: Methode zur Untersuchung des Deponieeinflusses mit stabilen Kohlenstoffisotopen

Pflanzen nehmen verstärkt leichten Kohlenstoff ^{12}C auf, damit entsteht je nach Typ der Pflanze eine mittlere Zusammensetzung von $-23,5$ ‰ bis -17 ‰ δ VPDB. Durch die Lösung von Kohlendioxid im Grundwasser verändert sich der Wert erneut und erreicht schließlich Werte von ca. -12 bis $-15,5$ ‰ δ VPDB. Im Deponiekörper kommt es zur Umwandlung von Hydrogencarbonat durch mikrobiologischen Abbau und hydrochemische Prozesse. Dabei wird wiederum das schwere Kohlenstoffisotop ^{13}C weniger stark abgebaut als das leichte und reichert sich im Deponiesickerwasser an. Deponiesickerwasser weist daher gegenüber dem natürlichen Grundwasser in der Regel Werte auf, die über dem Bereich von -12 bis $-15,5$ ‰ δ VPDB liegen (siehe

zum Beispiel die Studie von Górká, Bezyk & Sówka, 2021). Dieser Indikator kann aber nicht allein verwendet werden und muss in den hydrochemischen und geologischen Kontext gestellt werden. Eine Anreicherung ist auch durch Austausch mit Mergeln und Karbonaten möglich, die eine Zusammensetzung von 0 ‰ δ VPDB aufweisen.

3.1.6 Untersuchungen von Tritium

Schließlich kann Tritium, das radioaktive Isotope des Wassers 3H , zur Untersuchung von Deponien verwendet werden (siehe Raco & Battaglini, 2022). Tritium zerfällt mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren. Tritium wird in Tritium-Einheiten, sogenannten Tritium-Units (T.U.) gemessen. Eine T.U. entspricht einer Radioaktivität von 0,118 Bq/L. In Deutschland gilt für Trinkwasser ein Grenzwert von 100 Bq/L, das entspricht einem Wert von 850 T.U.

Tritium kommt als natürliches radioaktives Isotop in der Atmosphäre vor und ist in geringen Mengen von ca. 5,5 bis 10 T.U. mit einer saisonalen Schwankung im Niederschlag enthalten. Ab ca. 1950 stieg die Tritiumaktivität im Niederschlag durch oberirdische Nukleartests stark an und erreichte auf der Nordhalbkugel kurzzeitig Werte von über 1.000 T.U. (Einzelproben bis 6.300 T.U.) im Niederschlag. Seit Anfang der 1960er Jahre fällt die Tritiumkonzentration wieder ab und hat seit ca. 2010 auf der Nordhalbkugel wieder annähernd die natürlichen Hintergrundwerte von 5,5 bis 10 T.U. erreicht. Dennoch kann mit dem in der Vergangenheit in den Wasserkreislauf gelangten Tritium bei älteren Grundwässern noch eine Altersdatierung mittels der vorhandenen Tritiumkonzentration vorgenommen werden. Dabei muss der radioaktive Zerfall und der zeitliche Verlauf der Tritiumwerte im Niederschlag berücksichtigt werden.

Tritium kommt jedoch auch als Indikatorstoff in Deponien vor (Gellermann, 2018). Grund dafür können z. Bsp. Tritium-haltige Leuchtziffernblätter sein, die mit dem Hausmüll abgelagert wurden. In mehreren Deponien wurden Tritiumwerte von mehreren hundert T.U. bis über 1000 T.U. beobachtet. Diese Tritium-Markierung kann nun selbst als Indikator für Deponiesickerwasser dienen. In dem Fall, dass eine Beeinflussung besteht, kann allerdings eine eindeutige Altersdatierung mit Tritium nicht mehr erfolgen.

3.1.7 SF_6

Das Spurengas Schwefelhexafluorid (SF_6) wird seit den 1950er Jahren für industrielle Zwecke hergestellt. Das fast inerte Gas mit hohem Molekulargewicht wurde zur akustischen Dämpfung in Schallschutzfenstern aber vor allem als Schutzgas gegen Überspringen elektrischer Ladungen verwendet. Das Gas hat wegen seiner Stabilität eine hohe Verweilzeit in der Atmosphäre und seine Konzentration steigt monoton an. Es kann daher als industrielles

Spurengas zur Datierung von Grundwasser verwendet werden (s. Leibundgut, Maloszewski & Külls, 2009). Bei der Beprobung muss ein Kontakt mit der Atmosphäre vermieden werden. Die Konzentration von SF_6 wird durch das Gaslösungsgesetz nach Henry bestimmt und hängt allein von der temperaturabhängigen Löslichkeitskonstante K_H und von dem Partialdruck ab. Der Partialdruck von SF_6 kann somit aus der gemessenen gelösten Konzentration invers bestimmt und mit historischen Daten zum Partialdruck in der Atmosphäre verglichen werden, um den Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem das sich neubildende Grundwasser zuletzt in Kontakt mit der Atmosphäre war. Dieser Zeitpunkt wird als mittleres Grundwasseralter bestimmt.

Wie bei der Datierung mit Tritium müssen hierbei die möglichen Verteilungsfunktionen des Stoffes berücksichtigt werden. Im einfachsten Falle, wird von einer kolbenartigen Grundwasserbewegung ausgegangen; dann entspricht das bestimmte Alter direkt dem mittleren Grundwasseralter. Für ungespannte Systeme mit durchgehender Grundwasserneubildung über den gesamten Fließpfad ergibt sich eine exponentielle Verteilung der Mischungsanteile. Für ein teilgespanntes Grundwasser mit einem Neubildungsgebiet und dann folgender Überdeckung kann das Dispersionsmodell als beste Annahme für die Verteilung der Mischungsanteile angenommen werden. Für die Auswertung dieses Berichtes wurden alle Modelle vergleichend angewendet und dargestellt.

4. Studiengebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Osten Lübecks (Abb. 4.1). Die Deponie Ihlenberg, 1979 errichtet und bis 1991 als Deponie Schönberg betrieben, befindet sich in ca. 14 km Entfernung südöstlich der Traverinne und des heutigen Verlaufes der Trave. Der Ihlenberg stellt eine natürliche Anhöhe von über 60 m Höhe dar, an deren Südflanke die Deponie errichtet worden ist.

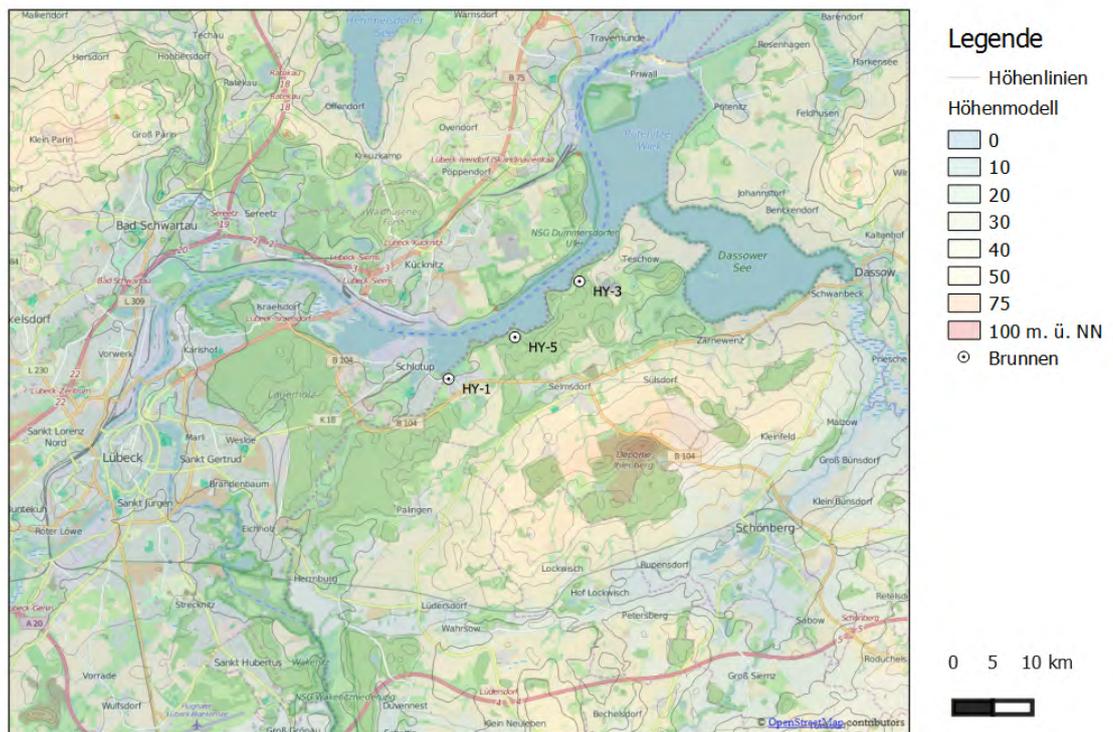


Abbildung 4.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes mit den Probenahme-
stellen HY 1,3 und 5 und Höhenlinien auf Basis des Höhenmodelles SRTM
(NASA), Landnutzung nach Openlayers

Die mögliche Gefährdung der Wasserressourcen der Stadt Lübeck wird wesentlich durch die Lage der Deponie im oberirdischen und vor allem im Grundwasserfließsystem bestimmt. Durch die umfangreichen Untersuchungen zur Hydrogeologie und Grundwasserneubildung von Lübeck und Bad Segeberg (Agster u. a., 2014) ist die hydrogeologische Situation im Umfeld der Deponie Ihlenberg gut bekannt.

Der Untergrund ist durch eine Folge von quartären Schichten in mehreren Stockwerken charakterisiert, die im Bereich des Untersuchungsgebietes tertiäre Schichten der unteren Braunkohlesande überlagern: Das oberste Stockwerk wird im Bereich der Deponie Ihlenberg durch den ungespannten freien Grundwasserleiter (qpWL1) gebildet. Dieses wird durch die Hauptdeckschicht (DS) unterlagert, welche den Hauptgrundwasserleiter (HWL-qo) als gespannten Grundwasserleiter bedeckt. Dieser kann im Bereich der Rinne von Rinnenton durchzogen sein und ein weiteres Stockwerk abgrenzen. Im Bereich des Untersuchungsgebietes fehlen durch die Salztektone die jung-tertiären Schichten der Kaolinsande (KS), Glimmerfeinsande (GFS) als grundwasserleitende Schichten und der obere Glimmerton (OGT) als wichtige stauende Schicht, auch die oberen Braunkohlesande (OBKS) und der Hamburger Ton (HT) wurden erodiert. Wegen dieser Schichtlücke folgen somit die unteren Braunkohlesande (UBKS) und die Vierlandfeinsande. Die Schichtenfolge wird durch den Unteren Glimmerton (UGT) begrenzt, der die Basis des Grundwasserleitersystems darstellt.

Die Brunnen HY 1 und HY 5 sind bis in die unteren Braunkohlesande verfiltriert und, die Grundwassermessstelle HY 3 reicht nur bis zum quartären Hauptgrundwasserleiter (Abb. 4.2).

Die Grundwassermessstellen sind durch eine Abfolge von Fein-, Mittel- und Grobsand alternierend mit Schluffbändern gekennzeichnet. Im unteren Bereich der Profile HY 1 und HY 5 werden die unteren Braunkohlesande erreicht, die direkt an die quartären Sande anschließen (HY 1) oder durch ein Schluffband von der quartären Sandschicht getrennt sind (HY 5).

Auf Grund der Schichtenfolge ergeben sich für die Untersuchung und die Untersuchungsfragen wichtige Randbedingungen. Die oberen quartären Sande sind im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes nicht ausgeprägt. Im Kernbereich des Ihlenberges stehen also die Deckschichten an und ein Grundwasserleiter fehlt. Die oberflächennahe Entwässerung durch Abflussbildung erfolgt durch ein südöstlich parallel zur Trave verlaufendes Gewässer in den Dassower See (4.1). Erst nordwestlich dieser Entwässerungslinie beginnt der oberflächennahe, ungespannte quartäre Aquifer aus Decksanden. Eine direkte hydrogeologische Verbindung im obersten ungespannten Aquifer besteht nach dem geologischen Konzeptmodell nicht, dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine solche Fließverbindung über geologische Fenster oder quartäre Schichten besteht.

Eine hydrogeologische Verbindung besteht allerdings im für die Wasserversorgung wichtigen Hauptleitersystem. In diesem System ist auch die Fließrichtung direkt von der Deponie Ihlenberg auf die Traverinne in nordwestlicher Richtung ausgebildet. In diesem Grundwasserleiter ist also ein Gefährdungspotential vorhanden. Das wird auch durch die Stichtagsmessung der Grundwassergleichen im Hauptwasserleitersystem (HWL) bestätigt (LLUR).

Die oberen Braunkohlesande fehlen als Aquifer im Untersuchungsgebiet, in diesem Stockwerk besteht also kein Gefährdungspotential. Die unteren Braunkohlesande sind erst nord-westlich der Deponie ausgebildet. Hier besteht ein indirektes Gefährdungspotential, wenn es zu einer Verbindung von quartärem Hauptwasserleiter und unteren Braunkohlesanden über geologische Fenster kommt. Zur Durchlässigkeit des geologischen Untergrundes wurden mehrere bohrlochgeophysikalische Untersuchungen durchgeführt (BLM, 1997) und (BLM, 1998). Bei diesen Untersuchungen handelt es sich jedoch um Punktdaten. Im regionalen Maßstab können durch geologische Fenster und präferentielle Fließwege höhere laterale Durchlässigkeiten erreicht werden und gelten. Regionale Arbeiten zur Bestimmung des Barrierepotentials und Rückhaltevermögens von quartären Schichten im Unter-

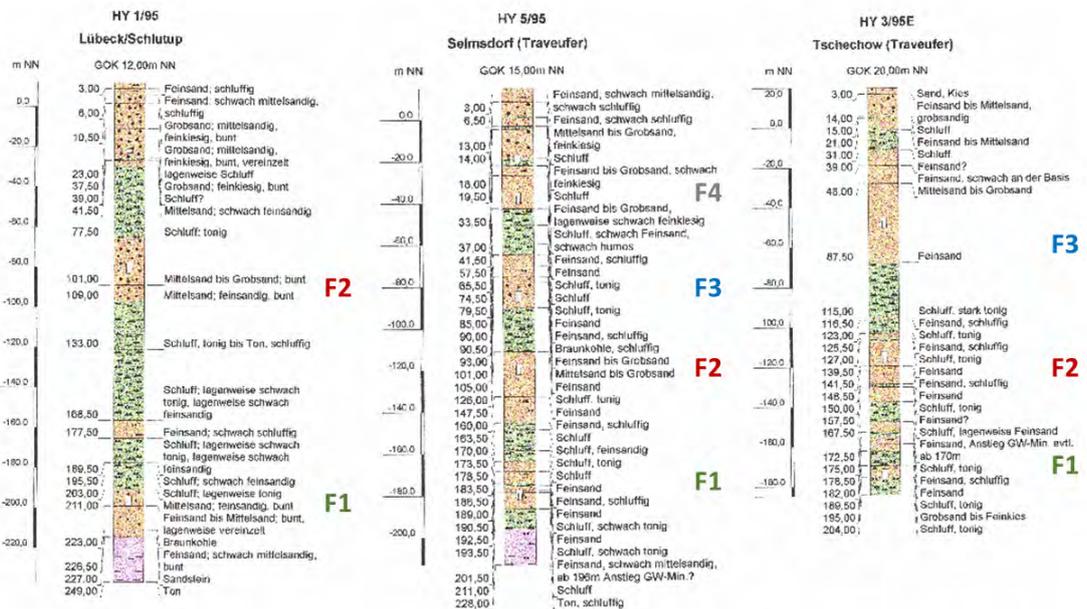


Abbildung 4.2: Schichtenaufbau und Verfilterung der Grundwassermessstellen HY 1, 3 und 5 im Untersuchungsgebiet mit der im Bericht verwendeten Bezeichnung der Filterstellungen F1, F2 und F3. In der Filterstellung F4 war eine Probenahme nicht möglich.

grund und Umfeld der Deponie Ihlenberg legte Hammer, 2003 vor. Das tatsächliche Verhalten des Fließsystems kann wegen der Heterogenität des Untergrundes jedoch nicht a priori sondern nur durch eine Überwachung erfasst werden.

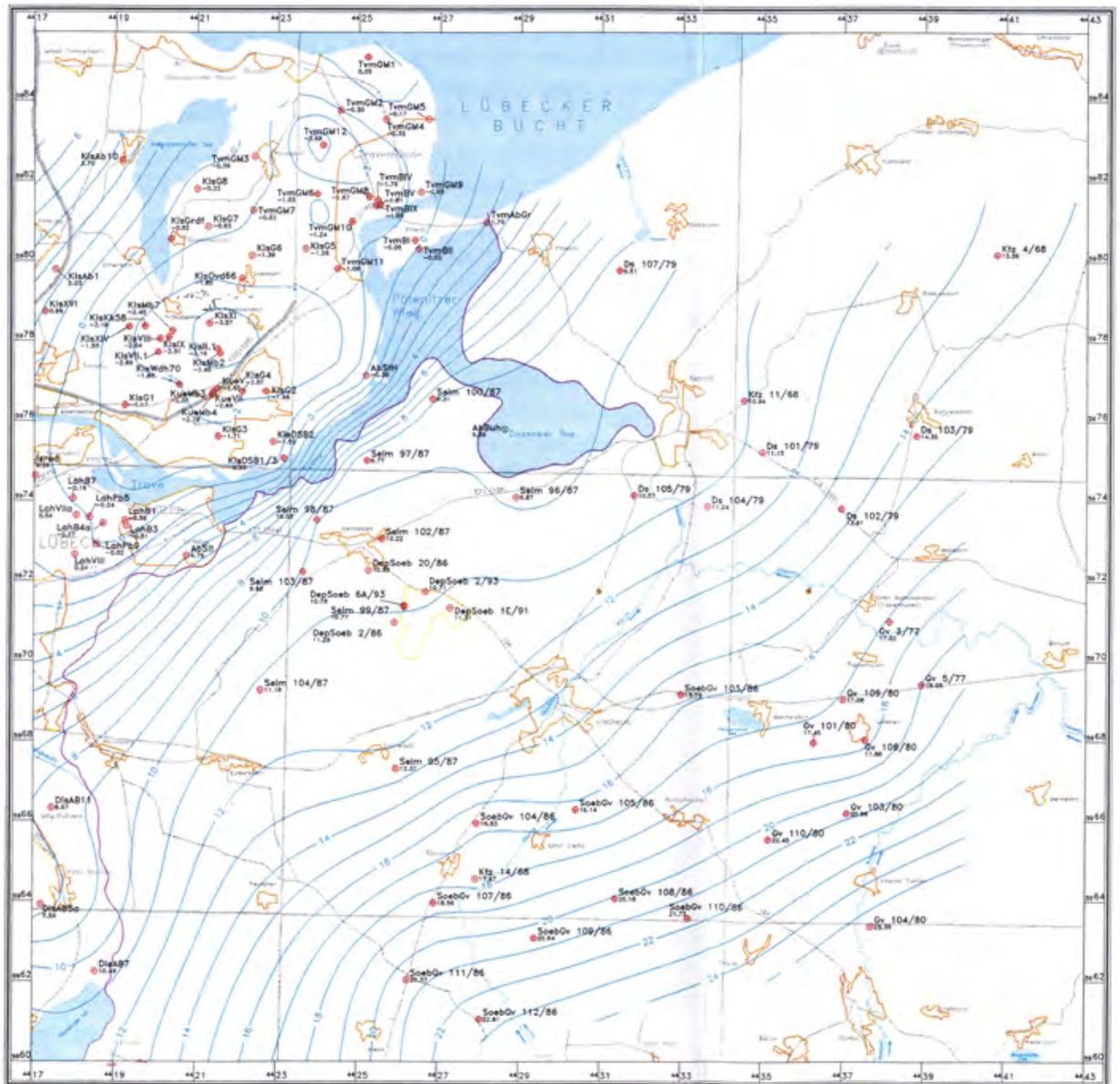


Abbildung 4.3: Stichtagsmessung der Grundwassergleichen durch das LLUR

5. Ergebnisse

5.1 Untersuchung der Oberflächenwasserproben

Die untersuchten Messstellen liegen am Lüdersdorfer Graben oberhalb des Paligner Grabens (HL S/W 1), Flusskilometer 5 bis 6, am Lüdersdorfer Graben unterhalb der Einmündung des Paligner Grabens (HL S/W 2) (ohne Angabe der Flusskilometrierung), an der Wakenitz unterhalb der Einmündung des Lüdersdorfer Grabens (HL S/W 3) und als Referenz bei der Wakenitz oberhalb der Einmündung des Lüdersdorfer Grabens HL S/W 4.



Abbildung 5.1: Lageplan der Probenahmestellen HLS / W 1, 2, 3 und 4, Landnutzung nach Openlayers

5.1.1 Vor Ort Parameter

Während der Probenahme wurden an den vier Oberflächenmessstellen die Vor-Ort-Parameter bestimmt (Tab. 5.1). Die untersuchten Parameter umfassen die Färbung, die Trübung, den Geruch, die Temperatur, den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ und den Sauerstoffgehalt in mg/L .

Tabelle 5.1: Vor-Ort-Parameter in den Oberflächengewässerproben am Lüdersdorfer Graben

Brunnen	Färbung	Trübung	Geruch	Temp. [C]	pH-Wert	Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Sauerstoff mg/L
HS S/W 1	farblos	klar	o. B.	12,6	7,71	1080	5,8
HY S/W 2	farblos	klar	o. B.	12,0	7,76	922	7,5
HY S/W 3	farblos	klar	o. B.	11,9	7,78	940	7,5
HY S/W 4	farblos	klar	o. B.	↑ 15,1	7,6	↓ 434	↓ 4,7

Keine der Proben wies eine Färbung oder eine Trübung auf, auch beim Geruch waren alle Proben ohne Befund (o.B.). Die Temperatur lag im Lüdersdorfergraben an den Messstellen HL S/W 1-3 bei 12,6 bis 11,9 Grad. Diese Temperatur liegt auffällig nah an der Temperatur der Grundwasserproben, die im in den folgenden Abschnitten beschrieben werden. Die Temperatur liegt entlang des Lüdersdorfer Graben etwas ab. Dies kann auf entlang des Gewässers zunehmende Grundwasserzutritte hindeuten. Die elektrische Leitfähigkeit liegt bei 1080, 922 und 940 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entlang des Lüdersdorfer Grabens und damit deutlich höher als die elektrische Leitfähigkeit der Wakenitz. Der Einfluss des Lüdersdorfer Grabens auf die Wakenitz wird dadurch deutlich, dass sich der Wert in der Wakenitz unterhalb des Zuflusses des Lüdersdorfer Grabens mit 940 $\mu\text{S}/\text{cm}$ zu dem Wert oberhalb des Zuflusses von 434 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mehr als verdoppelt. Der Lüdersdorfer Graben stellt daher einen Zufluss mit höher mineralisiertem Wasser dar. Die Sauerstoffkonzentrationen liegen bei 5,8 oberhalb des Zuflusses des Palinger Grabens, steigen dann bei den Probenahmestellen HL S/W 2 und 3 auf jeweils 7,5 mg/L . Die Referenzproben in der Wakenitz oberhalb des Zuflusses des Lüdersdorfer Grabens liegt mit 4,7 mg/L deutlich niedriger.

Werte über 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ deuten auf eine erhöhte Mineralisierung hin. Die Ursache der Mineralisierung kann aus den mit der Mineralisierung korrelierenden Hauptionen erschlossen werden. Dazu werden die Konzentrationen der Hauptionen im folgenden Abschnitt näher untersucht.

5.1.2 Hauptionen

Die Analysen der Hauptionen und der Spurenstoffe sind in Tabelle 5.2 dargestellt. Es wurden im Einzelnen die Parameter Gesamtkohlenstoff (TOC nach DIN EN 1484), Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) nach DIN EN ISO 11732, Ni-

trit (NO₂-N, DIN EN ISO 13395, Nitrat (NO₃-N, DIN EN ISO 10304-1), o-Phosphat (PO₄-P, DIN EN 1189), Chlorid (Cl, DIN EN ISO 10304-1), Natrium (Na, DIN EN ISO 11885), Kalium (K, DIN EN ISO 11885), Calcium (Ca, DIN EN ISO 11885), Magnesium (Mg, DIN EN ISO 11885) und Bor (B, DIN EN ISO 11885) untersucht.

Tabelle 5.2: Ergebnisse der Untersuchung auf Nährstoffe, Hauptionen und Summenparameter an den Oberflächengewässern

Parameter	Einheit	HL S/W 1	HL S/W 2	HL S/W 3	HL S/W 4
TOC	mg/L	7,2	7,1	7,2	6,0
NH ₄ ⁺	mg/L	0,05	0,04	0,04	0,07
NO ₂ ⁻	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₃ ⁻	mg/L	1,32	2,08	1,95	0,18
PO ₄ ⁻	mg/L	0,12	0,1	0,12	0,03
Cl ⁻	mg/L	110	82	88,4	35,8
Na ⁺	mg/L	86,4	65,1	71,2	21,5
K ⁺	mg/L	11,1	10,2	10,6	3,7
Ca ⁺²	mg/L	115	109	109	54
Mg ⁺²	mg/L	14,1	11,9	12,2	8,7
B ⁻	mg/L	0,11	0,09	0,1	0,04

Der gesamte gelöste organische Kohlenstoff liegt im Vergleich zu den Grundwasserproben mit 6 bis 7,2 mg/L erwartungsgemäß höher. Im Lüdersdorfer Graben liegen die Werte zwischen 7,1 und 7,2 mit keiner klar abnehmenden oder zunehmenden Tendenz. Die Werte in der Wakenitz liegen mit 6,0 mg/L niedriger. Durch den Lüdersdorfer Graben erfolgt hier zum Messzeitpunkt also ein Eintrag von gelöstem Kohlenstoff. Die Ammoniumwerte liegen mit 0,04 bis 0,05 mg/L noch unter dem Referenzwert der Wakenitz, insgesamt sind die Werte zum Zeitpunkt der Probenahme gering und nicht kritisch. Die Nitratwerte liegen mit 1,32 bis 2,08 mg/L etwas höher als in der Wakenitz, in der nur 0,18 mg/L gemessen wurden. Hier erfolgt relativ ein Eintrag von Nitrat. Alle Nitritwerte sind unter der Nachweisgrenze von 0,01 mg/L. Nitrit ist ein Indikator für aktive Umwandlungsprozesse, die bei entsprechenden Redoxbedingungen oder frischer Belastung mit Stickstoff auftreten können – diese Hinweise finden sich in den Proben zum Zeitpunkt der Probenahme nicht. Die Konzentrationen von Orthophosphat liegen im Lüdersdorfer Graben mit 0,1 bis 0,12 mg/L höher als in der Wakenitz mit nur 0,03. Das ist insofern bemerkenswert, als dass der Ratzeburger See mit dem Ablauf der Wakenitz bereits als phosphatreich, bzw. phosphatbelastet gilt. Erhöhte Werte von Phosphat können auf Abwässer hindeuten. Phosphat kann auch durch Abspülungen auftreten. Da es stark an Bodenpartikeln sorbiert wird, erfolgt dies in der Regel nur bei Starkregen. Die insgesamt erhöhten Werte von Phosphat deuten auf wegen der konstant erhöhten Werte eher auf eine

Belastung durch nicht ausreichend gereinigte Abwässer hin.

Die Hauptionen Chlorid und Natrium zeigen erhöhte Werte. Die Konzentrationen von 82 bis 110 mg/L Chlorid liegen deutlich über denen der Wakenitz (mit 35,8 mg/L). Auch die Werte von Natrium liegen mit 65,1 mg/L bis 86,4 mg/L sehr deutlich über denen der Wakenitz. Die höchsten Werte werden jeweils im Lüdersdorfer Graben bei der Messstelle HL S/W 1 oberhalb des Zuflusses des Paligner Grabens beobachtet. Die Konzentrationen von Natrium und Chlorid können nicht durch atmosphärische Einträge erklärt werden, es ist hier also von einer Quelle im Einzugsgebiet auszugehen. Als geogene Quellen kommen salzhaltige Quellen oder Beiträge von Tiefenwasser nach dem aktuellen Verständnis der geologischen Situation eher nicht in Frage. Zwar befinden sich in den tieferen Schichten des Untergrundes salzhaltige Formationen und Grundwässer, allerdings ist der obere Grundwasserleiter (OG) vom Hauptgrundwasserleiter durch eine Deckschicht getrennt. Ein Anteil aus den Schichten unterhalb des OG könnte nur durch geologische Fenster bedingt sein, für die kein direkter und klarer Nachweis vorhanden ist. Daher ist es wahrscheinlicher, dass die erhöhten Chlorid-Werte auf anthropogene Einträge zurückgehen. Anthropogene Salzeinträge können aus geklärten Abwässern (organische Bestandteile, Nährstoffe Nitrat und bei Phosphatfällung auch Phosphat werden durch die Klärung unter die gesetzlichen Grenzwerte gesenkt, Salze bleiben aber auch im Ablauf enthalten), aus der Landwirtschaft oder aus Deponien stammen. Auch eine Erhöhung durch Streusalze kann eine Rolle spielen. Die Beobachtung, dass die Kaliumwerte ebenfalls erhöht sind, spricht für eine Quelle aus der Landwirtschaft, da Kalium als Pflanzendünger in der Landwirtschaft eingesetzt wird.

Ein guter Indikator für die Trennung von anthropogenen und geogenen Quellen sind Ionenverhältnisse von Na-Cl, Cl-Br oder Indikatoren wie Bor.

Zur besseren Zuordnung und Interpretation der Quelle von Natrium und Chlorid wurden die Proben der Oberflächengewässer und die Proben der Grundwasserproben in den folgenden Abschnitten verglichen. Als Referenz wurde die Linie des molaren Natrium-Chlorid Verhältnisses von 1:1 angegeben, da dieses eine geogene Quelle aus Steinsalz anzeigt.

Die Proben der Oberflächengewässer liegen nah an der Linie des molaren Einheitsverhältnisses und leicht oberhalb dieser Linie und weisen einen geringfügigen Chlorid Überschuss auf. Die Natrium-Chlorid-Verhältnisse ähneln denen der Grundwasserproben. Dieses deutet auf einen Grundwasserzutritt in den Lüdersdorfer Graben aus dem Grundwasserkörper hin, der auch in den Grundwasserproben beprobt wurde.

Die Werte von Calcium, Magnesium und Kalium liegen im Lüdersdorfer Graben jeweils höher als in der Wakenitz. Die Werte für Calcium und Magnesium liegen jedoch im Rahmen der geogenen Hintergrundwerte für einen

Grundwasserkörper mit der mit Mergeln in geochemischem Austausch gestanden hat. Die Werte für Kalium liegen mit 10,2 bis 11,1 mg/L jedoch über den Grundwasserwerten, über den Werten in der Wakenitz von 3,4 mg/L und auch über dem erwarteten geogenen Hintergrund. Da Kalium in der Landwirtschaft als Düngemittel eingesetzt wird, kann hier ein anthropogener Eintrag aus der Landwirtschaft vermutet werden.

Schließlich liegen auch die Werte von Bor mit 0,09 bis 0,11 mg/L über den Werten der Wakenitz von 0,04 mg/L. Die Werte im Grundwasser liegen mit 0,25 bis 0,41 mg/L höher. Hier liegt daher wahrscheinlich eine Auswirkung von Grundwasserzutritten mit Mischanteilen der Grundwässer des Hauptgrundwasserleiters vor.

5.1.3 Metalle und Schwermetalle

Die Metalle Eisen (Fe), Mangan (Mn) werden getrennt betrachtet, da sie Redoxanzeiger ohne physiologische Toxizität darstellen. Die Eisen- und Mangankonzentrationen liegen in den tieferen Stockwerken tiefer. Sie sind kein Anzeiger für eine Verschmutzung. Sie zeigen reduzierende Bedingungen an, die natürliche Ursache (natürliche organische Ablagerungen, Braunkohle) oder anthropogene Ursachen haben können. Eine nähere Interpretation ist nur unter Verwendung der Kohlenstoffisotope möglich.

Die Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Selen (Se), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg), Zink (Zn) konnten in den Proben nicht nachge-

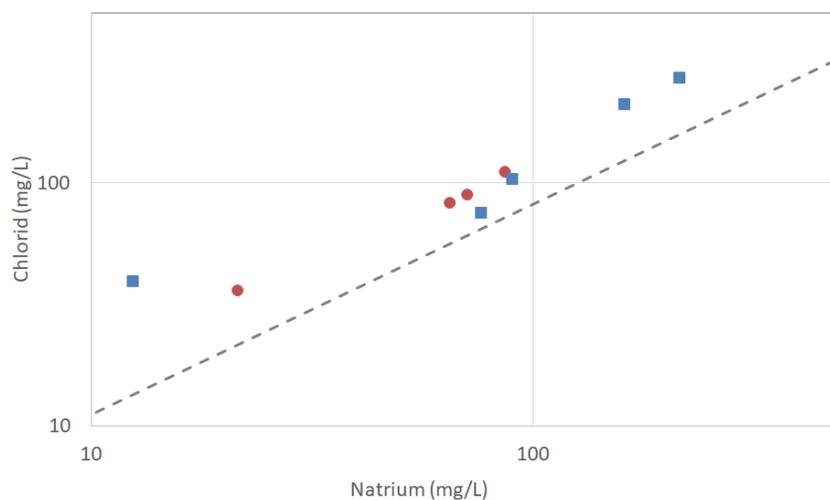


Abbildung 5.2: Natrium-Chlorid-Verhältnis der Proben am Lüdersdorfer Graben. Die Proben der Oberflächengewässer sind als rote gefüllte Kreise dargestellt, die Proben des Grundwassers als blaue gefüllte Quadrate.

wiesen werden und lagen somit unter Nachweisgrenzen der in DIN EN ISO 17294-2 (E 29) spezifizierten Methoden. Eine signifikante Erhöhung dieser Konzentration kann als Nachweis für eine anthropogene Belastung dienen, sofern die geochemischen Hintergrundwerte deutlich überschritten werden.

Tabelle 5.3: Ergebnisse der Untersuchung auf Metalle in Oberflächengewässern

Parameter	Einheit	HL S/W 1	HL S/W 2	HL S/W 3	HL S/W 4
Blei (Pb)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cr ges.	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Kupfer (Cu)	mg/l	0,001	0,001	0,001	<0,001
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	0,001	0,001	<0,001
Quecksilber	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink (Zn)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Blei (filt.)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cd (filt.)	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cr (filt.)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cu (filt.)	mg/l	0,001	0,001	0,001	<0,001
Ni (filt.)	mg/l	0,001	0,001	0,001	<0,001
Hg (filt.)	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink (filt.)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Schwermetalle sind unter neutralem pH und bei den beobachteten pH-Werten kaum mobil. Sie werden auf dem Eintragspfad Grundwasser zudem stark an Eisenhydroxiden und Tonmineralen sorbiert. Insgesamt sind keine Auffälligkeiten bei den Konzentrationen von Schwermetallen zu erkennen. In den Proben liegen die Konzentrationen von Metallen und Schwermetallen unter der Nachweisgrenze oder genau auf der Nachweisgrenze (bei einigen Proben für Kupfer und Nickel).

Zudem wurden die Proben filtriert und unfiltriert untersucht. Durch die unfiltrierte Probenahme können auch Metalle und Schwermetalle erfasst werden, die auf feinen Schwebstoffen anhaften, die filtrierten Proben weisen den im Wasser gelösten Stoff nach. Beiden Formen der Analyse zeigen keine Hinweise auf Belastungen mit Schwermetallen.

5.1.4 Organische Schadstoffe

Die Proben der Oberflächengewässer wurden auf die organischen Komplexbildner EDTA, NTA und DBTA untersucht. (Tab. 5.4). Diese Stoffe können Indikatoren für Abwasserinfiltrationen (Wisotzky, Cremer & Lenk, 2018) sein. EDTA wird jedoch auch in der Landwirtschaft als EDTA haltige Spurenelementdünger eingesetzt. Während die Komplexbildner NTA und DTBA

in keiner der Proben nachgewiesen wurden, finden sich in den Proben HL S/W 1-3 im Lüdersdorfer Graben jeweils 9,7 µg/L, 6,4 µg/L und 7,4 µg/L EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure). Dieser Stoff ist sehr gut löslich (bis 500 mg/L) und wird in Kläranlagen nur geringfügig abgebaut.

Tabelle 5.4: Ergebnisse der Untersuchung auf organische Komplexbildner EDTA, NTA, DTBA in den Oberflächengewässern. Erhöhte Werte sind farblich markiert.

Parameter	Einheit	HL S/W 1	HL S/W 2	HL S/W 3	HL S/W 4
Komplexbildner EDTA	µg/l	9,7	6,4	7,4	<0,5
Komplexbildner NTA	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Komplexbildner DTBA	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

EDTA findet sich nicht in der Wakenitz. EDTA ist kein natürlich vorkommender Stoff. Hier liegt daher ein Nachweis eines Eintrages aus Abwasser oder aus der Landwirtschaft vor. Aus dem Verlauf der Konzentrationen lässt sich schließen, dass der Eintrag oberhalb des Palinger Grabens und dabei auch oberhalb von HL S/W 1 liegt. Die Veränderungen der Konzentrationen in den Proben HL S/W 2 und 3 können durch Verdünnungseffekte erklärt werden.

5.2 Untersuchung der Grundwasserproben

5.2.1 Vor Ort Parameter

Während der Probenahme wurden die Vor-Ort-Parameter bestimmt (Tab. 5.5). Die untersuchten Parameter umfassen neben den Randbedingungen Entnahmetiefe und Wasserstand die Färbung, Trübung, den Geruch, die Temperatur, den pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit in µS/cm. In der Tabelle ist der Wasserstand bei der Beprobung gemessen von der Brunnenoberkante angegeben, die Filtertiefe ist in Abbildung 4.2 angezeigt. Die Filter werden von unten nach oben gezählt.

Keine der Proben wies eine Färbung oder eine Trübung auf, die Probe HY5/95 wies einen schwachen Schwefelgeruch auf, der 2015 nicht aufgefallen war. Die pH Werte liegen im normalen Bereich des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes und sind damit unauffällig. Die Temperatur liegt im Bereich der Jahresmitteltemperatur, in den tieferen Stockwerken ist entsprechend der geothermischen Tiefenstufe aus natürlichen Gründen eine leicht höhere Temperatur festzustellen. Die elektrische Leitfähigkeit reicht von 611 µS/cm im Hauptgrundwasserleiter bis zu 7700 µS/cm im tiefen Filter von HY 3/95-F1.

Werte über 1000 µS/cm deuten auf eine erhöhte Mineralisierung hin. Die Ursache der Mineralisierung kann aus den mit der Mineralisierung korreli-

Tabelle 5.5: Vor-Ort-Parameter: Als Tiefe ist die Tiefe unter Brunnenoberkante angegeben. Besonders auffällige oder erhöhte Werte sind farblich markiert (grün).

Brunnen	Wasser-stand m	Färbung	Trübung	Geruch	Temp. [C]	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]
HY 1/95 F1+	9,0	farblos	klar	unauffällig	12,6	7,39	1570
HY 1/95 F2+	10,0	farblos	klar	unauffällig	10,8	7,43	611 (+)
HY 3/95E F1+	20,0	farblos	klar	unauffällig	11,7	7,68	7770
HY 3/95E F2+	20,0	farblos	klar	unauffällig	10,8	7,30	989
HY 5/95 F1+	16,0	farblos	klar	unauffällig	11,4	7,35	1360(+)
HY 5/95 F2+	16,0	farblos	klar	unauffällig	10,6	7,36	874
HY 5/95 F3+	22,0	farblos	klar	schwach n. Schwefel	11,0	7,54	703

erenden Hauptionen erschlossen werden. Dazu werden die Konzentrationen der Hauptionen im folgenden Kapitel näher untersucht.

Bei zwei Proben wurde eine leichte Zunahme gegenüber der Beprobung 2015 festgestellt: HY 1/95 F2 und HY5/95 F1. Die Zunahme ist geringfügig liegt aber über der Messungengenauigkeit, die mit ca. 5 µS/cm angenommen wird. Diese sind mit einem (+) markiert. Diese Zunahme kann auf natürliche Schwankungen zurückzuführen sein, wird aber vergleichend angemerkt.

5.2.2 Hauptionen

Die Analysen der Hauptionen und der Spurenstoffe sind in Tabelle 5.6 dargestellt. Es wurden im Einzelnen die Kationen Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), Ammonium (NH₄) und Strontium (Sr), sowie die Anionen Hydrogencarbonat, Sulfat (SO₄), Nitrat (NO₃), Nitrit (NO₂), Chlorid (Cl), Bromid (Br), Fluorid (F), Bor (B) sowie Sulfide leicht freisetzbar, die Säurekapazität bis pH 4,3 und Kieselsäure (SiO₂) untersucht.

Tabelle 5.6: Ergebnisse der Untersuchung auf Hauptionen. Analysen mit Werten, die erhöht sind, sind farblich markiert (grün).

Parameter	Einheit	HY1/95F1	HY1/95F2	HY3/95F1	HY3/95F2
Ca ⁺²	mg/L	84,3	104,1	67,1	84,1
Mg ⁺²	mg/L	15,7	5,1	47,2	19,4
Na ⁺	mg/L	215	12,5	1470	89,8
K ⁺	mg/L	8,1	1,8	22,0	6,4
NH ₄ ⁺	mg/L	0,87	0,38	3,13	0,84
HCO ₃ ⁻	mg/L	480,0	245,0	424	438,0
SO ₄ ⁻²	mg/L	8,3	57,2	<1,0	2,9
NO ₃ ⁻	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
NO ₂ ⁻	mg/L	0,01	0,02	0,01	0,01
Cl ⁻	mg/L	267	39,1	2370	103,0
F ⁻	mg/L	0,16	0,08	0,38	0,17
B ⁻	mg/L	0,41	0,28	2,03	0,29

Die Hauptionen zeigen deutliche Unterschiede nach der jeweiligen Tiefe.

Tabelle 5.7: Ergebnisse der Untersuchung auf Hauptionen (Fortsetzg.)

Parameter	Einheit	HY5/95F1	HY5/95F2	HY5/95F3
Ca ⁺²	mg/L	85,0	78,6	92,8
Mg ⁺²	mg/L	20,3	16,6	14,9
Na ⁺	mg/L	161	76,6	22,7
K ⁺	mg/L	7,8	5,7	5,5
NH ₄ ⁺	mg/L	1,05	0,9	0,34
HCO ₃ ⁻	mg/L	458	422	219
SO ₄ ⁻²	mg/L	3,3	<1,0	118(+)
NO ₃ ⁻	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
NO ₂ ⁻	mg/L	0,01	0,01	0,01
Cl ⁻	mg/L	209	74,6	40,1
F ⁻	mg/L	0,14	0,17	0,13
B ⁻	mg/L	0,33	0,25	0,12

In der unteren Filterstellung 1 (F1) treten zum Teil hohe bis sehr hohe Natrium- und Chloridkonzentrationen auf. Die höchsten Werte werden in der Grundwassermessstelle HY3/95 F1 mit 1.470 mg/L Natrium und 2.370 mg/L Chlorid erreicht. Auch HY1/95 F1 und HY5/951 F1 weisen mit 267 mg/L und 209 mg/L Chlorid erhöhte Salzgehalte auf.

Im Vergleich zu 2015 wird eine geringfügige Zunahme der Werte beobachtet, die jedoch jeweils unter 5 Prozent liegt. Die Messstelle HY5/95 F3 zeigt mit einem Anstieg von 100 auf 118 mg/L Sulfat eine deutlichere Zunahme und wurde entsprechend markiert.

Es fällt auf, dass die Hydrogenkarbonatwerte in zwei Gruppen auftreten: Die Messstellen mit tiefen Filterstellungen HY1/95 F1, HY3/95 F1+F2, HY5/95 F1+F2 haben hohe Konzentrationen von Hydrogenkarbonat, hingegen liegen die Werte bei den flacheren Filterstellungen HY1/95 F2, HY3/95 F3, HY5/95 F3 deutlich niedriger. Die Konzentration von Hydrogenkarbonat im Grundwasser wird zunächst über die Anwesenheit von Karbonat im Boden und Grundwasserleiter und durch den Partialdruck von Kohlendioxid im Boden bestimmt und kann dann durch sekundäre Prozesse im Aquifer steigen (Bildung von CO₂) oder sinken (Abbau von Hydrogenkarbonat in reduziertem Milieu z. Bsp. durch organische Verschmutzung). Durch die glaziale Herkunft der Sedimente und das quartäre Alter kann von einem Vorhandensein von Karbonat im OG und HGW ausgegangen werden.

Die Nitratwerte sind sehr gering und liegen oft unter der Nachweisgrenze. Dieses deutet darauf hin, dass in den tiefen und mittleren Stockwerken und den Filterstellungen F1 und F2, teilweise auch F3 ein Nitratabbau stattfindet. Der Nitratabbau im Grundwasser erfolgt, wenn der bei der Grundwasserneubildung gelöste Sauerstoff durch Abbau organischer Substanz aufgezehrt wurde.

Es fallen in der Untersuchung der Analysenergebnisse die erhöhten Bor-

Konzentrationen auf. Bor-Konzentrationen von mehr als 200 µg/L können einen Einfluss von Deponiesickerwasser darstellen. Allerdings ist Bor auch in Meerwasser enthalten (4,5 mg/L). Durch die geringere Salinität der Ostsee erreichen die Borkonzentrationen des Ostseewassers rezent allerdings nur ca. 0,5 bis 0,7 mg/L.

Bei einer Probe liegt dieser Wert über 2 mg/l. Dieser hohe Wert in der Filterstufe 1 der Messstelle HY3/95 kann durch natürliche Prozesse nur mit Formationswasser oder mit Auslaugungen von tieferen Salzstöcken erklärt werden. Durch den Anstieg der Konzentration von oben nach unten ist ein Einfluss von Deponiesickerwasser hier unwahrscheinlich. Dies wird bei allen drei Grundwassermessstellen beobachtet. Der Wert hat sich gegenüber 2015 nur geringfügig verändert.

5.2.3 Metalle und Schwermetalle

Die Metalle Eisen (Fe), Mangan (Mn) werden getrennt betrachtet, da sie Redoxanzeiger ohne physiologische Toxizität darstellen. Die Eisen- und Mangankonzentrationen liegen in den tieferen Stockwerken tiefer. Sie sind kein Anzeiger für eine Verschmutzung. Sie zeigen reduzierende Bedingungen an, die natürliche Ursache (natürliche organische Ablagerungen, Braunkohle) oder anthropogene Ursachen haben können. Eine nähere Interpretation ist nur unter Verwendung der Kohlenstoffisotope möglich.

Die Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Selen (Se), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg), Zink (Zn) konnten in den Proben nicht nachgewiesen werden und lagen somit unter Nachweisgrenzen der in DIN EN ISO 17294-2 (E 29) spezifizierten Methoden. Arsen war im Untersuchungsumfang nicht enthalten, sollte in Zukunft aber mit berücksichtigt werden. Eine signifikante Erhöhung dieser Konzentration kann als Nachweis für eine anthropogene Belastung dienen, sofern die geochemischen Hintergrundwerte deutlich überschritten werden.

Tabelle 5.8: Ergebnisse der Untersuchung auf Metalle

Parameter	Einheit	HY1/95 F1	HY1/95 F2	HY3/95 F1	HY3/95E F2
Blei (Pb)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Kupfer (Cu)	mg/l	0,002	0,001	0,001	<0,001
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Quecksilber	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink (Zn)	mg/l	0,025	0,007	0,028	0,001
Eisen (Fe)	mg/l	1,52	3,64	2,75	2,25
Mangan (Mn)	mg/l	0,178	0,215	0,081	0,172

Schwermetalle sind unter neutralem pH und bei den beobachteten pH-Werten im Grundwasserleiter kaum mobil. Daher ist die Mobilität von Schwermetallen in Grundwasser, das sich im Kohlensäuregleichgewicht befindet, sehr

Tabelle 5.9: Ergebnisse der Untersuchung auf Metalle (Fortsetzg.)

Parameter	Einheit	HY 5/95 F1	HY 5/95 F2	HY 5/95 F3
Blei (Pb)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Kupfer (Cu)	mg/l	0,001	0,002	<0,001
Nickel (Ni)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Quecksilber	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink (Zn)	mg/l	0,009	0,008	0,002
Eisen (Fe)	mg/l	2,32	2,43	0,99
Mangan (Mn)	mg/l	0,162	0,161	0,329

stark eingeschränkt. Eventuell in den Hauptgrundwasserleiter eintretende Sickerwässer würden daher erheblich retardiert werden und sich durch Sorption auf Austauschplätzen oder durch Oberflächenkomplexierung erheblich langsamer als das Wasser bewegen. Schwermetalle sind daher keine geeigneten Indikatoren zur Früherkennung der Verschmutzung.

Insgesamt sind keine Auffälligkeiten bei den Konzentrationen von Schwermetallen zu erkennen.

5.2.4 Organische Schadstoffe

Der gesamte gelöste organische Kohlenstoff (DOC, engl. dissolved organic carbon) in mg/L zeigt an, wie viel Organik insgesamt im Wasser gelöst ist, darunter können natürliche und anthropogene Stoffe fallen. Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) in mg/L Sauerstoff gibt an, wie viel Sauerstoff benötigt wird, um die abbaubaren chemischen Verbindungen abzubauen, die sich im Wasser befinden. Die adsorbierbaren organisch gebundenen Halogene (AOX), der Kohlenwasserstoff-Index für Kohlenwasserstoffe wie Mineralöl, Diesel, Heizöl an und der Phenolindex für Phenole sind Summenparameter (Tab. 5.10).

Tabelle 5.10: Ergebnisse der Untersuchung auf organische Summenparameter. Erhöhte Werte sind farblich markiert (grün).

Parameter	Einheit	HY1/95 F1	HY1/95 F2	HY3/95 F1	HY3/95 F2
Cyanide freisetzb.	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cyanide ges.	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
DOC	mg/l	3,4	4,2	7,9	2,6
CSB	mg/l	<15	<15	35	<15
AOX	mg/l	0,014	0,001	<0,060	0,02
Kohlenw.-Index	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Phenolindex	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Während bei der Untersuchung Cyanide, Kohlenwasserstoff- und Phenolindex nicht nachgewiesen wurden, fallen die erhöhten DOC und CSB-Werte bei HY 3/95 F1 auf. Dieses wurde bereits 2015 beobachtet.

Tabelle 5.11: Ergebnisse der Untersuchung auf organische Summenparameter

Parameter	HY 5/95 F1	HY 5/95 F2	HY 5/95 F3
Cyanide freisetzbar	<0,01	<0,01	<0,01
Cyanide ges.	<0,01	<0,01	<0,01
DOC	2,8	3,1	2,1
CSB	<15	<15	<15
AOX	0,015	<0,01	<0,01
Kohlenw.-Index	<0,10	<0,10	<0,10
Phenolindex	<0,01	<0,01	<0,01

Es wurden als organischen Schadstoffe die leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW), die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe und ein Pestizid untersucht (Tab. 5.12). Alle Analysen lagen unter der jeweiligen Nachweisgrenze.

Tabelle 5.12: Ergebnisse der Untersuchung auf organische Schadstoffe

Parameter	Einheit	HY1/95 F1	HY1/95 F2	HY3/95 F1	HY3/95E F2
Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe					
Bromdichlormethan	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibromchlormethan	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dichlormethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tetrachlorethen	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrachlormethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tribrommethan	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Trichlorethen	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlormethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Vinylchlorid	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichlorethen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,1-Dichlorethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2-Trichlorethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2-Tetrachlorethan	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-Dichlorethan	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
LHKW - Summe	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
Naphthalin	µg/l	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	µg/l	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Phenanthren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Anthracen	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoranthren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Pyren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Chrysen	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(ghi)perylen	µg/l	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Pestizide					
1,2-Dichlorpropan	µg/l	<0,070	<0,070	<0,070	<0,070

Tabelle 5.13: Ergebnisse der Untersuchung auf organische Schadstoffe

Parameter	Einheit	HY 5/95 F	HY 5/95 F2	HY 5/95 F3
Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe				
Bromdichlormethan	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Dibromchlormethan	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Dichlormethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Tetrachlorethen	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrachlormethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Tribrommethan	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3
Trichlorethen	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlormethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Vinylchlorid	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichlorethen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
1,1-Dichlorethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2-Trichlorethan	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2-Tetrachlorethan	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-Dichlorethan	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
LHKW - Summe	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)				
Naphthalin	µg/l	<0,010	<0,010	<0,020
Acenaphthylen	µg/l	<0,05	<0,05	<0,10
Acenaphthen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Phenanthren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Anthracen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Fluoranthren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Chrysen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
Benzo(ghi)perylen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,010
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.
Pestizide				
1,2-Dichlorpropan	µg/l	<0,070	<0,070	<0,070

5.2.5 Isotopenuntersuchungen

An den Brunnen HYI/95 F1 , HYI/95 F2, HY3/F1, HY3/F2, HY5/F1, HY5/F2 und HY5/F3 wurden Proben zur Untersuchung von Tritium 3H , SF_6 und der stabilen Isotope ^{18}O , 2H und ^{13}C genommen. Diese Isotope wurden in dem vorigen Bericht zur Untersuchung der Grundwässer an der Landesgrenze als sehr geeignete Indikatoren für einen Deponieeinfluss identifiziert, da sie sich ungefähr mit der Geschwindigkeit des Grundwassers bewegen und nicht wie viele Metalle und organische Stoffe durch Interaktion mit dem Grundwasserleiter verzögert werden, und häufig auch noch sehr geringe Anteile von Deponiewasser identifizieren helfen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5.14 dargestellt. Es ist der Wasserstand gemessen unterhalb der Brunnenoberkante bei der Probenahme angegeben. Die Tiefe der Filterstellungen ist in Abbildung 4.2 gegeben. Die Filterstellungen sind von unten nach oben aufsteigend nummeriert.

Tabelle 5.14: Ergebnisse der Isotopenuntersuchung

Brunnen	Wasser-stand m	$^{18}O/^{16}O$ δ ‰	$^2H/^1H$ δ ‰	$^{13}C/^{12}C$ δ ‰	3H T.U.	SF_6 fmol/L
HY 1/95 F1	12,50	-8,2	-54,4	-13,4	<0,8	0,4
HY 1/95 F2	7,79	-8,0	-52,1	-13,8	1,8	0,6
HY 3/95 F1	15,63	-8,5	-57,1	-13,0	1,1	0,4
HY 3/95 F2	16,56	-8,1	-52,5	-14,7	<0,6	0,6
HY 5/95 F1	12,65	-8,1	-54,3	-14,3	1,8	0,7
HY 5/95 F2	14,13	-7,9	-52,1	-15,4	1,9	0,6
HY 5/95 F3	16,57	-8,1	-54,8	-13,5	6,1	0,9

Tritium im Grundwasser

Das radioaktive Isotop 3H Tritium, das überwiegend Bestandteil des Wassers H_2O ist, kommt einerseits natürlich vor. Es wird durch kosmogene Strahlung in der oberen Atmosphäre produziert und gelangt durch einen vertikalen Luftaustausch in die Troposphäre, aus der es mit dem Niederschlag in den terrestrischen Wasserkreislauf gelangt (Leibundgut, Maloszewski & Külls, 2009). Andererseits kann Tritium auch anthropogene Quellen haben. Es wurde in den 1950er bis in die Mitte der 1960 Jahre durch Atombombenversuche in der Atmosphäre anthropogen freigesetzt und wird mit dem Niederschlag über eine bekannte Eingabefunktion in den Wasserkreislauf eingetragen, die an der BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde) in Koblenz und beim Bundesamt für Strahlenschutz (Messstation in Freiburg) gemessen wird (siehe Abb. 5.3). Tritium kann auch ein Indikator für Deponiewasser sein, hier gelangt es u.a. durch tritiumhaltige Leuchtmittel (Ziffernblätter von Uhren) in das Deponiewasser und kann dieses markieren. Tritium zerfällt über einen β^- Zerfall und hat eine Halbwertszeit von 12,3 Jahren. Der Tritiumeintrag über den Niederschlag oder über eine andere Quelle muss daher entsprechend der vergangenen Zeit seit dem Eintrag über eine Expo-

ponentialfunktion gemindert werden, die zum einem Abbau um die Hälfte in 12,3 Jahren führt.

Die Tritiumaktivität kann in Bq/L (Zerfälle pro Sekunde) als der physikalischen Einheit gemessen werden. Für hydrologische und hydrogeologische Anwendungen wird die Einheit T.U. (Tritium Unit=Tritiumeinheit) verwendet, die als 0,118 Bq/L definiert ist. In der Trinkwasserverordnung ist nach der Novelle vom 20. Juni 2023 ein Grenzwert von 10 Bq/L vorgegeben, der einer Aktivität von ca. 85 T.U. entspricht. Radiologisch spielt Tritium aufgrund seines sehr geringen Dosiskoeffizienten nur eine sehr untergeordnete Rolle; demzufolge wird Tritium bei der Dosisberechnung in der Trinkwasserverordnung entsprechend Anhang C.1 auch nicht berücksichtigt. Allerdings kann es als Indikator für einen Deponieeinfluss gelten, da nach der bekannten Inputfunktion, die Aktivitäten im Niederschlag in der Größenordnung von ca. 10 T.U. oder entsprechend ca. 1,18 Bq/L liegen. In der Deponie Ihlenberg wurden 2021 in einer radiologischen Untersuchung 400 bis 576 Bq/L gemessen. Ein signifikanter Anstieg von Tritium in Grundwasserproben an der Landesgrenze zu Schleswig-Holstein und zur Stadt Lübeck über den erwarteten Hintergrundwert von ca. 10 Tritiumeinheiten kann daher als Indikator dienen.

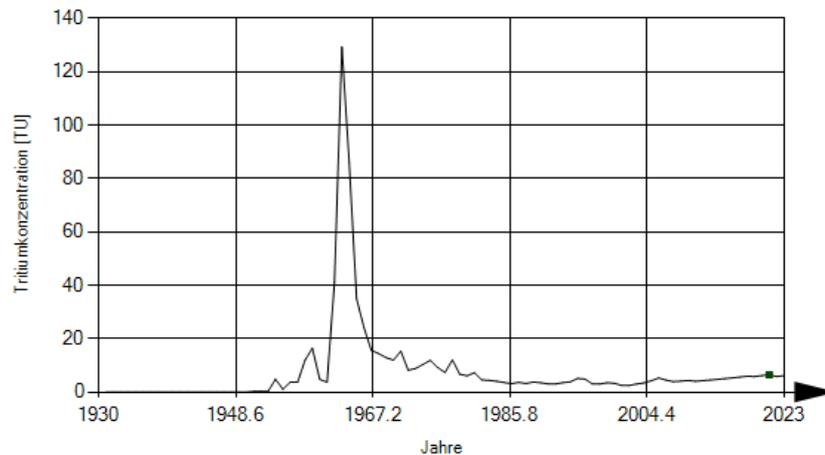


Abbildung 5.3: Tritium Input Funktion: Tritium im Niederschlag von Deutschland, gemessen von der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Die gemessenen Konzentrationen reichen von $< 0,6$ bzw. $0,8$ T.U. (nicht nachweisbar) an den Messstellen HY1/95 F1 und HY3/95 F2 bis zu $6,1$ T.U. für die Messstelle HY5/95 F3. Dabei entsprechen $6,1$ Tritiumeinheiten (T.U.) umgerechnet ca. 1 Bq/L (einem Zerfall pro Sekunde). Die Werte liegen damit im bzw. unter dem natürlichen Schwankungsbereich des Niederschlages und weisen keine erkennbare Erhöhung durch Deponiesickerwasser

auf. Die Messstellen HY1/95 F2 und HY3/95 F1 weisen mit 1,8 und 1,1 Tritiumeinheiten (T.U.) ebenso sehr geringe Werte auf, die nur geringfügig über der Nachweisgrenze liegen. Ebenso liegen die Werte für HY5/95 F1 und HY5/95 F2 nur geringfügig über der Nachweisgrenze.

Die geringen Tritiumwerte werden durch die lange Verweildauer des Grundwassers im Untergrund verursacht. Nach der Grundwasserneubildung über den aktiven Niederschlag, wird die Aktivität des Grundwassers nicht durch eine weitere Anreicherung mit radioaktivem Tritium erhöht und nimmt exponentiell mit zunehmender Verweildauer des Wassers im Untergrund ab. Dabei halbiert sich der Ausgangswert alle 12,3 Jahre. Durch eine genaue Berechnung der Zerfälle der Niederschlagsaktivitäten von Tritium für jedes einzelne Niederschlagsjahr seit 1950 bis 2021 kann die mittlere Verweilzeit des Grundwassers berechnet werden, die die 2021 gemessenen Aktivitäten in den Grundwassermessstellen erklärt. Diese Berechnung wurde für alle Proben durchgeführt. Dabei ergeben sich Verweilzeiten von 38 bis 60 Jahren. Das Ergebnis der Modellierung ist in Abbildung 5.4 dargestellt. Um die Verweilzeiten zu interpretieren, ist es notwendig ein Modell aufzustellen, nachdem sich die Niederschläge der vergangenen Jahre mischen. Für einen ungespannten Grundwasserleiter wird diese Verteilung durch ein exponentielles Modell der Verweilzeiten beschrieben, für einen gespannten Grundwasserleiter durch ein sogenanntes Advektions-Dispersionsmodell (Leibundgut, Maloszewski & Külls, 2009). Für die Grundwassermessstelle HY3/95 F3 ergeben beide Modelle eine vergleichbare Verweilzeit. Alle anderen Verweilzeiten liegen höher als die von HY3/95 F3.

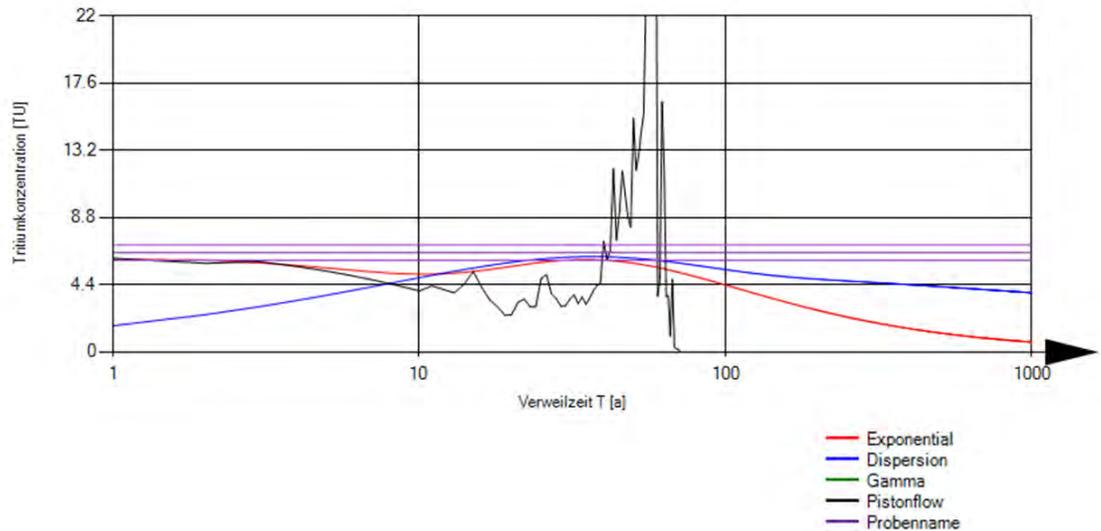


Abbildung 5.4: Tritiumaktivitäten im Grundwasser für die Probe mit der höchsten Tritiumaktivität HY3/95 F3 (waagerechte Linien). Schnittpunkte mit den Verlaufskurven der Mischungsmodelle ergeben die Verweilzeit.

Schließlich wurden die Proben von 2021 mit den Proben von 2015 verglichen und graphisch gegenübergestellt. Insbesondere ein Anstieg von Tritium würde sich durch eine Abweichung von der 1:1 Diagonalen nach oben erkennen lassen (siehe Abb. 5.5).

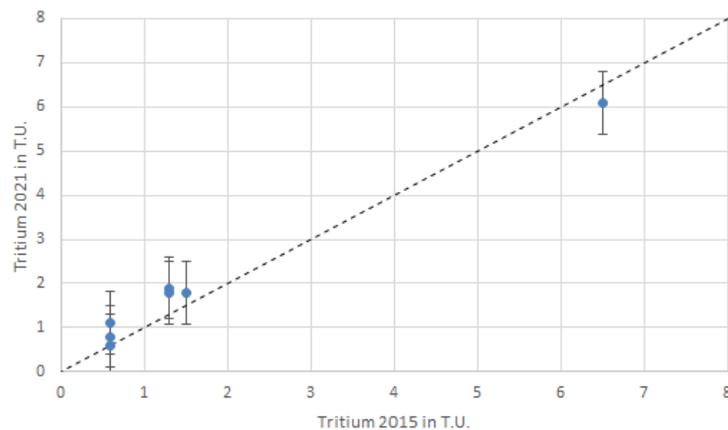


Abbildung 5.5: Vergleich der Tritiumaktivitäten im Grundwasser für die Probenahme 2015 und 2021. Es werden die Fehlerbalken für die Analyse angegeben (ca. 0.5 T.U.).

Insgesamt kann an Hand der Proben kein Deponieeinfluss erkannt werden. Es kann zudem geschlossen werden, dass die Verweilzeit des Grundwassers für die meisten Grundwassermessstellen über 50 Jahren liegt und für die Messstelle HY3/95 F3 mindestens 38 bis 60 Jahre beträgt. Für die Betrachtung aller Tracer sind die Abstandsgeschwindigkeiten relevant.

Schwefelhexafluorid

Bei der Probenahme wurden Proben in einem geschlossenen System so genommen, dass kein Kontakt mit der Atmosphäre bestand. Die in den Grundwasserproben gelöste Konzentration stellt daher die Konzentration dar, die zum Zeitpunkt der Grundwasserneubildung über das Gesetz für die Lösung von Gasen in Wasser bei einer gegebenen Temperatur dem Partialdruck in der Atmosphäre entsprach.

Für die Auswertung wurde eine Zeitreihe der historischen Partialdrücke von SF_6 seit 1950 bis 2021 für die Nordhalbkugel von der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) verwendet. Die Konzentrationen von SF_6 wurden für eine Grundwassertemperatur von 10 Grad Celsius und für die Höhe des Neubildungsstandortes Schönberg mit ca. 70 m ü. N) für alle Jahre seit 1950 berechnet. Der Schnittpunkt der gemessenen Konzentration mit der historischen Eingabefunktion stellt das Neubildungsalter für den Fall dar, dass es keine Mischung entlang des Fließpfades gibt (Abb. 5.6).

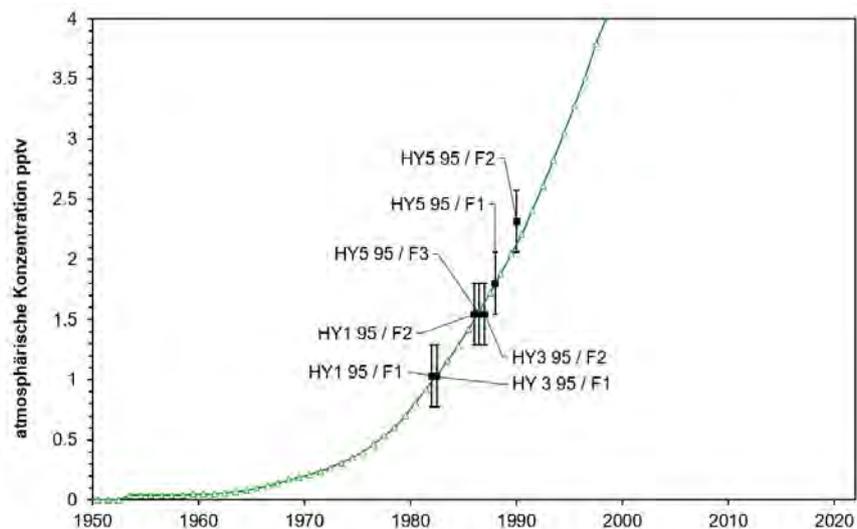


Abbildung 5.6: Verlauf der Konzentration von SF_6 in der Atmosphäre und aus den gemessenen Proben errechnete Konzentration zum Zeitpunkt der Grundwasserneubildung. Der Schnittpunkt stellt das mittlere Grundwasseralter ohne weitere Berechnung von Mischung mit Sickerwässern entlang des Fließweges dar.

Grundwasser wird entlang des Fließpfades mit zusickerndem Sickerwasser gemischt. Bei einem ungespannten System nehmen die Anteile vom Probenahmeort zum entferntesten Neubildungsgebiet exponentiell ab, bei einem gespannten System, bei dem die Neubildung in einem begrenzten Neubildungsgebiet erfolgt und der Fließweg danach gespannt ist, oder bei einer Teilverfilterung des Brunnens folgen die Mischungsanteile einem Advektions-Dispersionsmodell. Daher wurden die Grundwasseralter zusätzlich mit einem Exponentialmodell und einem Dispersionsmodell berechnet, das die Mischung mit Sickerwässern entsprechend berücksichtigt. Als Referenz ist das Alter ohne Mischung angegeben (Piston Flow Modell) und das Gamma-Modell, welches die Mischung beim Fließen durch mehrere Grundwasserleiter beschreibt. Die Verweilzeit, bei der sich die berechneten Konzentrationen mit den gemessenen Konzentrationen von SF_6 schneidet, ergibt die mittlere Verweilzeit des Grundwassers für diesen jeweiligen Fall.

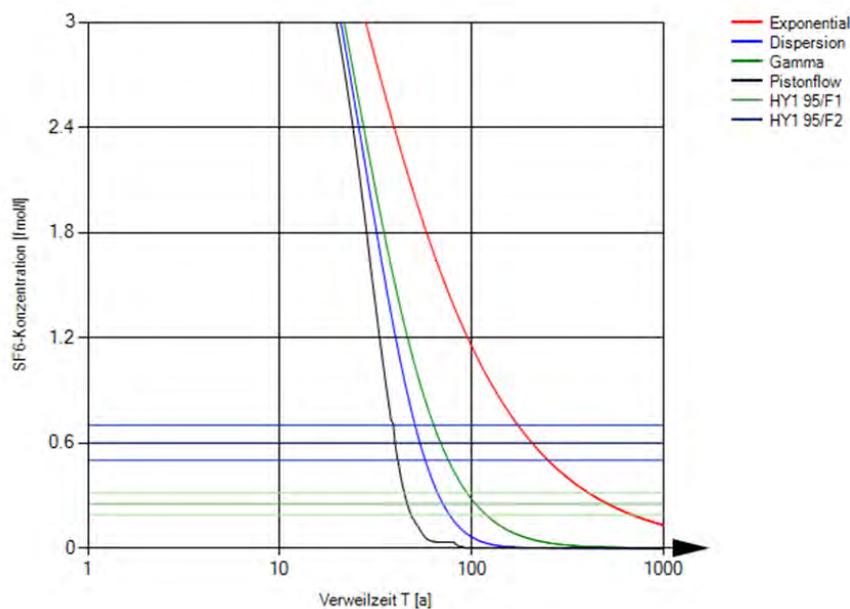


Abbildung 5.7: Verlauf der Konzentration von SF_6 in der Atmosphäre und aus den gemessenen Proben errechnete Konzentration zum Zeitpunkt der Grundwasserneubildung. Der Schnittpunkt stellt das mittlere Grundwasseralter mit Berücksichtigung der Mischung mit Sickerwässern entlang des Fließweges dar für den ungespannten Fall (Exponentialmodell), den gespannten Fall (Dispersionsmodell), den Fall von Mischungen über mehr als ein Stockwerk (Gammamodell) und den ungemischten Fall als Referenz (Piston-Flow Modell) für den Brunnen HY 1 95 mit den Filterstufen F1 (tief) und F2 (oberes Stockwerk). Die oberen und unteren horizontalen Linien zeigen die Unsicherheit des mittleren Grundwasseralters auf Grund der analytischen Messunsicherheit.

Wird die Mischung berücksichtigt, so steigt das mittlere Grundwasseralter gegenüber dem Fall ohne Mischung (Piston-Flow, links als Referenz). Der auf Grund der Geologie wahrscheinlichste Fall, die Mischung nach dem Dispersionsmodell, ergibt für die Grundwassermessstelle HY1 95 ein mittleres Grundwasseralter von 69 Jahren für den Filter F1 und von 52 Jahren für den Filter F2 (Abb. 5.7). Die Grundwasseralter für die Mischung nach dem Exponentialmodell und dem Gammamodell liegen höher.

Für die Grundwassermessstelle HY3 95/F1 und HY3 95/F2 (Abb. 5.8) ergeben sich entsprechende Alter. Der tiefere Filter weist erneut ein höheres Grundwasseralter von ca. 60 Jahren auf, der obere Filter hat ein mittleres Grundwasseralter von ca. 50 Jahren. Die beste Näherung der Alter ist auf Grund der hydrogeologischen Verhältnisse durch das Dispersionsmodell gegeben, die gemessene Konzentration von SF_6 würde bei Mischung nach dem Gammamodell oder nach dem Exponentialmodell höhere mittlere Grundwasseralter ergeben.

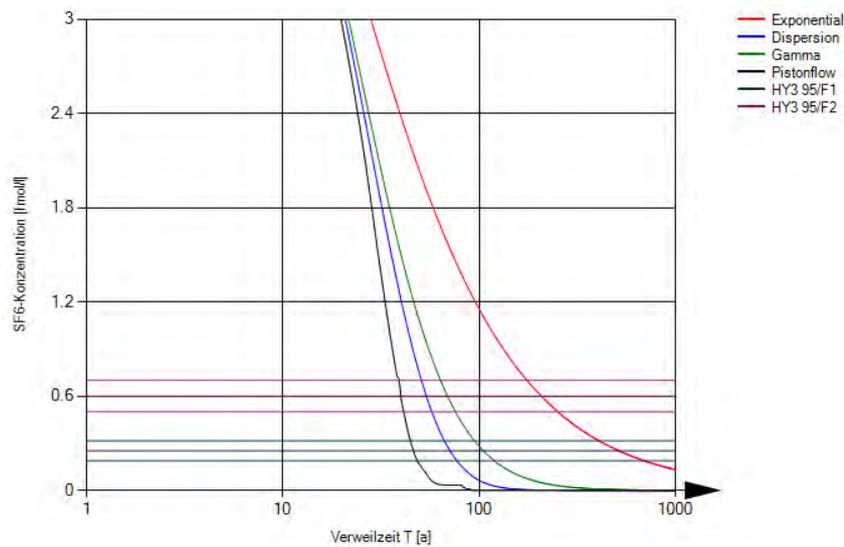


Abbildung 5.8: Verlauf der Konzentration von SF_6 in der Atmosphäre und aus den gemessenen Proben errechnete Konzentration zum Zeitpunkt der Grundwasserneubildung. Der Schnittpunkt stellt das mittlere Grundwasseralter mit Berücksichtigung der Mischung mit Sickerwässern entlang des Fließweges dar für den ungespannten Fall (Exponentialmodell), den gespannten Fall (Dispersionsmodell), den Fall von Mischungen über mehr als ein Stockwerk (Gammamodell) und den ungemischten Fall als Referenz (Piston-Flow Modell) für den Brunnen HY 3 95 mit den Filterstufen F1 (tief) und F2 (oberes Stockwerk). Die oberen und unteren horizontalen Linien zeigen die Unsicherheit des mittleren Grundwasseralters auf Grund der analytischen Messunsicherheit.

Für die Grundwassermessstelle HY5 95 mit den Filtern F1, F2 und F3 ergeben sich nur geringfügig geringere Grundwasseralter, die nach dem Dispersionsmodell zwischen 44 und 58 Jahren liegen (siehe Abb. 5.9). Relativ weist die Grundwassermessstelle HY5 95 etwas geringere Mischungsalter auf als die benachbarten Grundwassermessstellen HY1 95 und HY3 95, die erwartete Struktur zunehmender Alter mit der Tiefe ist für F3 gestört, hier kann unter Umständen bei der Probenahme eine leichte Entgasung erfolgt sein.

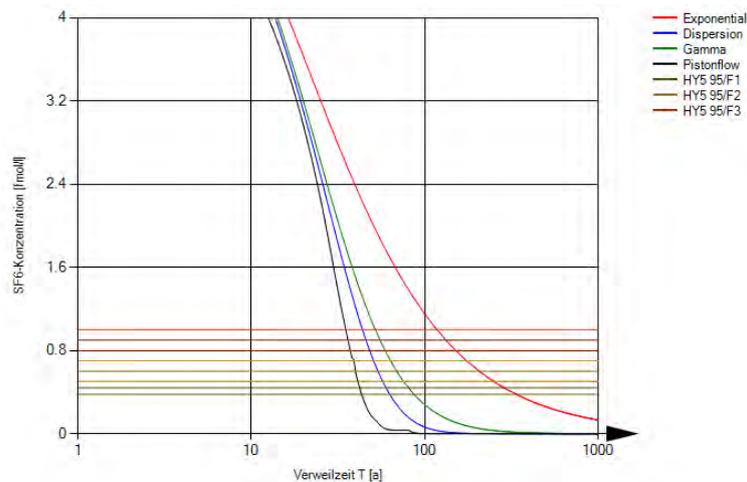


Abbildung 5.9: Verlauf der Konzentration von SF_6 in der Atmosphäre und aus den gemessenen Proben errechnete Konzentration zum Zeitpunkt der Grundwasserneubildung. Der Schnittpunkt stellt das mittlere Grundwasseralter mit Berücksichtigung der Mischung mit Sickerwässern entlang des Fließweges dar für den ungespannten Fall (Exponentialmodell), den gespannten Fall (Dispersionsmodell), den Fall von Mischungen über mehr als ein Stockwerk (Gammamodell) und den ungemischten Fall als Referenz (Piston-Flow Modell) für den Brunnen HY 5 95 mit den Filterstufen F1 (tief), F2 (mittleres) und F3 (oberes Stockwerk). Die oberen und unteren horizontalen Linien zeigen die Unsicherheit des mittleren Grundwasseralters auf Grund der analytischen Messunsicherheit.

Stabile Isotope des Grundwassers

Die stabilen Isotopen des Wassers bieten eine zusätzliche Möglichkeit, Deponieeinfluss zu erkennen. Der Deponieeinfluss kann dadurch ermittelt werden, dass es in der Deponie zu starken Reduktionsprozessen und zur Bildung von Wasserstoff kommt. Bei der Bildung von Wasserstoff findet eine Fraktionierung statt, durch die sich der Wasserstoff deutlich von der Isotopenzusammensetzung des organischen Ausgangsstoffes (zum Beispiel Haushaltsabfälle) unterscheidet und sehr stark angereichert ist. Diese Anreicherung von schweren stabilen Wasserstoffisotopen (Deuterium zu Wasserstoff $^2H/^1H$)

im Grundwasser ist für Deponien nachgewiesen worden (Siegel u. a., 2001). Untersucht wurden die Verhältnisse der stabilen (nicht radioaktiven Isotope) des Wassers $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ und $^2\text{H}/^1\text{H}$. Die Isotopenverhältnisse werden im Bezug auf das Meerwasser als international gültiger Standard Vienna Standard Mean Ocean Water (V-SMOW) in ‰ angegeben.

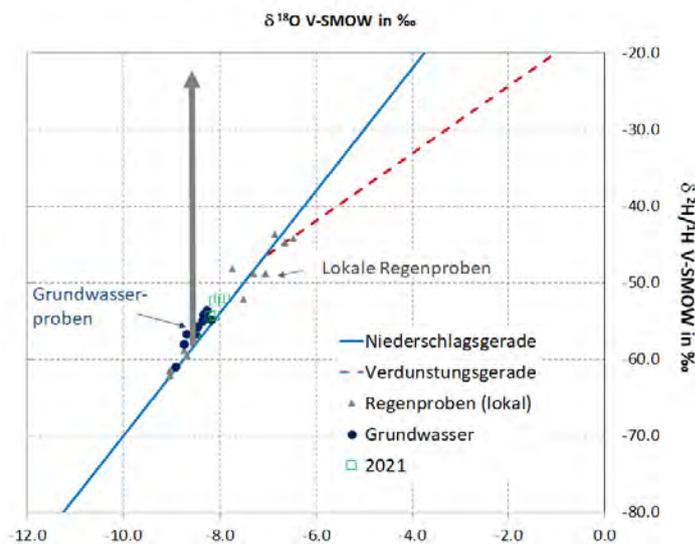


Abbildung 5.10: Vergleich der stabilen Isotopen im Grundwasser für die Probenahme 2015 und 2021. Blaue Kreise 2015, grüne Rechtecke 2021, graue Dreiecke Niederschlag. Eine Deponieeinfluss zeigt sich durch eine Abweichung vertikal nach oben.

Die Isotopenwerte können einen Deponiesickerwassereinfluss dadurch anzeigen, dass die Wasserstoffisotopenverhältnisse steigen, ohne dass die Sauerstoffisotope sich verändern. Dies entspricht einer Verschiebung nach oben.

Die Analysen der stabilen Isotope zeigen keinen erkennbaren Einfluss von Deponiesickerwasser. Die Abweichungen nach oben in Richtung schwerer Wasserstoffisotopenwerte liegen im Bereich der Schwankungen des Niederschlages. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit denen von 2015, die Schwankungen und Abweichungen von den früheren Werten liegen im Bereich von < 1 Promill für das Sauerstoffisotope und < 5 Promill für das Wasserstoffisotope und damit im Bereich der Schwankungen des Mischungsanteils in den Brunnen. Es sind daher keine signifikanten Änderungen gegenüber dem Zustand 2015 erkennbar.

Die Untersuchung der stabilen Isotope des Kohlenstoffes zeigt Werte von $-13,4$ bis $-15,4$ ‰ V-PDB. Diese Werte liegen unter der Grenze von $0-5$ ‰

V-PDB, die auf einen Deponiesickerwassereinfluss hindeuten würde. Dieser Indikator wird durch die fraktionierende Wirkung des mikrobiologischen Abbaus von Kohlenstoffverbindungen in der Deponie verursacht. Natürliche Werte der Kohlenstoffisotope werden durch die Signatur von Kohlendioxid bei der Lösung im Wasser und die geringen Fraktionierungen bei der Umwandlung von Hydrogenkarbonat erzeugt und liegen zwischen -7 und 15 ‰ V-PDB. Hierbei stelle V-PDB den Standard dar (Vienna Pedegree Belemnite) auf den die Analysen bezogen werden. Durch die intensiven mikrobiologischen Abbauprozesse im Grundwasser kann dieser Wert verändert werden. Eine solche Verschiebung des erwarteten Wertes bei den Kohlenstoffisotopen wird nicht beobachtet, der Kohlenstoffisotopenwert entspricht dem Hintergrundwert für natürliches Grundwasser.

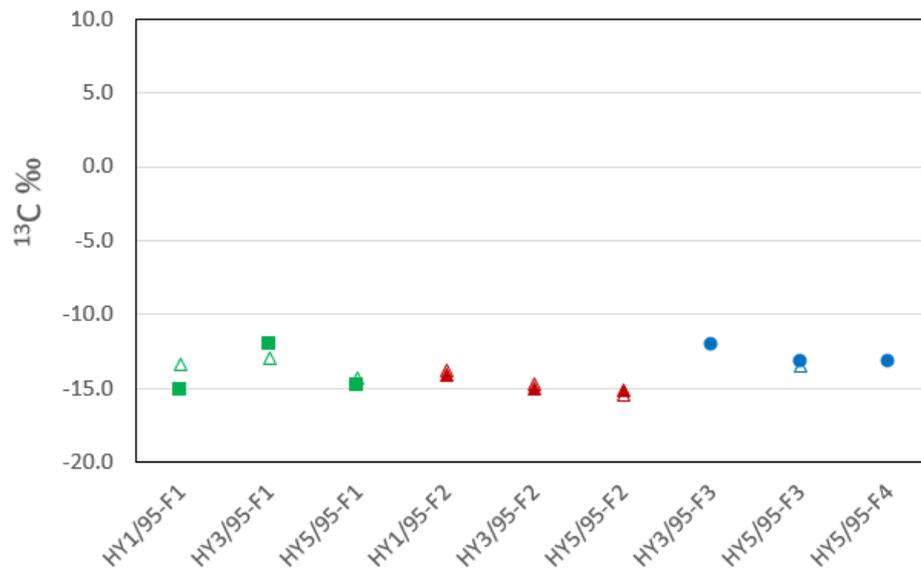


Abbildung 5.11: Vergleich der stabilen Isotopen des Kohlenstoffes im Grundwasser für die Probenahme 2015 und 2021. Gefüllte Markierungen 2015, Markierungen ohne Füllung 2021.

In Kombination mit dem Parameter des Wasserstoffisotopes müsste eine Veränderung zu schwereren Kohlenstoffisotopenwerten und schwereren Wasserstoffisotopenwerten zu beobachten sein. Die Werte in den unterschiedlichen Filterstufen zeigen diesen Einfluss nicht.

6. Zusammenfassung

Ziel der Auswertung war es, zu klären, ob eine mögliche Beeinflussung der Oberflächengewässer und/oder der Traverinne durch die Sickerwässer der Deponie Ihlenberg vorliegt oder ob eine zukünftige Beeinflussung durch ein Auftreten von Indikatoren für Deponiesickerwasser an den Probenahmestellen im Vorfeld zu erwarten ist.

Neben den Grundwasserproben wurden auch die Oberflächengewässer am Lüdersdorfer Graben und Paligner Graben bis zur Wakenitz untersucht. Die Wakenitz wurde als Referenzgewässer beprobt.

- In den Oberflächengewässern war insgesamt eine höhere Mineralisierung zu beobachten, diese kann jedoch für die Ionen Ca, Mg mit geochemischen Prozessen und dem Kontakt mit Mergeln erklärt werden.
- Die Werte von Na und Cl in den untersuchten Oberflächengewässern Lüdersdorfer Graben und Paligner Graben sind gegenüber dem Wakenitzwasser erhöht und weisen annähernd ein Ionenverhältnis von 1:1 auf. Die Quellen sind nicht atmosphärisch sondern stammen aus dem Einzugsgebiet. Als mögliche anthropogene Quellen kommen Streusalz, landwirtschaftliche Quellen oder erhöhte Salzwerte im Kläranlagenablauf in Frage. Die erhöhten Kaliumwerte können auf eine landwirtschaftliche Quelle hindeuten.
- In den Proben der Oberflächengewässer wurden keine Schwermetalle über der Nachweisgrenze nachgewiesen.
- In den Proben HL S/W 1-3 wurde der Komplexbildner EDTA mit Konzentrationen von 7,1 bis 9,4 µg/L nachgewiesen. Die Quelle muss im Einzugsgebiet des Lüdersdorfer Grabens liegen. Mögliche Quellen sind geklärtes Abwasser oder Quellen aus der Landwirtschaft, wo EDTA als Dispersions und Lösungsmittel in Düngemitteln eingesetzt wurde.
- Die Untersuchungen gaben keine Hinweise auf einen relevanten Einfluss der Deponie auf die untersuchten Oberflächengewässer.

Die Untersuchungen des Grundwassers zu einem Sickerwassereinfluss an der östlichen Landesgrenze im Abstrom der Deponie Ihlenberg können wie folgt

zusammengefasst werden.

- Die Grundwasserchemie nach Hauptionen konnte gruppiert und klar unterschiedlichen Stockwerken zugewiesen werden. Die Hauptionen zeigen eine Versalzung in den tieferen Stockwerken an.
- Im Untersuchungsgebiet treten teilweise erhöhte Borwerte auf. Dies kann auf einen Zusammenhang mit natürlicher Versalzung hindeuten. Eine Zunahme mit der Tiefe macht eine Quelle aus Deponiesickerwasser unwahrscheinlich.
- HY3/95E-F1 zeigt mehrere Auffälligkeiten: Es liegt ein hoher CSB vor, DOC ist erhöht, Bor liegt mit über 2,0 mg/L über dem natürlichen Hintergrund und über dem heutigen Gehalt von Ostseewasser. Ein natürlicher Einfluss von Formationswasser oder von Salzwasser aus tieferen Stockwerken ist sehr wahrscheinlich, da die höheren Filterstellungen geringere Bor-Konz. aufweisen. HY3/95-F1 sollte in Zukunft weiter beobachtet werden.
- Es gab keinen Nachweis von Schwermetallen, LHKW, Pestiziden oder PAK in den Messstellen HY1/95, HY3/95 und HY5/95 in den untersuchten Filterstrecken und im Rahmen der untersuchten Parameter.
- Die Untersuchungen gaben keine Hinweise auf einen relevanten Einfluss der Deponie auf das Grundwasser südöstlich der Traverinne. Signifikante Änderungen gegenüber der Untersuchung 2015 sind nicht erkennbar.

Die Untersuchung der Alterstruktur des Grundwassers ergab, dass die Grundwasseralter an den Grundwasserprobenahmestellen 38–60 Jahre betragen. Das Grundwasser wies zum Zeitpunkt der Untersuchung ein mittleres Alter auf, das einer Neubildung von 1961 bis ca. 1983 entsprechen würde. Die im ersten Bericht entwickelten Indikatoren der stabilen Isotope des Wasserstoffes, der stabilen Isotope des Kohlenstoffes und von Tritium zeigen bisher keine erkennbare Beeinflussung an. Auf Grund der Altersstruktur kann ein möglicher zukünftiger Einfluss in jedoch nicht ausgeschlossen werden.

7. Empfehlungen

Nach der Sichtung der Ergebnisse können folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Es wird empfohlen, Daten über die Zusammensetzung des Sickerwassers hinsichtlich aller Parameter, die für das Monitoring als Indikatoren hilfreich sind, regelmäßig von der IAG zu erfragen und anzufordern. Dazu gehören Tritiumwerte, Bor, organischen Schadstoffe der Untersuchungsliste einschließlich von Dioxin und Furan.
- Es wird empfohlen, die Messstelle HY3/95 weiterhin zu beobachten. Dabei sollte die Herkunft der erhöhten Borwerte geklärt werden. Ebenso kann ein Abgleich mit Ionenverhältnissen von Bor zu Chlorid und Bor zu Bromid in der Deponie mit den Proben in den Oberflächengewässern oder im Grundwasser erfolgen, wenn diese Ionenverhältnisse aus Messdaten für die Deponie verfügbar sind. Die Ionen-Verhältnisse dieser sich im Grundwasser weitgehend konservativ verhaltenden Stoffe bleiben bei Verdünnung erhalten und können somit einen Hinweis auf die ursprüngliche Quelle liefern. Die Herkunft von Bor kann mit Isotopenmethoden untersucht werden.
- Um frühzeitig auf einen möglichen Deponieeinfluss auf die Oberflächen- und Grundwässer reagieren zu können, sollte das Monitoringprogramm in einem 5-jährigen Rhythmus fortgesetzt werden. Zusätzlich wäre mindestens eine Mehrfachmessstelle auf etwas halber Strecke zwischen Deponie und Landesgrenze einzurichten und in das Untersuchungsprogramm aufzunehmen.
- Arsen war im Untersuchungsumfang bisher nicht enthalten, sollte in Zukunft aber mit berücksichtigt werden. Ebenso sollten Dioxine und Furan untersucht werden.
- Es wird empfohlen, der möglichen Ursache der nachgewiesenen EDTA Konzentrationen von 7,1 bis 9,4 µg/L im Lüdersdorfer Graben nachzugehen, auch wenn sein Auftreten wahrscheinlich nicht im Zusammenhang mit der Deponie steht. Ein Eintrag kann aus Abwässern und Kläranlagen stammen, da EDTA in Kläranlagen unvollständig bis kaum abgebaut wird oder aus der Nutzung in der Landwirtschaft bei

der Spurenelementdüngung stammen kann. Dieser Parameter könnte in Zukunft für die Untere Wasserbehörde in Bezug auf die Wakenitz als Spurenstoff interessant sein.

Quellenverzeichnis

Literatur

- Agster, G. u. a. (2014). *Endbericht zum Untersuchungsprogramm zur Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebots im Raum Lübeck und Bad Segeberg*. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (siehe S. 12).
- BLM (1997). *Bestimmung von Filtrationsgeschwindigkeit und Fließrichtung in Pegeln der Deponie Ihlenberg*. Ber. Gesell. für bohrlochgeophysikalische und geökologische Messungen mbH, Gotha. (siehe S. 13).
- (1998). *Bestimmung von Filtrationsgeschwindigkeit und Fließrichtung in Pegeln der Deponie Ihlenberg*. Ber. Gesell. für bohrlochgeophysikalische und geökologische Messungen mbH, Gotha. (siehe S. 13).
- Gellermann, Rainer (Juni 2018). *Radioecology of tritium in sewage water discharges of a landfill in northern Germany, Bericht* (siehe S. 9).
- Górka, Maciej, Yaroslav Bezyk; Izabela Sówka (2021). „Assessment of GHG Interactions in the Vicinity of the Municipal Waste Landfill Site – Case Study“. In: *Energies* 14.24. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/24/8259> (siehe S. 9).
- Hammer (2003). *Quartäre Sedimente als geologische Barrieren. Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten. Band 9*. LUNG, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie des Landes Mecklenburg-Vorpommern (siehe S. 7, 14).
- Leibundgut, C., P. Maloszewski; C. Külls (2009). *Tracers in Hydrology*. Wiley, S. 403 (siehe S. 5, 10, 29, 31).
- Raco, Brunella; Raffaele Battaglini (2022). „Tritium as a tool to assess leachate contamination: An example from Conversano landfill (Southern Italy)“. In: *Journal of Geochemical Exploration* 235, S. 106939. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674221002181> (siehe S. 9).
- Siegel, D. I. u. a. (2001). „Estimating methane production rates in bogs and landfills by deuterium enrichment of pore water“. In: *Global Biogeochemical Cycles* 15.4, S. 967–975. eprint: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley>.

- com/doi/pdf/10.1029/2000GB001329. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2000GB001329> (siehe S. 37).
- Vengosh, A. u. a. (1994). „Boron isotope application for tracing sources of contamination in groundwater“. In: *Environ. Sci. Technol.* 28, S. 1968–1974 (siehe S. 7).
- Wisotzky, Frank, Nils Cremer; Stephan Lenk (2018). „EDTA-Belastung im Grundwasser zweier Trinkwassereinzugsgebiete durch Uferfiltration“. In: *Angewandte Grundwasserchemie, Hydrogeologie und hydrogeochemische Modellierung: Grundlagen, Anwendungen und Problemlösungen*. Springer Berlin Heidelberg, S. 397–407. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-55558-3_15 (siehe S. 20).

A. Probenahmeprotokolle



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09232-001

Seite 1 / 2

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6

23560 Lübeck

Probenbezeichnung: HL S/W 1

Prüfgegenstand: Oberflächenwasser

Probeneingang: 21.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 21.09.2021 / 11:45 Uhr

Labornummer: 21-09232-001

Prüfzeitraum: 21.09.2021 - 05.11.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A15

Oberflächenwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	12,6
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,71
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	1080
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	5,8
TOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	7,2
Ammonium (NH ₄ -N)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,05
Nitrit (NO ₂ -N)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	< 0,01
Nitrat (NO ₃ -N)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	1,32
o-Phosphat (PO ₄ -P)	DIN EN 1189: 1996-12	mg/l	0,12
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	110
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	86,4
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	11,1
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	115
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	14,1
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,11
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Chrom, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001

Bemerkungen: keine

Lübeck, 05.11.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09232-002

Seite 1 / 2

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: HL S/W 2

Prüfgegenstand: Oberflächenwasser

Probeneingang: 21.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 21.09.2021 / 11:04 Uhr

Labornummer: 21-09232-002

Prüfzeitraum: 21.09.2021 - 05.11.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A15

Oberflächenwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	12,0
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,76
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	922
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	7,5
TOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	7,1
Ammonium (NH ₄ -N)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,04
Nitrit (NO ₂ -N)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	< 0,01
Nitrat (NO ₃ -N)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	2,08
o-Phosphat (PO ₄ -P)	DIN EN 1189: 1996-12	mg/l	0,10
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	82,0
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	65,1
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	10,2
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	109
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	11,9
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,09
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Chrom, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001

Bemerkungen: keine

Lübeck, 05.11.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09232-003

Seite 1 / 2

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6

23560 Lübeck

Probenbezeichnung: HL S/W 3

Prüfgegenstand: Oberflächenwasser

Probeneingang: 21.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 21.09.2021 / 09:25 Uhr

Labornummer: 21-09232-003

Prüfzeitraum: 21.09.2021 - 05.11.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A15

Oberflächenwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	11,9
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,78
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	940
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	7,5
TOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	7,2
Ammonium (NH ₄ -N)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,04
Nitrit (NO ₂ -N)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	< 0,01
Nitrat (NO ₃ -N)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	1,95
o-Phosphat (PO ₄ -P)	DIN EN 1189: 1996-12	mg/l	0,12
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	88,4
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	71,2
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	10,6
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	109
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	12,2
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,10
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Chrom, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Bemerkungen: keine			

Lübeck, 05.11.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09232-004

Seite 1 / 2

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: HL S/W 4

Prüfgegenstand: Oberflächenwasser

Probeneingang: 21.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 21.09.2021 / 08:45 Uhr

Labornummer: 21-09232-004

Prüfzeitraum: 21.09.2021 - 05.11.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A15

Oberflächenwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	15,1
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,60
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	434
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	4,7
TOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	6,0
Ammonium (NH ₄ -N)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,07
Nitrit (NO ₂ -N)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	< 0,01
Nitrat (NO ₃ -N)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,18
o-Phosphat (PO ₄ -P)	DIN EN 1189: 1996-12	mg/l	0,03
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	35,8
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	21,5
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	3,7
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	54,0
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	8,7
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,04
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Chrom, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001

Bemerkungen: keine

Lübeck, 05.11.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.

PROBENAHMEPROTOKOLL - FLIESSGEWÄSSER -



Lab-Nr.: 21-09232-001
HL S/W 1

Limbach Analytics GmbH CHEMISCHES LABOARTORIUM LÜBECK An der Dänischburg 2 23569 Lübeck	Auftraggeber: Hansestadt Lübeck 3.390 - Bereich UVN 3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck
	AZ/ZID/Kennz.: Eingang: Termin:

Probenahmedatum: 21.9.2021 Uhrzeit: 11:45

Gewässername:	Lüdersdorfer Graben		
Gebietsbezeichnung:	oberhalb Einmündung Paligner Graben		
Messstellenbezeichnung:	HL S/W 1	Fluss-km	5-6
Koordinaten:	<i>Siehe Aufnahme</i>		
Entnahmetiefe	cm /	<input checked="" type="checkbox"/> oberflächennah	
Gewässerbreite / -tiefe	<u>2m / 40cm</u>	Fließgeschwindigkeit	<u>0,5 m/sec</u>
Entnahmestelle	<input type="checkbox"/> Ufer rechts	<input type="checkbox"/> Ufer links	<input checked="" type="checkbox"/> Gewässermitte
Art der Probenahme	<input checked="" type="checkbox"/> Stichprobe <input type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe <input type="checkbox"/> Mischprobe		

Entnahmegesetz:
 Schöpfer Eimer Pumpe Typ: _____

Wahrnehmung am geförderten Wasser		
Farbe	Intensität: <u>—</u>	Art: <u>Anblau</u>
Trübung	Intensität: <u>ohne</u>	
Geruch	Intensität: <u>—</u>	Art: <u>ohne</u>
Schaumbildung	Intensität: <u>—</u>	
pH-Wert	<u>7,71</u>	
Leitfähigkeit	<u>1078</u> µS/cm	(norm. 25°C)
Sauerstoff	<u>5,81</u> mg/l	Entspricht Sättigung: %
Temperatur	<u>12,6</u> °C	(Wasser)
Temperatur	<u>13°</u> °C	(Luft)
Wetter	<u>minimal regnen</u>	Am Tag der Probenahme
Wetter		An den Vortagen

Bemerkungen zur Probenahme:

Probenahmeflaschen:			
X	AW / PE 1000 ml	LHKW ⁹	1 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2,5 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	BK / SK	KW	2 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2 ml NaOH-Lsg (c = 1mol/l) Flasche
X	NH ₄ / Nges. ¹⁰	PAK	3 konserviert mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Liter
X	TOC / TNb ¹⁰	Phenole ³	4 konserviert mit 0,4 ml 2%ige Zn-Acetatlg. + 0,2 ml 0,1M NaOH pro Fl.
X	IC	AOX ⁸	5 Einwegflasche PE vorbehandelt mit Na ₂ S ₂ O ₃ (20mg/l)
2X	Metalle ¹	PSM-1 ⁷ PSM-2	6 konserviert mit 1 ml Stabilisierunslösung pro 100 ml
2X	Quecksilber ⁶		7 Glasflasche konserviert mit 1,25 ml 10%ige HCl pro Flasche
	Cyanide ²		8 Einwegflasche Braunglas vorbehandelt mit 3 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	Sulfide ⁴	BAK ⁵ _____ ml	9 Braunglasflasche vorbehandelt mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Flasche
X	PE 100 ml		10 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 0,25 ml H ₂ SO ₄ (19%) pro Flasche

Datum: 21.9.2021 J. W. (Probenehmer CLL)

PROBENAHMEPROTOKOLL - FLIESSGEWÄSSER -



Lab-Nr.: 21-09232-002
HL S/W 2

Limbach Analytics GmbH CHEMISCHES LABOARTORIUM LÜBECK An der Dänischburg 2 23569 Lübeck	Auftraggeber:	Hansestadt Lübeck 3.390 - Bereich UVN 3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck	AZ/ZID/Kennz.:	Termin:
	Eingang:			

Probenahmedatum: 21.9.2021 Uhrzeit: 11:04

Gewässername:	Lüdersdorfer Graben		
Gebietsbezeichnung:	unterhalb Einmündung Paligner Graben		
Messstellenbezeichnung:	HL S/W 2	Fluss-km	
Koordinaten:	siehe Anlage 1		
Entnahmetiefe	cm	<input checked="" type="checkbox"/> oberflächennah	
Gewässerbreite / -tiefe	Ø 3m - 50cm	Fließgeschwindigkeit	0,5 m/sec
Entnahmestelle	<input type="checkbox"/> Ufer rechts	<input type="checkbox"/> Ufer links	<input checked="" type="checkbox"/> Gewässermittle
Art der Probenahme	<input checked="" type="checkbox"/> Stichprobe <input type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe <input type="checkbox"/> Mischprobe		

Entnahmegesetz:
 Schöpfer Eimer Pumpe Typ: _____

Wahrnehmung am geförderten Wasser		
Farbe	Intensität: -	Art: Anorganisch
Trübung	Intensität: ohne	
Geruch	Intensität: -	Art: ohne
Schaumbildung	Intensität: -	
pH-Wert	7,76	
Leitfähigkeit	922 µS/cm	(norm. 25°C)
Sauerstoff	7,46 mg/l	Entspricht Sättigung: %
Temperatur	12,0 °C	(Wasser)
Temperatur	13,0 °C	(Luft)
Wetter	Müllregen	Am Tag der Probenahme
Wetter		An den Vortagen

Bemerkungen zur Probenahme:

Probenahmeflaschen:			
X	AW / PE 1000 ml	LHKW ⁹	1 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2,5 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	BK / SK	KW	2 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2 ml NaOH-Lsg (c = 1mol/l) Flasche
X	NH ₄ / Nges. ¹⁰	PAK	3 konserviert mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Liter
X	TOC / TNb ¹⁰	Phenole ³	4 konserviert mit 0,4 ml 2%ige Zn-Acetatlg. + 0,2 ml 0,1M NaOH pro Fl.
X	IC	AOX ⁸	5 Einwegflasche PE vorbehandelt mit Na ₂ S ₂ O ₃ (20mg/l)
2X	Metalle ¹	PSM-1 ⁷ PSM-2	6 konserviert mit 1 ml Stabilisierunslösung pro 100 ml
2X	Quecksilber ⁶		7 Glasflasche konserviert mit 1,25 ml 10%ige HCl pro Flasche
	Cyanide ²		8 Einwegflasche Braunglas vorbehandelt mit 3 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	Sulfide ⁴	BAK ⁵ _____ ml	9 Braunglasflasche vorbehandelt mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Flasche
X	PE 100 ml		10 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 0,25 ml H ₂ SO ₄ (19%) pro Flasche

Datum: 21.9.2021 (Probenehmer CLL)

PROBENAHMEPROTOKOLL - FLIESSGEWÄSSER



Lab-Nr.: 21-09232-003
HL S/W 3

Limbach Analytics GmbH
CHEMISCHES LABOARTORIUM
LÜBECK
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Auftraggeber:
Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck

AZ/ZID/Kennz.:
Eingang: Termin:

Probenahmedatum: 21.9.2021 Uhrzeit: 9:25

Gewässername:	Lüdersdorfer Graben		
Gebietsbezeichnung:	vor Einmündung Wakenitz		
Messstellenbezeichnung:	HL S/W 3	Fluss-km	
Koordinaten:	siehe Auftrag		
Entnahmetiefe	cm /	<input checked="" type="checkbox"/> oberflächennah	
Gewässerbreite / -tiefe	3m, 60cm	Fließgeschwindigkeit	0
Entnahmestelle	<input type="checkbox"/> Ufer rechts	<input type="checkbox"/> Ufer links	<input checked="" type="checkbox"/> Gewässermittle
Art der Probenahme	<input checked="" type="checkbox"/> Stichprobe <input type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe <input type="checkbox"/> Mischprobe		

Entnahmegesetz:
 Schöpfer Eimer Pumpe Typ: _____

Wahrnehmung am geförderten Wasser			
Farbe	Intensität:	Art:	keine
Trübung	Intensität:		keine
Geruch	Intensität:	Art:	keine
Schaumbildung	Intensität:		keine
pH-Wert	7,78		
Leitfähigkeit	940	µS/cm	(norm. 25°C)
Sauerstoff	7,57	mg/l	Entspricht Sättigung: %
Temperatur	11,9	°C	(Wasser)
Temperatur	15	°C	(Luft)
Wetter	bewölkt		Am Tag der Probenahme
Wetter	An den Vortagen		

Bemerkungen:
zur Probenahme:

Probenahmeflaschen:			
X	AW / PE 1000 ml	LHKW ⁹	¹ Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2,5 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	BK / SK	KW	² Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2 ml NaOH-Lsg (c = 1mol/l) Flasche
X	NH ₄ / Nges. ¹⁰	PAK	³ konserviert mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Liter
X	TOC / TNb ¹⁰	Phenole ³	⁴ konserviert mit 0,4 ml 2%ige Zn-Acetatlg. + 0,2 ml 0,1M NaOH pro Fl.
X	IC	AOX ⁸	⁵ Einwegflasche PE vorbehandelt mit Na ₂ S ₂ O ₃ (20mg/l)
2X	Metalle ¹	PSM-1 ⁷ PSM-2	⁶ konserviert mit 1 ml Stabilisierungslösung pro 100 ml
2X	Quecksilber ⁶		⁷ Glasflasche konserviert mit 1,25 ml 10%ige HCl pro Flasche
	Cyanide ²		⁸ Einwegflasche Braunglas vorbehandelt mit 3 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	Sulfide ⁴	BAK ⁵ _____ ml	⁹ Braunglasflasche vorbehandelt mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Flasche
X	PE 100 ml		¹⁰ Einwegflasche PE vorbehandelt mit 0,25 ml H ₂ SO ₄ (19%) pro Flasche

Datum: 21.9.2021

 (Probenehmer CLL)

PROBENAHMEPROTOKOLL - FLIESSGEWÄSSER



Lab-Nr.: 21-09232-004
HL S/W 4

Limbach Analytics GmbH
CHEMISCHES LABOARTORIUM
LÜBECK

An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Auftraggeber:
Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck

AZ/ZID/Kennz.:
Eingang: Termin:

Probenahmedatum: 21.9.2021 Uhrzeit: 8:15

Gewässername:	Wakenitz		
Gebietsbezeichnung:	unterhalb Einmündung Lüdersdorfer Graben		
Messstellenbezeichnung:	HL S/W 3	Fluss-km	
Koordinaten:			
Entnahmetiefe	cm / <input checked="" type="checkbox"/> oberflächennah		
Gewässerbreite / -tiefe	20m	Fließgeschwindigkeit	20cm/min
Entnahmestelle	<input type="checkbox"/> Ufer rechts <input checked="" type="checkbox"/> Ufer links <input type="checkbox"/> Gewässermittle		
Art der Probenahme	<input checked="" type="checkbox"/> Stichprobe <input type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe <input type="checkbox"/> Mischprobe		

Entnahmegesetz:
 Schöpfer Eimer Pumpe Typ: _____

Wahrnehmung am geförderten Wasser			
Farbe	Intensität: -	Art:	trüblich
Trübung	Intensität: ohne		
Geruch	Intensität: -	Art:	ohne
Schaumbildung	Intensität:		
pH-Wert	7,60		
Leitfähigkeit	434	µS/cm	(norm. 25°C)
Sauerstoff	4,71	mg/l	Entspricht Sättigung: %
Temperatur	15,1	°C	(Wasser)
Temperatur	10°C	°C	(Luft)
Wetter	Bewölkt	Am Tag der Probenahme	
Wetter	4	An den Vortagen	

Bemerkungen:
zur Probenahme:

Probenahmeflaschen:			
X	AW / PE 1000 ml	LHKW ⁹	1 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2,5 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	BK / SK	KW	2 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 2 ml NaOH-Lsg (c = 1mol/l) Flasche
X	NH ₄ / Nges. ¹⁰	PAK	3 konserviert mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Liter
X	TOC / TNb ¹⁰	Phenole ³	4 konserviert mit 0,4 ml 2%ige Zn-Acetatlg. + 0,2 ml 0,1M NaOH pro Fl.
X	IC	AOX ⁸	5 Einwegflasche PE vorbehandelt mit Na ₂ S ₂ O ₃ (20mg/l)
2X	Metalle ¹	PSM-1 ⁷ PSM-2	6 konserviert mit 1 ml Stabilisierlösung pro 100 ml
2X	Quecksilber ⁶		7 Glasflasche konserviert mit 1,25 ml 10%ige HCl pro Flasche
	Cyanide ²		8 Einwegflasche Braunglas vorbehandelt mit 3 ml 40 % HNO ₃ pro Flasche
	Sulfide ⁴	BAK ⁵ _____ ml	9 Braunglasflasche vorbehandelt mit 2 ml H ₂ SO ₄ (25%) pro Flasche
X	PE 100 ml		10 Einwegflasche PE vorbehandelt mit 0,25 ml H ₂ SO ₄ (19%) pro Flasche

Datum: 21.9.2021

(Probenehmer CLL)



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-001

Seite 1 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390.3 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 1/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 09:15 Uhr

Labornummer: 21-09231-001

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	12,6
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,39
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	1570
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	7,86
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	17,0
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	480
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	3,4
Kationen			
Ammonium (NH ₄)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,87
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	215
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	8,1
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	84,3
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	15,7
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	1,52
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,178
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,16
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	267
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	8,3
Nitrit (NO ₂)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,01
Nitrat (NO ₃)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05
Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll			

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-001

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6

23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 1/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 09:15 Uhr

Labornummer: 21-09231-001

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	34,8
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,41
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,002
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,025
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	0,014
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	< 15
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probennahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-001

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 1/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 09:15 Uhr

Labornummer: 21-09231-001

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylene	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten. Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-002

Seite 1 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 1/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 10:25 Uhr

Labornummer: 21-09231-002

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	10,8
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,43
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	611
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	4,01
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	16,9
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	245
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	4,2
Kationen			
Ammonium (NH ₄)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,38
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	12,5
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	1,8
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	104
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	5,1
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	3,14
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,265
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,08
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	39,1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	57,2
Nitrit (NO ₂)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,02
Nitrat (NO ₃)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-002

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 1/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 10:25 Uhr

Labornummer: 21-09231-002

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	29,0
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,04
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,007
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	0,010
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	< 15
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten. Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-002

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 1/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 10:25 Uhr

Labornummer: 21-09231-002

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylene	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-003

Seite 1 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 3/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 16.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 16.09.2021 / 09:45 Uhr

Labornummer: 21-09231-003

Prüfzeitraum: 16.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	11,7
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,68
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	7700
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	6,95
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	17,5
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	424
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	7,9
Kationen			
Ammonium (NH ₄)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	3,13
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	1470
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	22,0
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	67,1
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	47,2
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	1,75
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,081
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,38
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	2370
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 1,0
Nitrit (NO ₂)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,01
Nitrat (NO ₃)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-003

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 3/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 16.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 16.09.2021 / 09:45 Uhr

Labornummer: 21-09231-003

Prüfzeitraum: 16.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	27,3
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	2,03
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,028
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	0,060
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	35
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeleitetes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-003

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 3/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 16.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 16.09.2021 / 09:45 Uhr

Labornummer: 21-09231-003

Prüfzeitraum: 16.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.

 Limbach Analytics GmbH Chemisches Laboratorium Lübeck An der Dänischburg 2 23569 Lübeck	Prüfberichts- Nr.:	21-09231-004	Seite 1 / 3
	Auftraggeber:	Hansestadt Lübeck 3.390 - Bereich UVN 3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall Kronsfordter Allee 2-6 23560 Lübeck	
Probenbezeichnung: GWMS HY 3/95 F2 Prüfgegenstand: Grundwasser Probeneingang: 16.09.2021 Probenahme durch: CLL, T. Horek Probenahme am: 16.09.2021 / 10:45 Uhr Labornummer: 21-09231-004 Prüfzeitraum: 16.09.2021 - 06.10.2021 Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9			
Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen			
Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	10,8
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,30
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	989
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	7,18
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	17,6
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	438
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	2,6
Kationen			
Ammonium (NH ₄)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,84
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	89,8
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	6,4
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	84,1
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	19,4
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	2,25
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,172
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,17
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	103
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	2,9
Nitrit (NO ₂)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,01
Nitrat (NO ₃)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05
Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll			
Lübeck, 06.10.2021 Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig. (V. Brockmann, Standortleiter)			

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-004

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 3/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 16.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 16.09.2021 / 10:45 Uhr

Labornummer: 21-09231-004

Prüfzeitraum: 16.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	32,8
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,28
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	0,023
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	< 15
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr .:

21-09231-004

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 3/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 16.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 16.09.2021 / 10:45 Uhr

Labornummer: 21-09231-004

Prüfzeitraum: 16.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-005

Seite 1 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 12:25 Uhr

Labornummer: 21-09231-005

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	11,4
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,35
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	1360
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	7,51
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	17,2
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	458
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	2,8
Kationen			
Ammonium (NH ₄)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	1,05
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	161
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	7,8
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	85,0
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	20,3
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	2,32
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,162
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,14
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	209
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	3,3
Nitrit (NO ₂)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,01
Nitrat (NO ₃)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05
Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll			

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-005

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 12:25 Uhr

Labornummer: 21-09231-005

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	33,6
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,33
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,009
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	0,015
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	< 15
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-005

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F1

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 12:25 Uhr

Labornummer: 21-09231-005

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr. :

21-09231-006

Seite 1 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 13:30 Uhr

Labornummer: 21-09231-006

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		o. B.
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	10,6
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,36
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	874
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	6,91
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	17,2
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	422
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	3,1
Kationen			
Ammonium (NH4)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,90
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	76,5
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	5,7
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	78,6
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	16,6
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	2,43
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,161
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,17
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	74,6
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 1,0
Nitrit (NO2)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,01
Nitrat (NO3)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05
Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll			

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr. :

21-09231-006

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsforder Allee 2-6

23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 13:30 Uhr

Labornummer: 21-09231-006

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	34,3
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,25
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,002
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,008
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	< 0,010
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	< 15
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-006

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F2

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, T. Horek

Probenahme am: 15.09.2021 / 13:30 Uhr

Labornummer: 21-09231-006

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylene	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr.:

21-09231-007

Seite 1 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6

23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F3

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 15.09.2021 / 13:10 Uhr

Labornummer: 21-09231-007

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Vor Ort Parameter			
Färbung (vor Ort)	DIN EN ISO 7887: 2012-04		farblos
Trübung (vor Ort)	DIN 38404 C-2-1: 1976-12		klar
Geruch (vor Ort)	DIN EN 1622: 2006-10		schwach nach Schwefel
Temperatur (vor Ort)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	11,0
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523: 2012-04		7,54
Leitfähigkeit (vor Ort)	DIN EN 27888: 1993-11	µS/cm	703
Sauerstoff (vor Ort)	DIN ISO 17289: 2014-12	mg/l	< 0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	DIN 38409 H-7: 2005-12	mmol/l	3,59
Meßtemperatur (SK4,3)	DIN 38404 C-4:1976-12	°C	17,2
Hydrogencarbonat	Berechnet	mg/l	219
DOC	DIN EN 1484: 2019-04	mg/l	2,1
Kationen			
Ammonium (NH4)	DIN EN ISO 11732: 2005-05	mg/l	0,34
Natrium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	22,7
Kalium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	5,5
Calcium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	92,8
Magnesium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	14,9
Eisen, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,99
Mangan, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,329
Anionen			
Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	0,13
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	40,1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	118
Nitrit (NO2)	DIN EN ISO 13395: 1996-12	mg/l	0,01
Nitrat (NO3)	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	mg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr. :

21-09231-007

Seite 2 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6
23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F3

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 15.09.2021 / 13:10 Uhr

Labornummer: 21-09231-007

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Sulfid (S), leicht freisetzbar	DIN 38405 D-27: 1992-07	mg/l	< 0,1
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Cyanid, gesamt	DIN 38405 D-13: 2011-04	mg/l	< 0,01
Siliciumoxid (SiO ₂)	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	30,0
Bor	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,12
Aluminium, ges.	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,01
Schwermetalle			
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,002
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,0002
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	< 0,001
Quecksilber	DIN EN ISO 12846: 2012-08	mg/l	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09	mg/l	0,002
AOX	DIN EN ISO 9562: 2005-02	mg/l	< 0,010
Kohlenwasserstoffindex	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	mg/l	< 0,1
Phenol-Index n. Dest.	DIN 38409 H-16-2: 1984-06	mg/l	< 0,01
CSB, hom. (O ₂)	DIN 38409 H-41: 1980-12	mg/l	< 15
LHKWs			
Dichlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Trichlormethan (Chloroform)	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlormethan	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,1
Trichlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,5
Tetrachlorethen	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 0,3
Σ LHKW's	DIN 38407 F-43: 2014-10	µg/l	< 1,0

PAKs EPA

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.



Limbach Analytics GmbH
Chemisches Laboratorium Lübeck
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

Prüfberichts- Nr .:

21-09231-007

Seite 3 / 3

Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck
3.390 - Bereich UVN
3.390.3 - Abt. Wasser, Boden und Abfall
Kronsfordter Allee 2-6

23560 Lübeck

Probenbezeichnung: GWMS HY 5/95 F3

Prüfgegenstand: Grundwasser

Probeneingang: 15.09.2021

Probenahme durch: CLL, J. Werner

Probenahme am: 15.09.2021 / 13:10 Uhr

Labornummer: 21-09231-007

Prüfzeitraum: 15.09.2021 - 06.10.2021

Probenahmeart: DIN 38402 A-13: 1985-12 / Pumpprobe SQ3-9

Grundwasseruntersuchung - HY-Messstellen

Parameter	Methode	Einheit	Messwert
Naphthalin	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Fluoren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Phenanthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05
Anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Chrysen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[b]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[k]fluoranthren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[a]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Dibenzo[ah]anthracen	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Benzo[ghi]perylene	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,02
Σ PAK's (EPA)	DIN EN ISO 17993: 2004-03	µg/l	< 0,05

Bemerkungen: - mitgeltendes Dokument: Probenahmeprotokoll

Lübeck, 06.10.2021

Dieser Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
(V. Brockmann, Standortleiter)

Die Meinungen/Interpretationen, die in diesem Bericht zum Ausdruck gebracht werden, betreffen nicht den Akkreditierungsbereich dieser Stelle · Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand · Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden · Die in den Normen und Richtlinien angegebenen Meßgenauigkeiten werden eingehalten · Sofern die Probe nicht vom Labor selbst gezogen wurde, wird die Richtigkeit der Probenahme nicht garantiert.

FB-HL-013: PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER - DIN 3	
Limbach Analytics GmbH CHEMISCHES LABOARTORIUM LÜBECK An der Dänischburg 2 23569 Lübeck	AuftraggeberIn:
	Hansestadt L 3.390 - Bereich 3.390.3 - Abt. Wasser, L Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck



Lab-Nr.: 21-09231-001
 GWMS HY 1/95 F1
 AZ/ZID/Kennz.:
 Eingang: Termin:

Messstelle	Große Holzwiek	[Probenahmeort]	HY1/95 F1	[Probenbezeichnung]
-------------------	-----------------------	-----------------	------------------	---------------------

Datum: 15.09.2021 Beginn: 09 Uhr 15 Ende: 09 Uhr 45 der Probenahme

Art der Probe	Grundwasser
Art der Probenahmestelle	GWMS
Aufsatzrohrdurchmesser (mm):	125
Filterrohrdurchmesser (mm):	65

Wasserspiegel vor Entnahme	<u>7,53</u> m unter/über Messpunkt
Sohltiefe	211 m unter/über Messpunkt
Bezeichnung des Messpunktes	<input type="checkbox"/> Sebakappe <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges

Entnahmegesetz	<input checked="" type="checkbox"/> Tauchpumpe <u>SQ3-95</u> <input type="checkbox"/> Schöpfer
Förderung/Schüttung	<u>1,0</u> l/sec
Entnahmetiefe	<u>25,00</u> m unter/über Messpunkt
Wasserspiegel nach Entnahme	<u>5,28</u> m unter/über Messpunkt
Förderstrom konstant	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Bemerkung:
Pumpdauer vor Probenahme	<u>30</u> min abgepumpte Menge <u>1,800</u> cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser		Trübung:	<u>ohne</u>	<u>1</u>
Farbe	Intensität: <u>-</u>	Art:	<u>fastlos</u>	<u>1</u>
Geruch	Intensität: <u>-</u>	Art:	<u>ohne</u>	<u>1</u>

Durchgeführte Messungen:

Zeit	Leitfähigkeit $\mu\text{S/cm}$	Temperatur $^{\circ}\text{C}$	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
<u>5</u>	<u>1564</u>	<u>11,4</u>	<u>7,60</u>	<u>2,79</u>	<u>221</u>	/
<u>10</u>	<u>1554</u>	<u>11,6</u>	<u>7,53</u>	<u>0,34</u>	<u>101</u>	
<u>15</u>	<u>1551</u>	<u>11,4</u>	<u>7,46</u>	<u>0,05</u>	<u>-164</u>	
<u>20</u>	<u>1575</u>	<u>12,4</u>	<u>7,40</u>	<u>0,05</u>	<u>-219</u>	
<u>25</u>	<u>1572</u>	<u>12,5</u>	<u>7,39</u>	<u>0,03</u>	<u>-211</u>	
<u>30</u>	<u>1571</u>	<u>12,6</u>	<u>7,39</u>	<u>0,03</u>	<u>-209</u>	

*abgelesener Wert

Bemerkungen zur Probenahme:

Witterungsverhältnisse: trocken

Probenahmeflaschen:			
<input checked="" type="checkbox"/> RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/> RW2 / PE 500 ml Reserve	<input type="checkbox"/> BAK ¹ 125 ml	
<input type="checkbox"/> BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/> LHKW ¹	<input type="checkbox"/> BAK ¹ 250 ml	
<input checked="" type="checkbox"/> NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/> KW	<input type="checkbox"/> Chlorit/Chlorat ¹	
<input checked="" type="checkbox"/> TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/> PAK	<input type="checkbox"/> PFT	
<input checked="" type="checkbox"/> IC	<input checked="" type="checkbox"/> Phenole ¹	<input type="checkbox"/> THM	
<input checked="" type="checkbox"/> Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/> AOX ¹	<input checked="" type="checkbox"/> CSB ¹	
<input checked="" type="checkbox"/> Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/> PSM-1 ¹		
<input checked="" type="checkbox"/> Cyanide ¹	<input type="checkbox"/> PSM-2		
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfide ¹	<input type="checkbox"/> Lipophile Stoffe ¹		

Datum 15.09.2021  (Unterschrift ProbennehmerIn)

¹ Konservierung nach SOP-HL-210
 Z:\Probenahme\Hansestadt Lübeck HY\HY 1-95 F1.docx Version 02, Erstellt: S. Schönherr, Geprüft: V. Brockmann,
 Freigegeben: S. Schönherr, Gültig ab: 03.11.2020



Lab-Nr.: 21-09231-002
GWMS HY 1/95 F2

Limbach Analytics GmbH
CHEMISCHES LABOARTORIUM
LÜBECK
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

AuftraggeberIn:
Hansestadt Lük
3.390 - Bereich
3.390.3 - Abt. Wasser, Bo
Kronsforder Allee 2-6; 23560 Lübeck

AZ/ZID/Kennz.:
Eingang: Termin:

Messstelle Große Holzwick [Probenahmeort] **HY1/95 F2** [Probenbezeichnung]

Datum: 15.09.2021 Beginn: 10 Uhr 25 Ende: 10 Uhr 55 der Probenahme

Art der Probe Grundwasser
Art der Probenahmestelle GWMS
Aufsatzrohrdurchmesser (mm): 125 Filterrohrdurchmesser (mm): 65

Wasserspiegel vor Entnahme 7,17 m unter/über Messpunkt
Sohlentiefe 95 m unter/über Messpunkt
Bezeichnung des Messpunktes Sebakappe Sonstiges

Entnahmegerat Tauchpumpe SQS-95 Schöpfer
Förderung/Schüttung 1,0 l/sec
Entnahmetiefe 25,00 m unter/über Messpunkt
Wasserspiegel nach Entnahme 7,79 m unter/über Messpunkt
Förderstrom konstant ja nein Bemerkung:
Pumpdauer vor Probenahme 30 min abgepumpte Menge 1,200 cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser
Farbe Intensität: — Art: faullos 1
Geruch Intensität: — Art: ohne 1

Durchgeführte Messungen:

Zeit	Leitfähigkeit µS/cm	Temperatur °C	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
5	631	10,5	7,35	0,56	-56	/
10	604	10,4	7,46	0,06	-42	
15	613	10,8	7,43	0,02	-190	
20	612	10,8	7,43	0,02	-198	
25	611	10,8	7,43	0,02	-205	
30	611	10,8	7,43	0,02	-208	

*abgelesener Wert

Bemerkungen:
zur Probenahme:
Witterungsverhältnisse: trocken 1

Probenahmeflaschen:

<input checked="" type="checkbox"/>	RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/>	RW2 / PE 500 ml Reserve	<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 125 ml
<input type="checkbox"/>	BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/>	LHKW ¹	<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 250 ml
<input checked="" type="checkbox"/>	NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	KW	<input type="checkbox"/>	Chlorit/Chlorat ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	PAK	<input type="checkbox"/>	PFT
<input checked="" type="checkbox"/>	IC	<input checked="" type="checkbox"/>	Phenole ¹	<input type="checkbox"/>	THM
<input checked="" type="checkbox"/>	Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	AOX ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	CSB ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-1 ¹	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cyanide ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-2	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sulfide ¹	<input type="checkbox"/>	Lipophile Stoffe ¹	<input type="checkbox"/>	

Datum 15.09.2021 (Unterschrift ProbennehmerIn)

¹ Konservierung nach SOP-HL-210
Z:\Probenahme\Hansestadt Lübeck HY\HY 1-95 F2.docx Version 02, Erstellt: S. Schönherr, Geprüft: V. Brockmann,
Freigegeben: S. Schönherr, Gültig ab: 03.11.2020



Lab-Nr.: 21-09231-003
GWMS HY 3/95 F1

Limbach Analytics GmbH
CHEMISCHES LABOARTORIUM
LÜBECK
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

AuftraggeberIn:
Hansestadt Lüb
3.390 - Bereich l
3.390.3 - Abt. Wasser, Boc
Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck

AZ/ZID/Kennz.:
Eingang: Termin:

Messstelle Kleine Holzwiek [Probenahmeort] **HY3/95 F1** [Probenbezeichnung]

Datum: 16.09.2021 Beginn: 09 Uhr 45 Ende: 10 Uhr 25 der Probenahme

Art der Probe Grundwasser
Art der Probenahmestelle GWMS
Aufsatzrohrdurchmesser (mm): 125 Filterrohrdurchmesser (mm): 65

Wasserspiegel vor Entnahme 15,63 m unter/über Messpunkt
Sohlentiefe 196 m unter/über Messpunkt
Bezeichnung des Messpunktes Sebakappe Sonstiges

Entnahmegerat Tauchpumpe SQ3-95 Schöpfer
Förderung/Schüttung 1,0 l/sec
Entnahmetiefe 25,00 m unter/über Messpunkt
Wasserspiegel nach Entnahme 18,87 m unter/über Messpunkt
Förderstrom konstant ja nein Bemerkung:
Pumpdauer vor Probenahme 40 min abgepumpte Menge 1,855 cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser Trübung: ohne 1
Farbe Intensität: — Art: farblos 1
Geruch Intensität: — Art: ohne 1

Durchgeführte Messungen:

Zeit	Leitfähigkeit µS/cm	Temperatur °C	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
5	6,34 mS	10,4	7,65	5,74	-93	
10	6,38 mS	9,5	7,63	0,04	-103	
15	6,39 mS	10,9	7,66	0,03	-156	
20	7,63 mS	11,6	7,69	0,02	-175	
25	7,68 mS	11,7	7,69	0,02	-180	
30	7,69 mS	11,7	7,69	0,02	-181	
35	7,69 mS	11,7	7,69	0,02	-185	
40	7,70 mS	11,7	7,68	0,01	-187	

*abgelesener Wert

Bemerkungen:
zur Probenahme:
Witterungsverhältnisse: trocken 1

Probenahmeflaschen:

<input checked="" type="checkbox"/> RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/> RW2 / PE 500 ml Reserve	<input type="checkbox"/> BAK ¹ 125 ml
<input type="checkbox"/> BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/> LHKW ¹	<input type="checkbox"/> BAK ¹ 250 ml
<input checked="" type="checkbox"/> NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/> KW	<input type="checkbox"/> Chlorit/Chlorat ¹
<input checked="" type="checkbox"/> TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/> PAK	<input type="checkbox"/> PFT
<input checked="" type="checkbox"/> IC	<input checked="" type="checkbox"/> Phenole ¹	<input type="checkbox"/> THM
<input checked="" type="checkbox"/> Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/> AOX ¹	<input checked="" type="checkbox"/> CSB ¹
<input checked="" type="checkbox"/> Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/> PSM-1 ¹	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Cyanide ¹	<input type="checkbox"/> PSM-2	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfide ¹	<input type="checkbox"/> Lipophile Stoffe ¹	<input type="checkbox"/>

Datum 16.09.2021 (Unterschrift ProbennehmerIn)

¹ Konservierung nach SOP-HL-210
Z:\Probenahme\Hansestadt Lübeck HYHY 3-95 F1.docx Version 02, Erstellt: S. Schönherr, Geprüft: V. Brockmann,
Freigegeben: S. Schönherr, Gültig ab: 03.11.2020



Lab-Nr.: 21-09231-004
GWMS HY 3/95 F2

Limbach Analytics GmbH
CHEMISCHES LABOARTORIUM
LÜBECK
An der Dänischburg 2
23569 Lübeck

AuftraggeberIn:
Hansestadt Lük
3.390 - Bereich
3.390.3 - Abt. Wasser, Bo
Kronsfordter Allee 2-6; 23560 Lübeck

AZ/ZID/Kennz.:
Eingang: Termin:

Messstelle Kleine Holzwiek [Probenahmeort] **HY3/95 F2** [Probenbezeichnung]

Datum: 16.09.2021 Beginn: 10 Uhr 45 Ende: 11 Uhr 15 der Probenahme

Art der Probe Grundwasser
Art der Probenahmestelle GWMS
Aufsatzrohrdurchmesser (mm): 125 Filterrohrdurchmesser (mm): 65

Wasserspiegel vor Entnahme 14,95 m unter/über Messpunkt
Sohltiefe 137 m unter/über Messpunkt
Bezeichnung des Messpunktes Sebakappe Sonstiges

Entnahmegesetz Tauchpumpe SQ3-95 Schöpfer
Förderung/Schüttung 1,0 l/sec
Entnahmetiefe 25,00 m unter/über Messpunkt
Wasserspiegel nach Entnahme 16,56 m unter/über Messpunkt
Förderstrom konstant ja nein Bemerkung:
Pumpdauer vor Probenahme 30 min abgepumpte Menge 1,501 cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser **Trübung:** ohne 1
Farbe Intensität: — Art: farblos 1
Geruch Intensität: — Art: ohne 1

Durchgeführte Messungen:

Zeit	Leitfähigkeit µS/cm	Temperatur °C	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
5	1209	9,8	7,49	0,02	-176	
10	981	9,8	7,46	0,02	-167	
15	986	10,7	7,31	0,02	-151	16,55
20	986	10,7	7,30	0,02	-152	
25	988	10,7	7,30	0,02	-154	
30						
30	989	10,8	7,30	0,02	-155	

*abgelesener Wert

Bemerkungen:
zur Probenahme:
Witterungsverhältnisse: trocken 1

Probenahmeflaschen:

<input checked="" type="checkbox"/> RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/> RW2 / PE 500 ml Reserve	<input type="checkbox"/> BAK ¹ 125 ml
<input type="checkbox"/> BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/> LHKW ¹	<input type="checkbox"/> BAK ¹ 250 ml
<input checked="" type="checkbox"/> NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/> KW	<input type="checkbox"/> Chlorit/Chlorat ¹
<input checked="" type="checkbox"/> TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/> PAK	<input type="checkbox"/> PFT
<input checked="" type="checkbox"/> IC	<input checked="" type="checkbox"/> Phenole ¹	<input type="checkbox"/> THM
<input checked="" type="checkbox"/> Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/> AOX ¹	<input checked="" type="checkbox"/> CSB ¹
<input checked="" type="checkbox"/> Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/> PSM-1 ¹	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Cyanide ¹	<input type="checkbox"/> PSM-2	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfide ¹	<input type="checkbox"/> Lipophile Stoffe ¹	<input type="checkbox"/>

Datum 16.09.2021 (Unterschrift ProbenehmerIn)

¹ Konservierung nach SOP-HL-210
Z:\Probenahme\Hansestadt Lübeck HY\HY 3-95 F2.docx Version 02, Erstellt: S. Schönherr, Geprüft: V. Brockmann,
Freigegeben: S. Schönherr, Gültig ab: 03.11.2020



Lab-Nr.: 21-09231-005
GWMS HY 5/95 F1

Limbach Analytics GmbH CHEMISCHES LABOARTORIUM LÜBECK An der Dänischburg 2 23569 Lübeck	AuftraggeberIn:		
		Hansestadt Lük	
		3.390 - Bereich	
		3.390.3 - Abt. Wasser, Bo	
		Kronsforder Allee 2-6; 23560 Lübeck	Termin:

AZ/ZID/Kennz.:
Eingang:

Messstelle	Große Holzwiek	[Probenahmeort]	HY5/95 F1	[Probenbezeichnung]
-------------------	-----------------------	-----------------	------------------	---------------------

Datum: 15.09.2021 Beginn: 10 Uhr 25 Ende: 12 Uhr 55 der Probenahme

Art der Probe	Grundwasser
Art der Probenahmestelle	GWMS
Aufsatzrohrdurchmesser (mm):	125
Filterrohrdurchmesser (mm):	65

Wasserspiegel vor Entnahme	12,49 m unter/über Messpunkt
Sohltiefe	197 m unter/über Messpunkt
Bezeichnung des Messpunktes	<input type="checkbox"/> Sebakappe <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges

Entnahmegesetz	<input checked="" type="checkbox"/> Tauchpumpe 803-95 <input type="checkbox"/> Schöpfer
Förderung/Schüttung	1,0 l/sec
Entnahmetiefe	25,00 m unter/über Messpunkt
Wasserspiegel nach Entnahme	16,08 m unter/über Messpunkt
Förderstrom konstant	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Bemerkung:	
Pumpdauer vor Probenahme	30 min
abgepumpte Menge	1,800 cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser		Trübung:	ohne	1
Farbe	Intensität: —	Art:	faibles	1
Geruch	Intensität: —	Art:	ohne	1

Durchgeführte Messungen:						
Zeit	Leitfähigkeit µS/cm	Temperatur °C	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
5	1215	10,1	7,45	0,81	-183	/
10	1217	9,6	7,38	0,05	-233	
15	1298	11,0	7,43	0,03	-255	
20	1354	11,4	7,36	0,03	-233	
25	1358	11,4	7,35	0,02	-229	
30	1358	11,4	7,35	0,02	-227	

*abgelesener Wert

Bemerkungen:	
zur Probenahme:	
Witterungsverhältnisse:	locken

Probenahmeflaschen:					
<input checked="" type="checkbox"/>	RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/>	RW2 / PE 500 ml Reserve	<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 125 ml
<input type="checkbox"/>	BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/>	LHKW ¹	<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 250 ml
<input checked="" type="checkbox"/>	NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	KW	<input type="checkbox"/>	Chlorit/Chlorat ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	PAK	<input type="checkbox"/>	PFT
<input checked="" type="checkbox"/>	IC	<input checked="" type="checkbox"/>	Phenole ¹	<input type="checkbox"/>	THM
<input checked="" type="checkbox"/>	Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	AOX ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	CSB ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-1 ¹	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cyanide ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-2	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sulfide ¹	<input type="checkbox"/>	Lipophile Stoffe ¹	<input type="checkbox"/>	

Datum	15.09.2021			(Unterschrift ProbennehmerIn)
-------	------------	--	--	-------------------------------

¹ Konservierung nach SOP-HL-210
 Z:\Probenahme\Hansestadt Lübeck HY\HY 5-95 F1.docx Version 02, Erstellt: S. Schönherr, Geprüft: V. Brockmann,
 Freigegeben: S. Schönherr, Gültig ab: 03.11.2020



Lab-Nr.: 21-09231-006
GWMS HY 5/95 F2

Limbach Analytics GmbH CHEMISCHES LABOARTORIUM LÜBECK An der Dänischburg 2 23569 Lübeck	AuftraggeberIn:		AZ/ZID/Kennz.:		Termin:
		Hansestadt Lük	Eingang:		
		3.390 - Bereich			
		3.390.3 - Abt. Wasser, Bo			
		Kronsfordor Allee 2-6; 23560 Lübeck			

Messstelle	Große Holzwiek	[Probenahmeort]	HY5/95 F2	[Probenbezeichnung]
-------------------	-----------------------	-----------------	------------------	---------------------

Datum: 15.08.2021 Beginn: 13 Uhr 30 Ende: 14 Uhr 00 der Probenahme

Art der Probe	Grundwasser
Art der Probenahmestelle	GWMS
Aufsatzrohrdurchmesser (mm):	125
Filterrohrdurchmesser (mm):	65

Wasserspiegel vor Entnahme	12,41 m unter/über Messpunkt
Sohltiefe	137 m unter/über Messpunkt
Bezeichnung des Messpunktes	<input type="checkbox"/> Sebakappe <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges

Entnahmegesetz	<input checked="" type="checkbox"/> Tauchpumpe <i>SQR-95</i> <input type="checkbox"/> Schöpfer
Förderung/Schüttung	1,0 l/sec
Entnahmetiefe	25,00 m unter/über Messpunkt
Wasserspiegel nach Entnahme	16,49 m unter/über Messpunkt
Förderstrom konstant	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Bemerkung:
Pumpdauer vor Probenahme	30 min abgepumpte Menge 1,800 cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser		Trübung:	ohne	1
Farbe	Intensität: —	Art:	kein Stör	1
Geruch	Intensität: —	Art:	ohne	1

Durchgeführte Messungen:						
Zeit	Leitfähigkeit µS/cm	Temperatur °C	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
5	940	10,5	7,53	3,18	-95	/
10	884	9,6	7,46	0,26	-160	
15	883	10,1	7,45	0,05	-185	
20	879	10,6	7,34	0,06	-165	
25	876	10,6	7,36	0,04	-162	
30	874	10,6	7,36	0,04	-164	

*abgelesener Wert

Bemerkungen:	
zur Probenahme:	
Witterungsverhältnisse:	locken

Probenahmeflaschen:			
<input checked="" type="checkbox"/>	RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/>	RW2 / PE 500 ml Reserve
<input type="checkbox"/>	BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/>	LHKW ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	KW
<input checked="" type="checkbox"/>	TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	PAK
<input checked="" type="checkbox"/>	IC	<input checked="" type="checkbox"/>	Phenole ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	AOX ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-1 ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	Cyanide ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-2
<input checked="" type="checkbox"/>	Sulfide ¹	<input type="checkbox"/>	Lipophile Stoffe ¹
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 125 ml
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 250 ml
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Chlorit/Chlorat ¹
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	PFT
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	THM
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	CSB ¹

Datum	15.08.2021		(Unterschrift ProbennehmerIn)
-------	------------	--	-------------------------------

¹ Konservierung nach SOP-HL-210
Z:\Probenahme\Hansestadt Lübeck HY\HY 5-95 F2.docx Version 02, Erstellt: S. Schönherr, Geprüft: V. Brockmann, Freigegeben: S. Schönherr, Gültig ab: 03.11.2020



Limbach Analytics GmbH
CHEMISCHES LABOARTORIUM
LÜBECK
 An der Dänischburg 2
 23569 Lübeck

AuftraggeberIn:
 Hansestadt
 3.390 - Bere
 3.390.3 - Abt. Wasser
 Kronsforder Allee 2-b; 23569 Lübeck

Lab-Nr.: 21-09231-007
 GWMS HY 5/95 F3

AZ/ZID/Kennz.:
 Eingang: 15.09.2021 Termin:

Messstelle **Große Holzwiek** [Probenahmeort] **HY5/95 F3** [Probenbezeichnung]

Datum: 15.9.2021 Beginn: 13 Uhr 10 Ende: 14 Uhr 40 der Probenahme

Art der Probe Grundwasser
 Art der Probenahmestelle GWMS
 Aufsatzrohrdurchmesser (mm): 125 Filterrohrdurchmesser (mm): 65

Wasserspiegel vor Entnahme 16,49 m unter/über Messpunkt
 Sohltiefe 102 m unter/über Messpunkt
 Bezeichnung des Messpunktes Sebakappe Sonstiges

Entnahmegesetz Tauchpumpe SQ3-95 Schöpfer
 Förderung/Schüttung 0,2 l/sec
 Entnahmetiefe 30 m unter/über Messpunkt
 Wasserspiegel nach Entnahme 15,57 m unter/über Messpunkt
 Förderstrom konstant ja nein Bemerkung:
 Pumpdauer vor Probenahme 90 min abgepumpte Menge 10,77 cbm

Wahrnehmung am geförderten Wasser **Trübung:** ohne
Farbe Intensität: Art: farblos
Geruch Intensität: schwach Art: Schwefelwasserstoff

Durchgeführte Messungen:

Zeit	Leitfähigkeit µS/cm	Temperatur °C	pH-Wert	O ₂ -Gehalt mg/l	Redox * mV	Wasserspiegel m
5	647	11,4	7,76	0,08	-180	
15	646	10,6	7,62	0,07	-225	
23	646	10,6	7,62	0,07	-237	
35	646	10,7	7,63	0,07	-240	
45	672	10,9	7,61	0,05	-239	
60	694	11,0	7,55	0,05	-228	
60	703	11,0	7,54	0,04	-228	15,57

*abgelesener Wert

Bemerkungen:
zur Probenahme:
Witterungsverhältnisse:

Probenahmeflaschen:

<input checked="" type="checkbox"/>	RW1 / PE 500 ml	<input checked="" type="checkbox"/>	RW2 / PE 500 ml Reserve	<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 125 ml
<input type="checkbox"/>	BK / SK	<input checked="" type="checkbox"/>	LHKW ¹	<input type="checkbox"/>	BAK ¹ 250 ml
<input checked="" type="checkbox"/>	NH ₄ / Nges. ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	KW	<input type="checkbox"/>	Chlorit/Chlorat ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	TOC / TNb ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	PAK	<input type="checkbox"/>	PFT
<input checked="" type="checkbox"/>	IC	<input checked="" type="checkbox"/>	Phenole ¹	<input type="checkbox"/>	THM
<input checked="" type="checkbox"/>	Metalle ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	AOX ¹	<input checked="" type="checkbox"/>	CSB ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	Quecksilber ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-1 ¹	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cyanide ¹	<input type="checkbox"/>	PSM-2	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sulfide ¹	<input type="checkbox"/>	Lipophile Stoffe ¹	<input type="checkbox"/>	

Datum 15.9.2021 *J. W. W.* (Unterschrift ProbennehmerIn)

¹ Konservierung nach SOP-HL-210

Prüfbericht Wasserproben Nr. 2021-LG

Datum:
Betreff:

Projekt Landesgrenze Lübeck

Auftraggeber: Stadt Lübeck

Probenart: Wasser

Probenahme durch: CLL

Laboreingang: 2021-09-15

Probe	³ H T.U.	SF ₆ fmol/L	δ ¹³ C, ‰	δ ¹⁸ O, in ‰	δ ² H, in ‰
HY1 95/F1	<0.8	0.4	-13.4	-8.2	-54.4
HY1 95/F2	1.8	0.6	-13.8	-8.0	-52.1
HY3 95/F1	1.1	0.4	-13.0	-8.5	-57.1
HY3 95/F2	<0.6	0.6	-14.7	-8.1	-52.5
HY5 95/F1	1.8	0.7	-14.3	-8.1	-54.3
HY5 95/F2	1.9	0.6	-15.4	-7.9	-52.1
HY5 95/F3	6.1	0.9	-13.5	-8.1	-54.8

Prüfparameter

δ ¹⁸ O, in ‰ und δ ² H, in ‰ V-SMOW	Laserspektrometrie Isotopenverhältnis bezogen auf VSMOW. Std Abweichung aus dem QM des Labores aus 200 Messungen von ±1‰ für δ ² H und ±0,2‰ für δ ¹⁸ O,
δ ¹³ C, in ‰ bzw. V-PDB	±0.2‰ für δ ¹³ C
SF ₆	Messung mit GC
³ H	Messung Flüssigkeitsszintillationsspektrometrie (LSC) nach elektrolytischer Anreicherung in Tritium Einheiten (Tritium Units, T.U.)

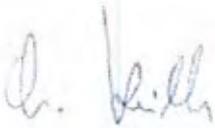
Legende

V-SMOW	Vienna Standard Mean Ocean Water in ‰
V-PDB	Vienna Standard Pee Dee Belemnite in ‰

Anmerkungen

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände. Die Genauigkeit der Analysemethode und der Analyseparameter bezieht sich auf alle gemessenen Proben des Labors. Für Einzelproben liegt der Wert darunter. Ausreißer die über der angegebenen Abweichung liegen, werden nicht berücksichtigt.

Das Labor für Hydrologie und int. Wasserwirtschaft übernimmt keine Verantwortung für die Korrektheit von Probenahmen durch Dritte.



Prof. Dr. rer. nat. C. Külls