



Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald

Radolfzell Phase II

Landkreis Konstanz

Hydro- und rohstoffgeologisches Gutachten

mit Prognoseberechnungen

Projekt:	Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II Hydro- und rohstoffgeologische Verhältnisse, Grundwasserströmungsmodell, Prognosen
Auftraggeber:	Meichle & Mohr GmbH Steigwiesen 5 88090 Immenstaad
Maßnahmen:	<ul style="list-style-type: none">- Erkundung und Darlegung der hydro- und rohstoffgeologischen Verhältnisse- Aktualisierung Grundwasserströmungsmodell- Prognoseberechnungen
Ausführungszeitraum:	Oktober 2020 – Mai 2024
Projektnummer:	88090/2020-040-01/939

Bericht erstellt:

Radolfzell, den 24.05.2024

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

M. Reinold
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

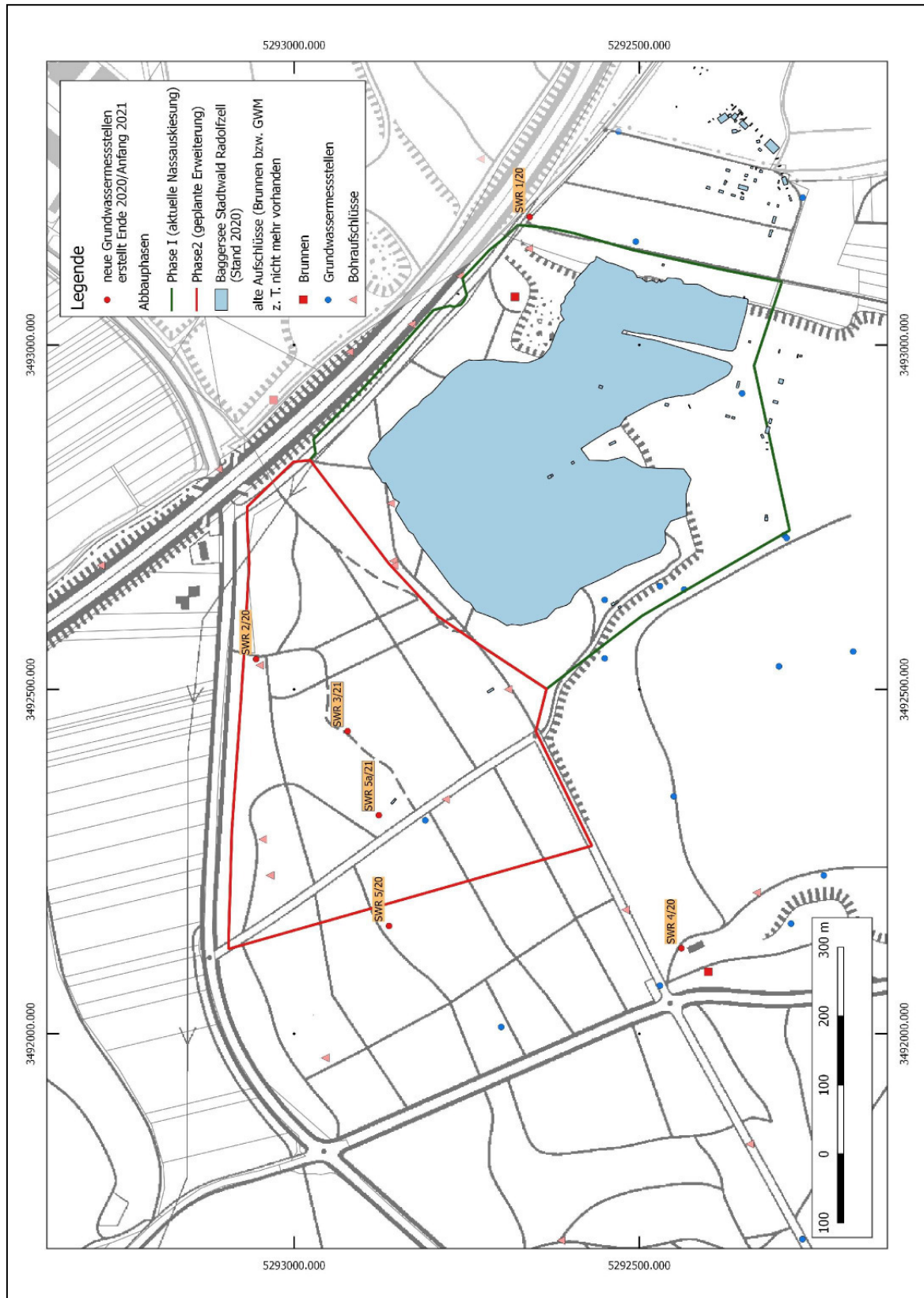


Abb. 1 Lageplan mit den Erkundungsbohrungen 2020/2021 und der geplanten Erweiterung Phase II

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkung	9
2. Hydro- und rohstoffgeologische Verhältnisse – Konzeptionelles Modell	11
2.1 Allgemeine geologisch-bodenkundliche Verhältnisse	11
2.2 Hydrogeologischer Stockwerksaufbau	12
2.3 Grundwasserfließverhältnisse und Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert)	21
2.4 Ergänzende Untersuchungen in GWM 155/422-0 und 418/422-0	29
2.4.1 Vergleich Grundwasserganglinien GWM 155/422-0, 418/422-0 und 2076/422-5	29
2.4.2 Leitfähigkeitsmessungen in den GWM 155/422-0 und 418/422-0	30
2.4.3 Schematischer geologischer Schnitt GWM 155/422-0 und GWM 418/422-0	33
2.4.4 Hydrochemische Untersuchungen an Grundwässern im Zustrom E, D und CD zu den „Frauenwiesquellen“	35
2.5 Detailbetrachtung Schüttung Frauenwiesquellen	37
2.6 Fazit der Nachuntersuchungen 2022 im Einzugsbereich der „Frauenwiesquellen“	43
2.7 Rohstoffgeologische Verhältnisse	45
3. Abschätzung Auswirkungen der Abbauerweiterung, der Teilverfüllung See Phase I und des Klimawandels auf das Grundwasser-vorkommen	49
3.1 Auswirkung der Erweiterung Nassabbau Phase II	49
3.2 Auswirkung der Teilverfüllung See Phase I	51
3.3 Auswirkung Klimawandel	53
4. Abschätzung Einfluss Erweiterung Nassabbau auf die öffentliche Trinkwasserversorgung	58
4.1 Brunnengruppe Münchried	58
4.2 Tiefbrunnen Überlingen am Ried	61
4.3 Tiefbrunnen Rielasingen-Worblingen	64
4.4 Frauenwiesquellen	66
5. Grundwasserströmungsmodell und Prognoseberechnungen	70

5.1	Modellaktualisierung und Kalibrierung	70
5.2	Prognoseberechnungen	84
5.2.1	Prognose der Grundwasserspiegelhöhen bei Erweiterung Nassabbau Phase II mit Klimawandel	86
5.2.2	Prognose der Grundwasserfließverhältnisse auf die Erweiterung Nassabbau Phase II mit Verfüllung See Phase I.....	93
5.2.3	Prognose der Grundwasserfließverhältnisse und des Grundwasserabstromes nach Süden auf die Erweiterung Nassabbau Phase II mit Berücksichtigung des Klimawandels	96
5.3	Fazit Prognoseberechnungen	99
6.	Grundwassermonitoring.....	102
7.	Zusammenfassung	107

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lageplan mit den Erkundungsbohrungen 2020/2021 und der geplanten Erweiterung Phase II.....	2
Abb. 2.1	Aktualisierung Fenster CDE Stand 2021 mit Belegpunkten	14
Abb. 2.2	Basis CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell.....	16
Abb. 2.3a	Mächtigkeit CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell.....	17
Abb. 2.3b	Detaillageplan der Mächtigkeit CD-Horizont im Bereich des hydraulischen Fensters CDE im Stadtwald Radolfzell.....	18
Abb. 2.4	Mächtigkeit Zwischenschicht ed Bereich Stadtwald Radolfzell	20
Abb. 2.5a	Grundwassergleichenplan vom 01.07.2021 mit den alten Einmesshöhen	23
Abb. 2.5b	Grundwassergleichenplan vom 01.07.2021 mit den neuen Einmesshöhen.....	24
Abb. 2.6	Grundwasserganglinien der neu erstellen Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21 im Vergleich zu älteren Messstellen 129/422, 350/422 und dem Baggersee im Zeitraum Jan. 21 – Sept. 22.....	26
Abb. 2.7	Wasserspiegelganglinien der GWM 129/422, 350/422, 418/422 im Zeitraum 2010 - 2022.....	27
Abb. 2.8	Lage der Aufschlüsse mit den Grundwasserganglinien aus den Abbildungen 2.6 und 2.7	28

Abb. 2.9	Wasserspiegelganglinien der Messstellen 155/422-0, 418/422-0 und 2076/422-5 im Zeitraum Mai – Oktober 2022	30
Abb. 2.10	Leitfähigkeit-Logs der Messstellen 155/422-0 und 418/422-0 am 02.08.2022	32
Abb. 2.11	Schematischer Schnitt mit den Messstellen 155/422-0 und 418/422-0	33
Abb. 2.12	Vergleich Schüttungsdaten aus der Messwerterfassung „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegelmessungen GWM 2076/422-5 Jan. 21 bis Sept. 22.....	38
Abb. 2.13a	Vergleich Wasserspiegelganglinien GWM 2076/422-5 und 418/422-0 im Zeitraum 2005 – 2022.....	38
Abb. 2.13b	Vergleich Wasserspiegelganglinien GWM 2076/422-5 und 418/422-0 im Zeitraum 2017 – 2022.....	39
Abb. 2.14a	Vergleich Schüttungsdaten aus der Messwerterfassung „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegelmessungen GWM 2076/422-5 im Zeitraum 2005 – 2022.....	39
Abb. 2.14b	Vergleich Schüttungsdaten „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegel_messungen GWM 418/422 im Zeitraum 2008 – 2022.....	40
Abb. 2.14c	Vergleich Schüttungsdaten „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegel_messungen GWM 418/422 im Zeitraum 2017 – 2022.....	40
Abb. 2.14d	Abschätzung des Einflusses auf die Schüttungsdaten „Frauenwiesquellen“ bedingt durch Nassauskiesung und Trockenperiode 2010 - 2020	43
Abb. 2.15	Lage der Bohraufschlüsse	47
Abb. 3.1	Grundwasserpotenzialverläufe 2006 – 2021 entlang eines hydraulischen Schnittes durch den Stadtwald Radolfzell	50
Abb. 3.2	Schematische Darstellung Ostufer See Phase I – Damm – Schlammbecken, Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell	52
Abb. 3.3	Abbildung Seite 9 Handout Dienstbesprechung Grundwasserschutz und Wasserversorgung vom 07.04.2022	55
Abb. 4.1	Abgrenzungsvorschlag für die Weitere Schutzzone III A und III B des Wasserschutzgebietes für die Tiefbrunnen IV, VI und VII der Brunnengruppe „Münchried“	60
Abb. 4.2	Rechtskräftiges Wasserschutzgebietes für die Tiefbrunnen Überlingen am Ried I und II	63

Abb. 4.3	Rechtskräftiges Wasserschutzgebiet „Frauenwiesquellen“	69
Abb. 5.1	Unterteilung des Modellgebietes in Elemente (Dreiecke), Schichten (Layer) und Schichtgrenzen (Slices)	71
Abb. 5.2	Lageplan der Zu- und Abströme (Grundwasserhaushaltsbilanz) im „Singener Becken“ mit Berücksichtigung des Karstzuflusses	73
Abb. 5.3	Hydraulische Fenster DE im Modellgebiet Singener Becken.....	75
Abb. 5.4	Hydraulische Fenster CD im Modellgebiet Singener Becken	76
Abb. 5.5	Hydraulische Fenster CD im Modellgebiet Singener Becken	77
Abb. 5.6	Instationäre Kalibrierung: Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserstände in der GWM KB5t/04 (2251/422) im Bereich Stadtwald Radolfzell.....	78
Abb. 5.7a	Vergleich der Grundwasserganglinien im Singener Becken (418/422) und im Böhringer Kiesfeld (2076/422).....	81
Abb. 5.7b	Grundwasserpotential im Böhringer Kiesfeld als Teil der Randbedingung (Leakage) der 3. Art für die Berechnung des Abstroms aus dem Singener Becken – Böhringer Kiesfeld.....	82
Abb. 5.7c	Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserganglinien in der GWM 418/422	83
Abb. 5.7d	Vergleich der Differenz des berechneten Wasserspiegels im Singener Kiesfeld am Modellrand südlich GWM 418/422 und der gemessenen Wasserspiegelhöhe im Böhringer Kiesfeld (2076/422) mit der Abstrommenge	83
Abb. 5.8	geplante Erweiterung Nassabbau Phase II in 15 Teilabschnitten (15 Jahre)	88
Abb. 5.9a	Prognoseberechnungen (geglättete Trendlinien) der Grundwasserganglinie 2251/422 (EDV-Nr. 2484) mit konstanter Neubildung und Leakagehöhe.....	90
Abb. 5.9b	Prognoseberechnungen (geglättete Trendlinien) der Grundwasserganglinie 418/422 (EDV-Nr. 307) mit konstanter Neubildung und Leakagehöhe.....	90
Abb. 5.9c	Detaillageplan mit den Messstellen 2251/422, 418/422, 2076/422, See Phase I und den Grenzen Singener – Böhriger Kiesfeld.....	91
Abb. 5.10	Berechnete Grundwassergleichen 10/2019 (Phase I) und 15 Jahre nach Beginn Abbau (Phase II) mit Grundwasserscheide Stockwerk C	92

Abb. 5.11	Bereich der Verfüllung während Nassabbau Phase II	94
Abb. 5.12	Vergleich berechnete Grundwassergleichen Stockwerk C 15 Jahre nach Beginn Abbau Phase II mit und ohne Verfüllung See Phase I.....	95
Abb. 5.13	Berechnete Grundwassergleichen Stockwerk C 15 Jahre nach Beginn Abbau Phase II mit und ohne Klimawandel.....	98
Abb. 5.14	Abstrom in Richtung Böhringer Kiesfeld mit Frauenwiesquelle mit Auswirkung des Nassabbaus Phase II und der Klimaänderung.....	99
Abb. 6.1	Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021 Monitoring Abbauphase I.....	104
Abb. 6.2	Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2021 Monitoring Abbauphase I.....	105

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Neuvermessung der Höhen von Pegeloberkanten an ausgewählten Grundwassermessstellen im Bereich Nassabbau Stadtwald Radolfzell.....	22
Tab. 2	Hydrochemische Analysenergebnisse der GWM 155/422-0, 418/422-0, 350/422- und 2076/422-5 am 25.05.2022.....	36
Tab. 3	Rohstoffgeologische Bewertung der Bohraufschlüsse SWR 2/20, SWR 3/21, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21.....	48
Tab. 4	Liste der Messstellen für Grundwasser- und Seewasser-Monitoring (Phase I – aktuelles Monitoringprogramm „Wasser“)	103

Anlage

Anl. 1	Bohrdokumentation SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20
Anl. 2	Bohrdokumentation SWR 3/21 und SWR 5a/21
Anl. 3	Bericht vom 27.09.2021 – Ergänzende Untersuchungen zur Erkundung der hydro- und - rohstoffgeologischen Verhältnisse
Anl. 4	Analysenergebnisse SGS institut Fresenius (155/422, 350/422-5, 418/422-0 und 2076/422-5)
Anl. 5	Vorschlag Bestandsaufnahme

- Anl. 6 Bestandsaufnahme 2023 / Grundwasser – Monitoring Phase I, Jahresbericht 2023
- Anl. 7 Bericht vom 18.12.2023 – Bilanzierung der entnehmbaren Kies- und verlagerbaren Schlamm-/Abraum-Massen

Begriffsbestimmungen:

- Matixgestützter Diamikt: ein Feinkorn-dominiertes Lockersediment (Hauptkomponenten Schluff und Feinsand), in dem einzelnen Komponenten (Grobsand, Kies, steine, Bläcke) in einer Matrixschwimmen, ohne einander zu berühren
- Korngestützter Diamikt: ein Kies-dominiertes Lockersediment, das im Gegensatz zu „Schotter“ einen höheren Feinkorn-Anteil aufweist (Hauptkomponenten Kies und Steine, Nebengemengteil Schluff und Sand)
- Vorstoßschotter: Schotter, die von Schmelzwässern eines vorstoßenden Gletschers abgelagert und anschließend vom Eis überfahren wurden; sie sind häufig von Moränensedimenten überdeckt
- Subformation: Untereinheit einer großräumigen, gut identifizierbaren lithostratigraphischen Gesteinseinheit (Formation)
- Fluviatile Ablagerung: durch Ablagerung aus einem fließenden Wasser heraus entstandene Gesteine

1. Vorbemerkung

Vorhaben

Die Firma Meichle + Mohr GmbH, Stegwiesen 5, 88090 Immenstaad beabsichtigt im Stadtwald Radolfzell im Anschluss an das Abbaugelände der Phase I, welches weitgehend abgebaut ist, den Kiesnassabbau nach Nordwesten in die Phase II (s. Abb. 1) fortzusetzen. In der rund 22 ha großen geplanten Erweiterungsfläche sollen die quartären, glazial geprägten Sedimente (sandige, steinige Kiese) der Ilmensee-Formation im „Singener Becken“ erschlossen werden. Das Abbaugelände (Erweiterung) befindet sich im Landkreis Konstanz, im Waldgebiet 'Hart' zwischen Radolfzell-Böhringen im Südosten und Singen-Friedingen im Nordwesten. Es wird auf der Nordseite von der K 6164, auf der Ostseite von der B 33 und vom bestehenden Baggersee und im Süden vom vorhandenen Wald begrenzt.

In Abweichung zur Planfeststellung 2008 soll der bestehende See der Abbauphase I mit Waschschlamm aus dem geplanten Abbau Phase II teilverfüllt werden bis zu einem Niveau, welches eine Durchströmung des Baggersees (Phase 1) mit Grundwasser noch gewährleistet.

Grundlagen

Die bestehenden Kenntnisse zu den rohstoff- und hydrogeologischen Verhältnissen im geplanten Erweiterungsgebiet sind aus den seit Anfang der 2000-er Jahre durchgeführten Erkundungen zum derzeitigen noch aktiven Nassabbau der Phase I abgeleitet. Unterstützend wurden Ende 2020/Anfang 2021 insgesamt 6 weitere Bohraufschlüsse im Bereich und im näheren Umfeld der Erweiterung bis max. 80 m unter Gelände abgeteuft und zu Grundwassermessstellen ausgebaut (s. Anlagen 1 und 2). Die Lage der verfügbaren Bohraufschlüsse und Grundwassermessstellen ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

Neben der Erfassung des geologischen Schichtenaufbaus aus den Bohraufschlüssen wurden mit Hilfe der neuen Grundwassermessstellen die Kenntnisse über die hydraulischen Parameter (Durchlässigkeitsbeiwert, Porosität), über die Grundwasserfließrichtung und über das zeitliche Verhalten von Grundwasserdruckpotenzialen durch hydraulische Tests und Wasserspiegelmessungen aktualisiert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen 2020/2021 und die daraus entwickelten bzw. ergänzten konzeptionellen Modellvorstellungen zur Beschreibung des Aquifers und der Grundwasserfließverhältnisse sind im Bericht *„Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II, Landkreis Konstanz, Ergänzende Untersuchungen zur Erkundung der hydro- und rohstoffgeologischen Verhältnisse, Bericht HYDRO-DATA vom 27.09.2021“* dargelegt (s. Anlage 3).

Das Ende der 90-iger Jahre im Zuge der Erarbeitung eines Grundwasserbewirtschaftungskonzeptes für das „Singener Becken“ aufgestelltes numerisch-mathematisches Grundwasserströmungsmodell wird in unregelmäßigen Abständen im Auftrag der Stadtwerke Singen aktualisiert und neu kalibriert. Die aktuellen Erkenntnisse wurden in das bestehende Strömungsmodell eingearbeitet, um damit Prognoseberechnungen hinsichtlich der zu erwartenden Auswirkungen der geplanten Abbauerweiterung und einer möglichen Teilverfüllung auf das Grundwasserfließgeschehen durchzuführen.

Zielsetzung

Nach der Aktualisierung des konzeptionellen und numerischen Modells sind die rohstoff- und hydrogeologischen Verhältnisse in der Erweiterungsfläche detaillierter darzustellen und im vorliegenden Bericht soll mit Hilfe des Grundwassermodells

- die Auswirkung der geplanten Erweiterung der Seefläche auf die sich nach Westen anschließende Grundwasserscheide zum „Singener Becken“
- die durch die Vergrößerung der Seefläche ausgelöste Seespiegelkippung
- die Auswirkung auf das Grundwasserfließverhalten durch die geplante Einbringung von Waschschlamm in den aktuellen See Phase I
- die Auswirkung des Vorhabens auf den Abstrom Frauenwiesquellen
- und die Auswirkungen des Klimawandels (reduzierte Grundwasserneubildung)

prognostiziert werden.

2. Hydro- und rohstoffgeologische Verhältnisse – Konzeptionelles Modell

Das folgende Kapitel beschreibt in Kurzform den Aufbau und die Verteilung der von dem Abbauvorhaben betroffenen Grundwasserstockwerke, das Fließsystem und die Durchlässigkeit im tiefen Stockwerk CD. Im Bericht vom 27.09.2021 „Ergänzende Untersuchungen zur Erkundung der hydro- und rohstoffgeologischen Verhältnisse“ (s. Anlage 3) sind die hydrogeologischen Verhältnisse bereits detailliert dargestellt. Diese Informationen beschreiben das konzeptionelle hydrogeologische Modell als Grundlage für das numerisch-mathematische Grundwasserströmungsmodell (s. Kapitel 5).

Ergänzend zum Bericht vom 27.09.2021 werden hier in eigens hierfür gestalteten Kapiteln folgende Detailuntersuchungen mit Ergebnissen dargestellt:

- Neueinmessung der Pegeloberkanten von Grundwassermessstellen incl. Neukonstruktion der Grundwassergleichen auf Grundlage der neuen Einmessdaten;
- Spezial-Untersuchungen (Leitfähigkeits-Logs, Wasserstandsganglinien, hydrochemische Analysen) an den Messstellen 155/422- und 418/422- auf Grund widersprüchlicher Druckpotenziale;
- Bewertung / Interpretation der Schüttungsmessungen der Frauenwiesquellen, aufgezeichnet durch die Messwerterfassung der Stadtwerke Radolfzell (Aktualisierung aufgrund neuerer Daten).

Auf die rohstoffgeologischen Verhältnisse wird später nochmals eingegangen. Nach einer allgemeinen Charakterisierung des Kies-Sand-Vorkommens wird auch eine Bewertung der nutzbaren Sedimente innerhalb der Zwischenschicht „ed“ durchgeführt.

2.1 Allgemeine geologisch-bodenkundliche Verhältnisse

Die geplante Abbauerweiterung beinhaltet die fluviatilen Schotterablagerungen und Sande (Vorstoßschotter und Eiszerfallssedimente) der Ilmensee-Formation. Es handelt sich um Sedimentablagerungen, die während der Eisvorstöße des Rheingletschers zur Äußeren Jungendmoräne

bzw. zum Altmoränen-Innenwall gebildet wurden. Lokal sind eingelagerte Diamikte anzutreffen. Diese quartäre Beckenfüllung lässt sich in ein Oberes, Mittleres und Unteres Kieslager (Ilmensee-Schotter) untergliedern, in der jeweils eine Zwischenschicht aus überwiegend matrix- und korngestützten Diamikten (Kißlegg-Subformation), untergeordnet aus feinkörnigen Beckensedimenten (Ilmensee-Beckensediment), eingeschaltet ist. Die Kieslager bilden eigene Grundwasserstockwerke (E, D, C), die durch die Zwischenschichten hydraulisch voneinander getrennt sind. Lokal fehlen diese Zwischenschichtsedimente und es entstehen sogenannte hydraulische Fenster (DE, CD, CDE), eine hydraulische Trennung zwischen den betroffenen Grundwasserstockwerken ist dann nicht mehr vorhanden.

Die quartäre Sedimentfüllung des Singener Beckenkomplexes beinhaltet Ablagerungen des Riss- und Würm-Glazials.

Die Bodenbildung im Untersuchungsgebiet ist durch die Ablagerung fluvio-glazialer Sedimente (überwiegend Schmelzwasserkiese) geprägt. Auf Grund der geringen Reliefunterschiede und des relativ gleichförmigen Ausgangsmaterials sind im gesamten geplanten Abbaugelände und der näheren Umgebung mäßig tiefe bis tief entwickelte Parabraunerden aus fluvialen Kiesen anzutreffen.

2.2 Hydrogeologischer Stockwerksaufbau

Hydraulische Fenster

Fensterstrukturen beschreiben Bereiche, in denen die Grundwasserstockwerke nicht durch hydraulisch trennende Zwischenschichten voneinander getrennt sind. Die Stockwerke stehen hier in direktem hydraulischen Kontakt miteinander.

Im Untersuchungsgebiet sind 2 hydraulische Fenster ausgebildet:

- Fenster CD (s. Abb. 2.1)
- Fenster CDE (s. Abb. 2.5)

Auf Grundlage einer Neubewertung aller verfügbarer Bohraufschlüsse im Bereich Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell wurde das Fenster CDE überarbeitet und aktualisiert. Die Abbildung 2.1 zeigt eine Neuabgrenzung des CDE-Fensters im Vergleich zum Stand 2004. Generell bleibt die alte Fensterfläche erhalten; nach Norden bzw. Nordosten zeichnet sich eine Erweiterung ab.

Die für die Abgrenzung des Fensters maßgeblich verwendeten Bohraufschlüsse sind in Abb. 2.1 gekennzeichnet. Es handelt sich teilweise um ältere Bohrungen, die im Spülbohrverfahren abgeteuft wurden und nur eine sehr unsichere Beschreibung des Bohrgutes zulassen. Entsprechend sind Aussagen zu den Zwischenschichtsedimenten in einigen Bohrungen nur bedingt zuverlässig; teilweise wurden die Sedimente als korngestützte Diamikte (Kies mit hohem Feinmatrixanteil; Kieskomponenten berühren sich allerdings gegenseitig) und damit nicht als hydraulisch stauende Sedimente angesprochen bzw. nachinterpretiert.

Auch in Kernbohrungen nachgewiesene Zwischenschichtsedimente mit geringen Mächtigkeiten ≤ 5 m wurden dem Fensterbereich zugeordnet, da hier eine hydraulisch abdichtende Wirkung nicht gewährleistet ist.

Basis und Mächtigkeit Stockwerk E

Die neuen Bohrungen von 2020/2021 (s. Abb. 1) bestätigen die bislang bekannte Stockwerks-Gliederung. Oberflächennah wird ein oberes Kies-Stockwerk (Stockwerk E) mit einer Mächtigkeit von 7,35 m (SWR 5/20) bzw. 7,40 m (SWR 2/20) angetroffen, welches nicht Grundwasser führend ist und in der geplanten Erweiterung Phase II zu einem großen Teil ($> 50\%$) bereits im Trockenabbau ausgekiest wurde. Die Basis des trockenen Stockwerkes E bewegt sich im Erweiterungsgebiet zwischen ca. 418,35 m NN (SWR 3/21) und 426,40 m NN (SWR 2/20).

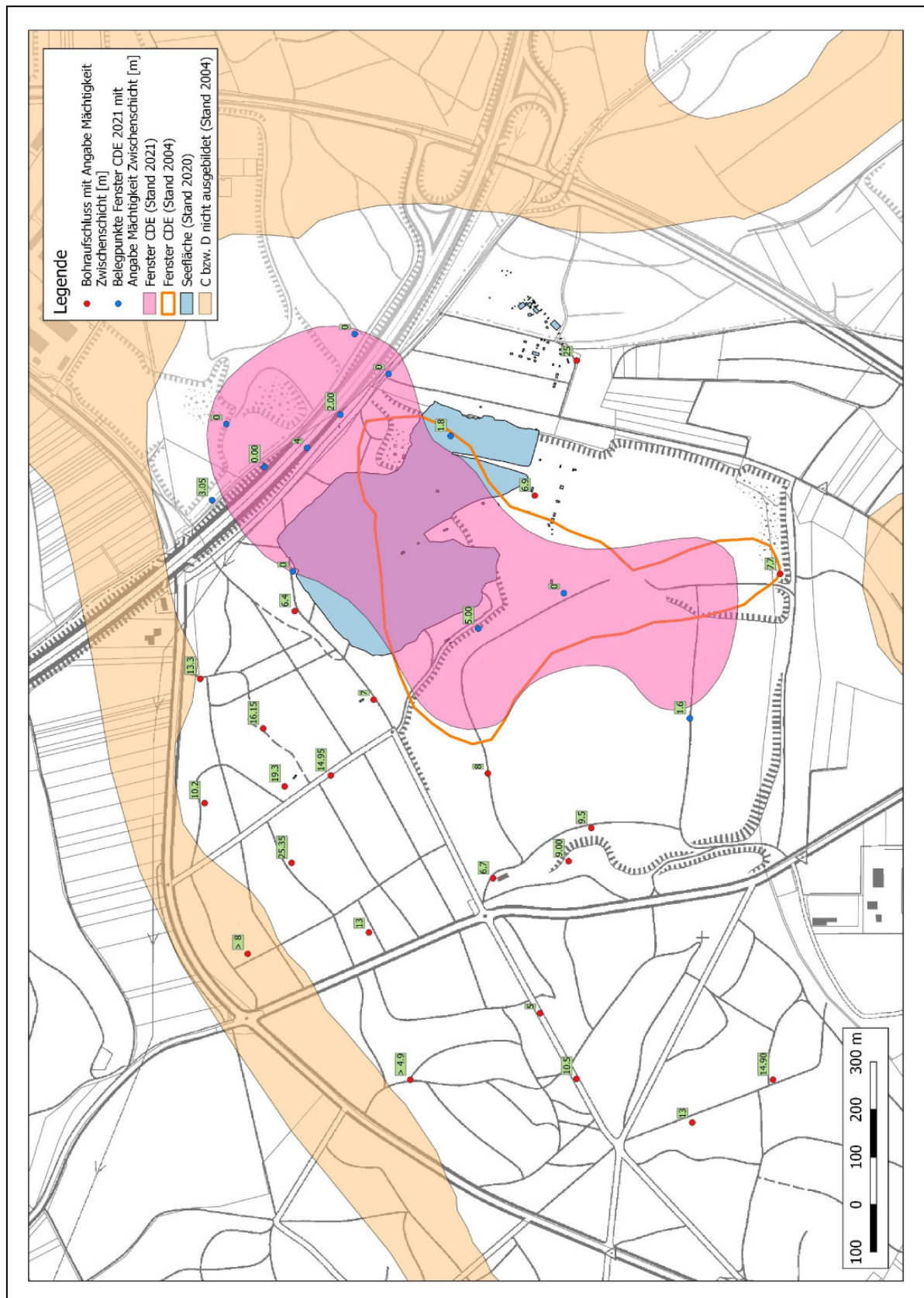


Abb. 2.1 Aktualisierung Fenster CDE Stand 2021 mit Belegpunkten

Basis und Mächtigkeit Stockwerk CD

Die Basis des abbauwürdigen Kies-Sand-Vorkommens im unteren Stockwerk CD kann der Abbildung 2.2 entnommen werden.

Es zeichnet sich ein höher gelegener Bereich mit einer Basis des Stockwerks CD von über 362 m NN bis über 370 m NN im Zentrum der Abbildung, im unmittelbaren Anschluss vom Baggersee nach Süden und Südwesten ab. Ausgehend von dieser Hochzone fällt die CD-Basis in nördliche / nordwestliche Richtung auf unter 355 m NN ab. Gleiches gilt auch für die Richtung nach Osten, wo die Basis auf unter 357,50 m NN abtaucht. In der nordöstlichen Verlängerung des aktualisierten Fensters CDE (aktueller Stand auf Grundlage der Ergebnisse 2021) bewegt sich die Kiesbasis auf einem Niveau von ca. 360 m NN, wobei man einschränkend anmerken muss, dass die in diesem Bereich vorliegenden Bohraufschlüsse mit einer Ausnahme die Basis CD nicht erschlossen haben. Die Bohraufschlüsse der neuen Grundwassermessstellen SWR 2/20 und SWR 5/20 erreichten auf Grund bohrtechnisch bedingter Schwierigkeiten nicht die Basis von Stockwerk CD, d. h. die Basis liegt hier tiefer als 356,70 m NN (SWR 2/20) bzw. tiefer als 354,63 m NN (SWR 5/20). Nach den Modellvorstellungen bis 2020 wurde die nördliche Grenze für das Stockwerk CD im Bereich der GWM SWR 2/20 interpretiert. Die aktuellen Bohrerergebnisse legen die Vermutung nahe, dass sich Stockwerk CD weiter in nördliche Richtung ausbreitet als bisher angenommen.

Die aktuelle Mächtigkeitsverteilung von Stockwerk CD unter Berücksichtigung aller neuen Bohraufschlüsse geht aus den Abbildungen 2.3a und Abb. 2.3b hervor. Dabei konnten Mächtigkeiten von 45 m bis 55 m ermittelt werden.

Im aktuellen Seebereich (Phase I) und in der nordöstlichen Erweiterung vom Fenster CDE erreicht die Mächtigkeit über 65 m; diese Interpretation beruht allerdings nur auf 2 Bohraufschlüssen. Die Mächtigkeit von größer 56,40 m bei SWR 2/20 deutet wie oben bereits erwähnt entgegen den bisherigen Vorstellungen eine Ausdehnung von Stockwerk CD weiter nach Norden an.

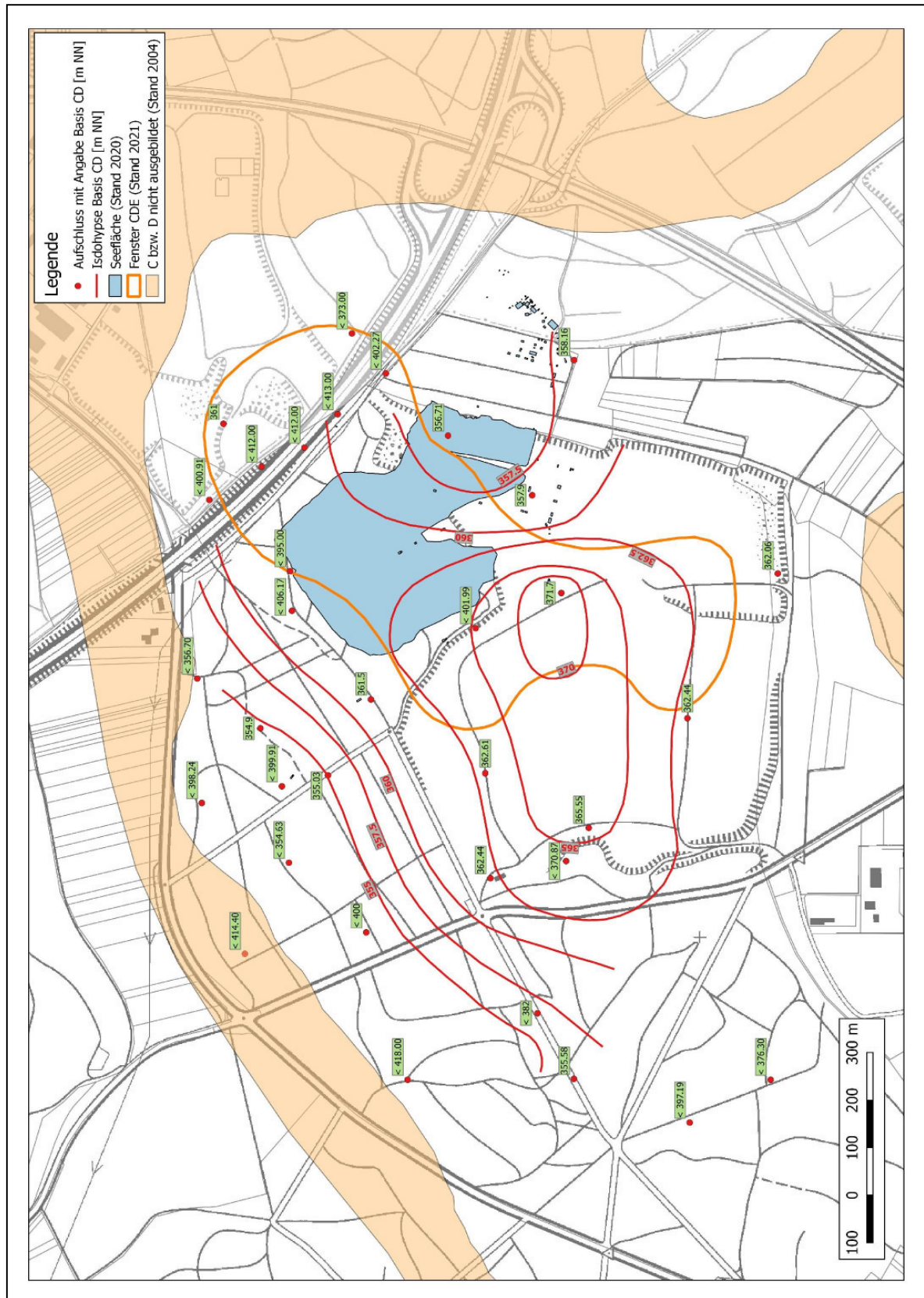


Abb. 2.2 Basis CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell (aktueller Stand auf Grundlage der Untersuchungen 2020/2021)

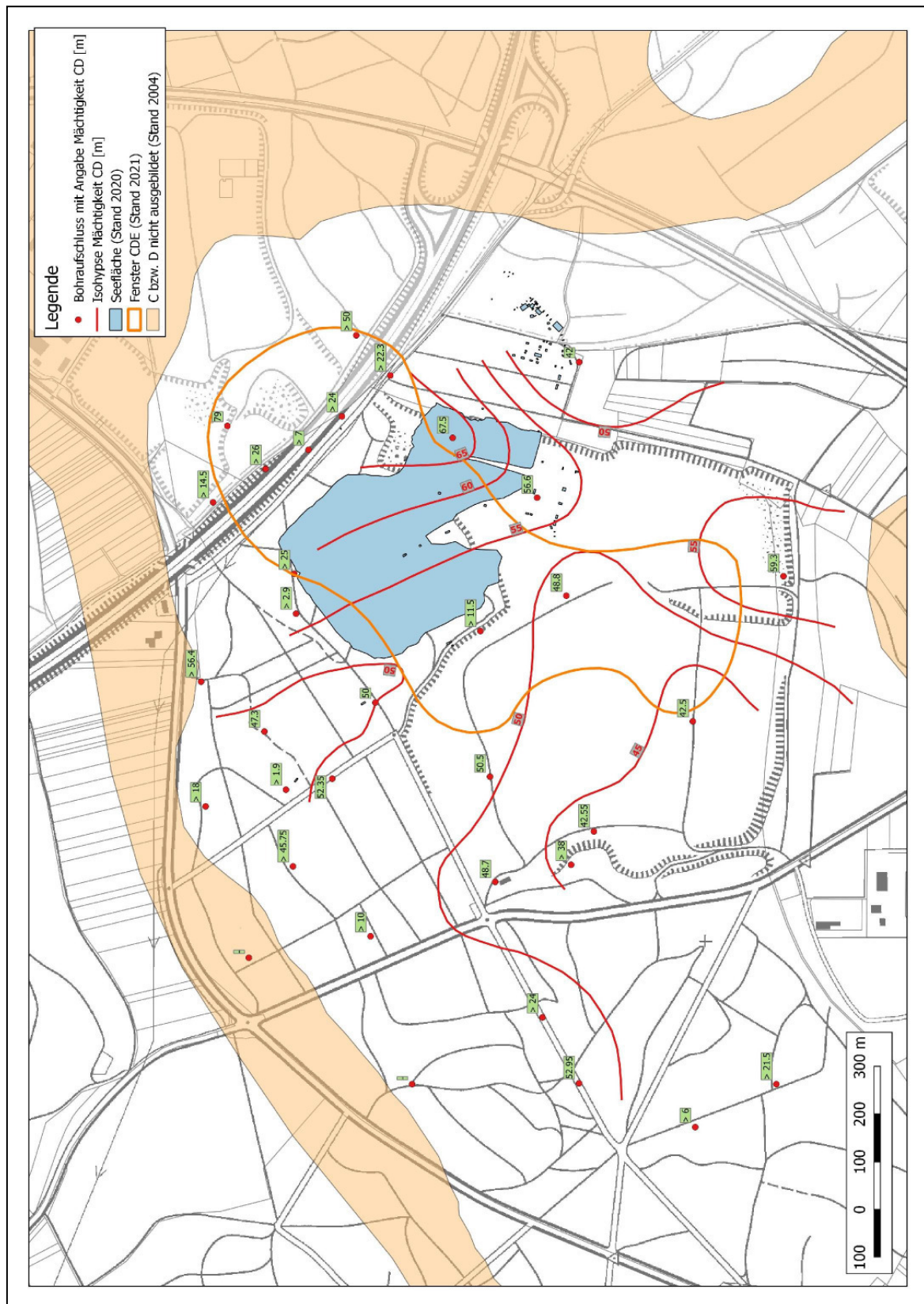


Abb. 2.3a Mächtigkeit CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell (aktueller Stand auf Grundlage der Untersuchungen 2020/2021)

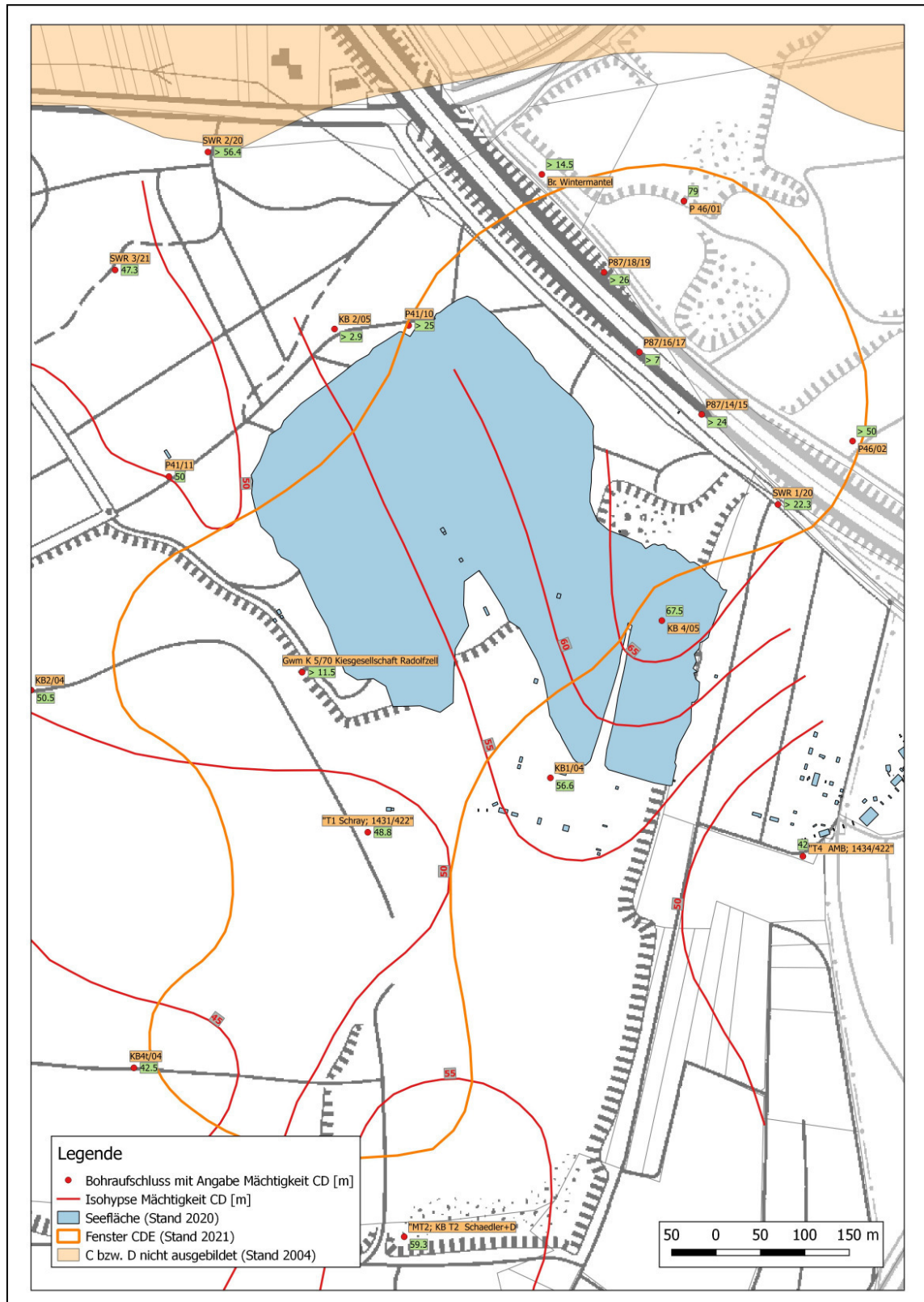


Abb. 2.3b Detaillageplan der Mächtigkeit CD-Horizont im Bereich des hydraulischen Fensters CDE im Stadtwald Radolfzell (aktueller Stand auf Grundlage der Untersuchungen 2020/2021)

Basis und Mächtigkeit Zwischenschicht ed

In Abbildung 2.4 ist die räumliche Verteilung der Mächtigkeit der Zwischenschicht „ed“ zwischen den Stockwerken E und CD dargestellt. Im Bereich des Fensters CDE und der Umgebung beträgt die Mächtigkeit dieser Zwischenschicht erwartungsgemäß 0 Meter bzw. unter 5 m. Ausgehend vom Fenster CDE steigt die Mächtigkeit der Zwischenschichtsedimente sowohl in nordwestliche als auch südöstliche Richtung bis auf über 20 m – 25 m an. Nach Westen und Südwesten ist ein moderater Anstieg der Zwischenschichtmächtigkeit auf 5 m – 10 m zu verzeichnen.

Mächtige Zwischenschichtsedimente wurden im Bereich der neuen Messstellen SWR 5/20 und SWR 5a/21 erbohrt. Hier konnten Mächtigkeiten von 19,30 m (SWR 5a/21) bis max. 25,35 m (SWR 5/20) nachgewiesen werden.

In den beiden oben erwähnten Messstellen sowie in Bohrung SWR 3/21 wurden innerhalb der Zwischenschicht geringmächtige sandig-schluffige Kiese bzw. Sande mit wechselnden Kiesanteilen angetroffen, die eine Grundwasserführung aufweisen. Es handelt sich um ein isoliertes, gespanntes Grundwasservorkommen in der Zwischenschicht, welches in der Messstelle SWR 5a/21 verfiltert wurde. Bei den Mächtigkeitsangaben im Text und in der Abbildung 2.4 sind diese wasserführenden Ablagerungen als Bestandteil der Zwischenschicht mit eingerechnet.

Die Zwischenschicht „ed“ besteht überwiegend aus feinkörnigen Beckensedimenten (Tone, Schluffe, Feinsande) bzw. aus Moränensedimenten (matrixgestützte Diamikte = Kiese eingebettet in einer Feinmatrix), die eine natürliche, hydraulisch wirksame Stauschicht zwischen dem oberflächennahen Stockwerk E und dem tieferen Stockwerk CD darstellt. Im Fensterbereich CDE ist diese Zwischenschicht durch hydraulisch durchlässige Ablagerungen ersetzt bzw. nur mit geringer Mächtigkeit ausgebildet.

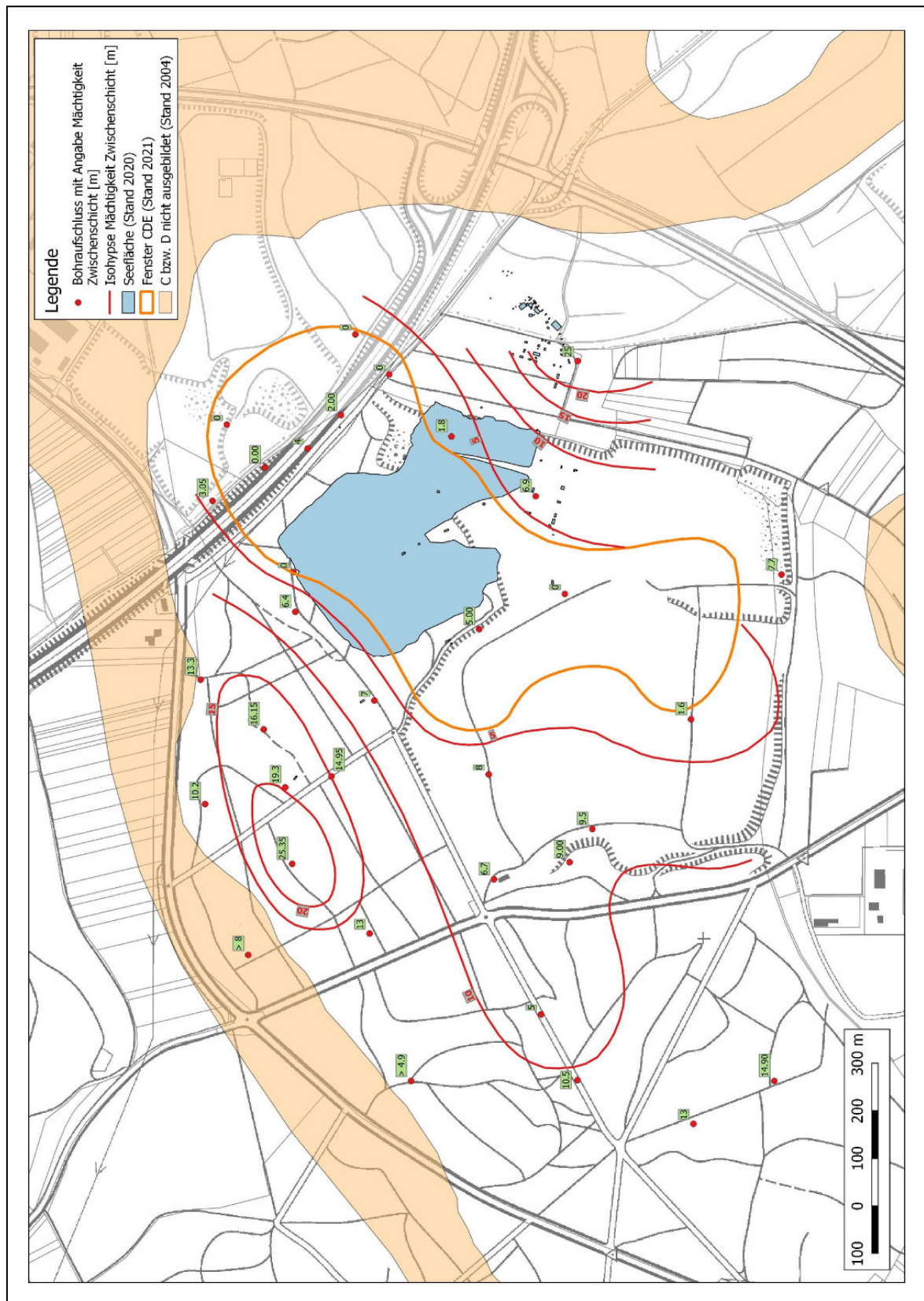


Abb. 2.4 Mächtigkeit Zwischenschicht ed Bereich Stadtwald Radolfzell (aktueller Stand auf Grundlage der Untersuchungen 2020/2021)

2.3 Grundwasserfließverhältnisse und Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert)

Durchlässigkeitsbeiwert Stockwerk CD

Am 29.06. und am 30.06.2021 wurden Kurzpumpversuche in den neuen Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20 durchgeführt.

Gemäß der Auswertung der hydraulischen Tests in den Messstellen SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20 bewegen sich die Werte der hydraulischen Durchlässigkeit im tieferen Stockwerk CD zwischen $k_f = 1,62 \cdot 10^{-3}$ m/sec und $1,41 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

Überprüfung der Höhen von Grundwassermessstellen

Für die Darstellung der Fließverhältnisse (Grundwassergleichenplan) ist die Angabe der Wasserspiegelhöhen (bzw. Grundwasserpotential) in m NN notwendig.

Bei der Darstellung des Grundwasserfließsystems im Stockwerk CD bzw. D im Bereich des Nassabbaugebietes und im Einzugsgebiet der „Frauenwiesquellen“ fallen immer wieder nicht eindeutig interpretierbare Wasserspiegel- bzw. Seespiegelhöhen an einzelnen Stichtagen auf. Die den Stichtagen zu Grunde liegenden Einmesshöhen stammen von verschiedenen Einmesskampagnen aus dem Zeitraum der letzten 20 – 25 Jahren. Um vermessungstechnisch bedingte Fehlerquellen (z. Bsp. unterschiedliche Bezugssysteme in den letzten 25 Jahren, ungenaue GPS-Einmessungen in bewaldeten Bereichen) bei der Konstruktion/Interpretation von Grundwassergleichen auszuschließen, wurden die Bezugshöhen der in nachstehender Tabelle aufgeführten 16 Grundwasseraufschlüsse vom Vermessungsbüro Ludin, Radolfzell überprüft und neu bestimmt. In Tab. 1 sind die neuen Höhen der Pegeloberkanten angegeben. Teilweise konnten bis zu 0,13 m Abweichungen zu den alten Höhenangaben festgestellt werden.

Tab. 1 Neuvermessung der Höhen von Pegeloberkanten an ausgewählten Grundwassermessstellen im Bereich Nassabbau Stadtwald Radolfzell

EDV-Nr.	LUBW-Nr.	NAME	RW	HW	alte POK [m NN]	neue POK [m NN]
106	104/422-8	3401 Friedingen	3492160,00	5292280,00	430,82	430,85
143	129/422-1	Waldh.Singen DP7,T	3491010,00	5291540,00	431,68	431,71
164	155/422-0	B13,Weiherhof	3493250,00	5291060,00	419,39	419,52
297	350/422-5	"T1 Schray; 1431/422"	3492724,00	5292290,00	422,47	422,50
301	354/422-7	T4 AMB	3493214,00	5292263,00	426,03	426,06
307	418/422-0	P8	3493944,18	5291111,77	421,77	421,83
367	2234/422-3	"MT1; KB T1 SchädI."	3493260,00	5291790,00	426,58	426,59
2480	2245/422-5	KB2/04	3492344,80	5292449,90	421,99	422,02
2481	2247/422-6	KB3/04	3492229,90	5292232,30	422,75	422,76
2484	2251/422-0	KB5T/04	3491701,90	5292263,40	432,24	432,36
5660	SWR 1/10	SWR 1/10	3493185,93	5292658,73	428,74	428,82
5684	SWR 2/20	SWR 2/20	3492543,95	5293055,15	435,46	435,51
5685	SWR 4/20	SWR 4/20	3492124,13	5292438,99	427,30	427,42
5686	SWR 5/20	SWR 5/20	3492156,61	5292862,54	435,52	435,65
5697	SWR 3/21	SWR 3/21	3492439,37	5292922,47	422,60	422,65
2482	2249/422-7	BK 4/04 Stadtwald R	3492460,50	5292025,00	422,76	422,75

RW Rechtswert Gauß-Krüger

HW Hochwert Gauß-Krüger

POK Pegeloberkante

Darstellung Fließsystem als Grundwassergleichen

Die Grundwasserfließverhältnisse im Bereich der geplanten Abbauerweiterung wurden bereits im Bericht „Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II, Landkreis Konstanz, Ergänzende Untersuchungen zur Erkundung der hydro- und rohstoffgeologischen Verhältnisse“ vom 27.09.2021 eingehend beschrieben. Zwischenzeitlich liegen für die in Tab. 1 gelisteten Grundwassermessstellen aktuelle Einmesshöhen vor, die teilweise deutlich von den alten Höhen abweichen. Eine entsprechende Anpassung und Neudarstellung der Grundwasserfließverhältnisse auf Grundlage der neuen Höhen wurde deshalb notwendig.

In Abb. 2.5a und 2.5b wurden für den Stichtag am 01.07.2021 die Grundwassergleichen sowohl mit den alten als auch mit den neuen Höhen der Pegeloberkanten im Vergleich dargestellt.

Man kann einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Varianten erkennen. Die Konstruktion der Grundwassergleichen auf Grundlage der alten Einmesshöhen vermittelt den Eindruck einer deutlich stärker ausgeprägten Seewasserspiegelkippung mit weit ausgedehnter Reichweite. Bei Verwendung der aktuellen Vermessungsdaten ist die Seewasserspiegelkippung auf den Nahbereich des bestehenden Sees beschränkt. Die Grundwasserhauptfließrichtungen und die Grundwasserscheide zum Singener Becken bleiben in beiden Konstruktionen identisch.

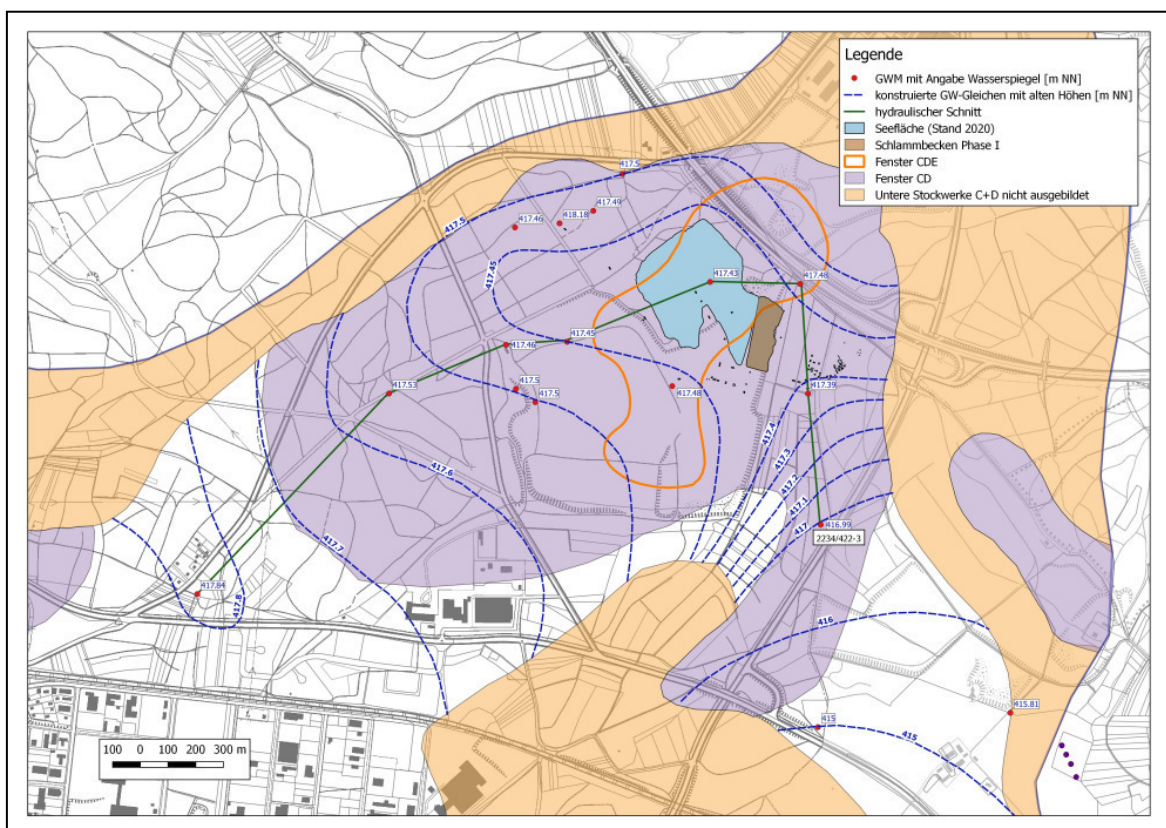


Abb. 2.5a Grundwassergleichenplan vom 01.07.2021 mit den alten Einmesshöhen

Bem.: Abstand der Grundwassergleichen südlich der GWM 2234/422-3 dargestellt in Meter-Abständen – nordöstlich davon beträgt der Abstand der Grundwassergleichen 0,1m!

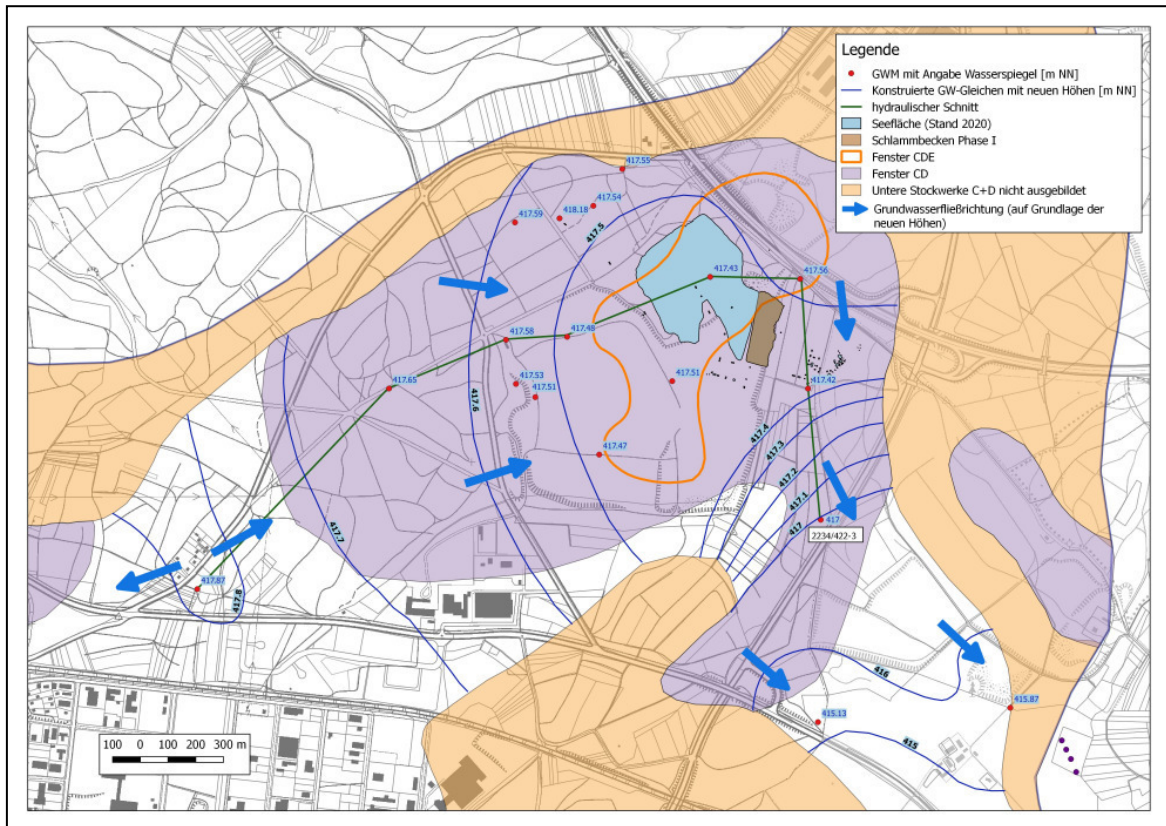


Abb. 2.5b Grundwassergleichenplan vom 01.07.2021 mit den neuen Einmesshöhen

Das Fließverhalten wird im zentralen Bereich durch den aktuell bestehenden Baggersee (Phase I) bestimmt.

Am Westrand der Abbildung 2.5a unterteilt eine Grundwasserscheide (Grundwasserpotenziallinie 417,80 m NN) das Fließgeschehen. Bedingt durch den Abstrom in Richtung Überlingen und Rielasingen und die im „Singener Becken“ stattfindenden Grundwasserentnahmen der privaten und öffentlichen Wasserversorgungen (Constellium, Maggi, Fondium und Münchried) strömt ab hier das Grundwasser nach Westen ins Stadtgebiet Singen ab.

Östlich der Grundwasserscheide fließt das Grundwasser im Projektgebiet in östliche Richtung mit einem geringen hydraulischen Gefälle von ca. $2,4 \times 10^{-4}$ – $4,2 \times 10^{-4}$ Richtung Baggersee Phase I ab.

Nach der Passage des Baggersees fließt das Grundwasser nach Süden Richtung Frauenwiesquelle weiter. Hier nimmt das hydraulische Gefälle auf ca. $9,0 \times 10^{-4}$ – $2,0 \times 10^{-3}$ zu. Dies ist u. a. auch auf einen reduzierten Durchfluss-Querschnitt im Aquifer (Breite und Mächtigkeit) zurück zu führen.

Grundwasserganglinien

Die Abbildungen 2.6 und 2.7 zeigen den Verlauf der in den neu erstellten Messstellen SWR 2/20, SWR 4/290, SWR 5/20 und SWR 5a/21 gemessenen Grundwasserganglinien im Vergleich zu Messreihen der bereits länger bestehenden Grundwasseraufschlüsse 129/422, 350/422, 418/411 und dem Baggersee. Alle Aufschlüsse mit Ausnahme von SWR 5a/21 erschließen das tiefer liegende Grundwasservorkommen des Stockwerks CD und zeigen einen vergleichbaren zeitlichen Verlauf.

Die Ganglinie der GWM 129/422 zeigt wöchentliche Schwankungsintervalle, die auf den Entnahmebetrieb im „Singerer Becken“ zurückzuführen sind.

Die Messstelle SWR 5a/21 erschließt Grundwasser führende Schichten in der Zwischenschicht de. Das Druckpotenzial in SWR 5a/21 liegt um ca. 0,70 m höher als das Potenzial in den Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 (s. Abb. 2.6).

Es handelt sich um ein hydraulisch vom Stockwerk CD abgekoppeltes Grundwassersystem mit lokal begrenzter Ausdehnung im Bereich SWR 5/20, SWR 5a/21 und evtl. SWR 3/21 und KB 3/05. Die Lage der o. g. Aufschlüsse kann der Abbildung 2.8 entnommen werden.

Abbildung 2.7 zeigt den Beobachtungszeitraum seit 2010. Bei Niedrigwasserverhältnissen sinkt der Wasserspiegel in den Messstelle 350/422 und des Baggersees im Vergleich zur Messstelle 129/422 stärker ab.

Dieses Phänomen tritt seit 2017 verstärkt auf und ist möglicherweise als Hinweis auf die mit zunehmender Ausbildung der Seefläche beginnende Seespiegelkipfung zu interpretieren.

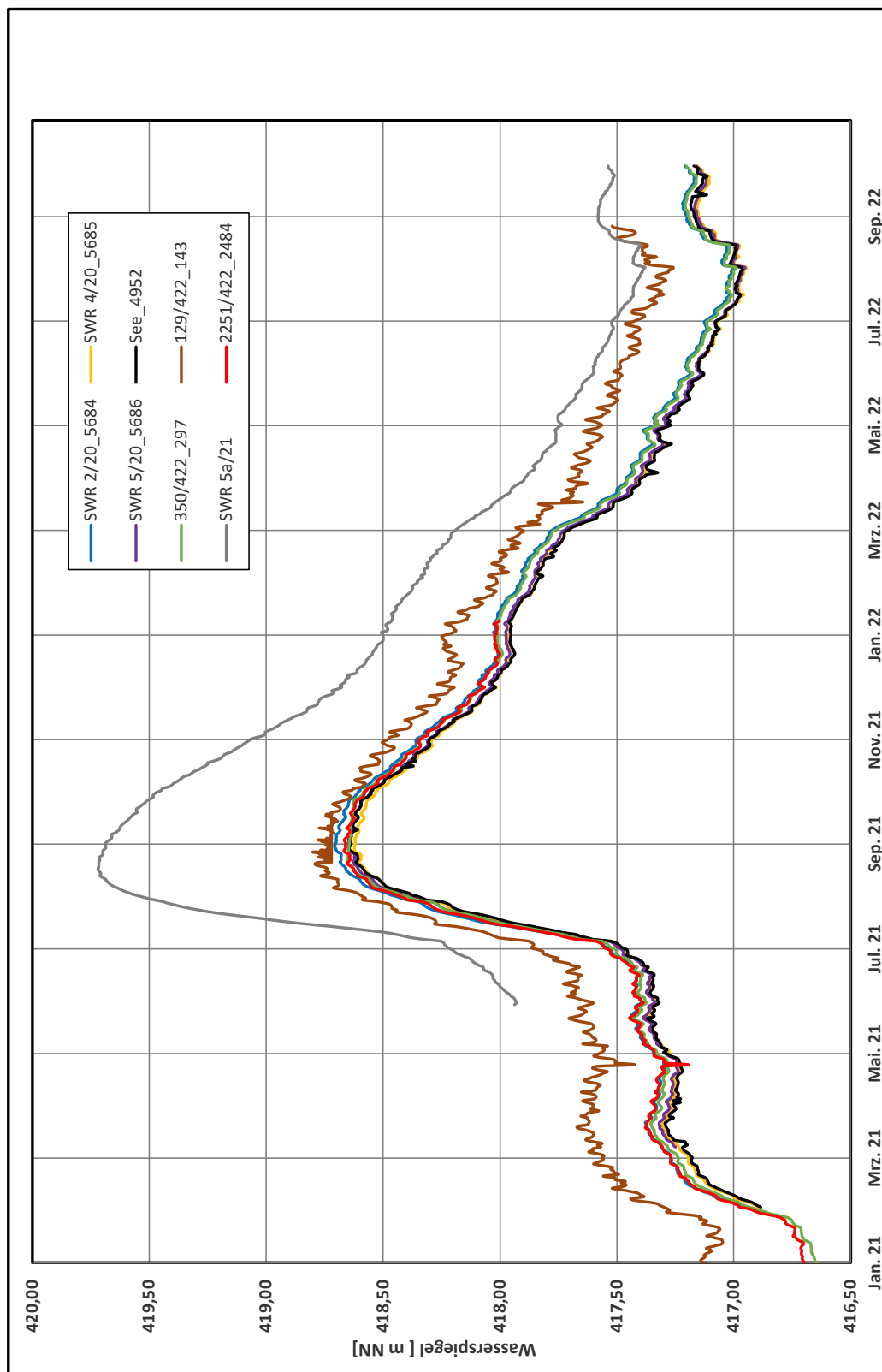


Abb. 2.6 Grundwasserganglinien der neu erstellen Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21 im Vergleich zu älteren Messstellen 129/422, 350/422 und dem Baggersee im Zeitraum Jan. 21 – Sept. 22

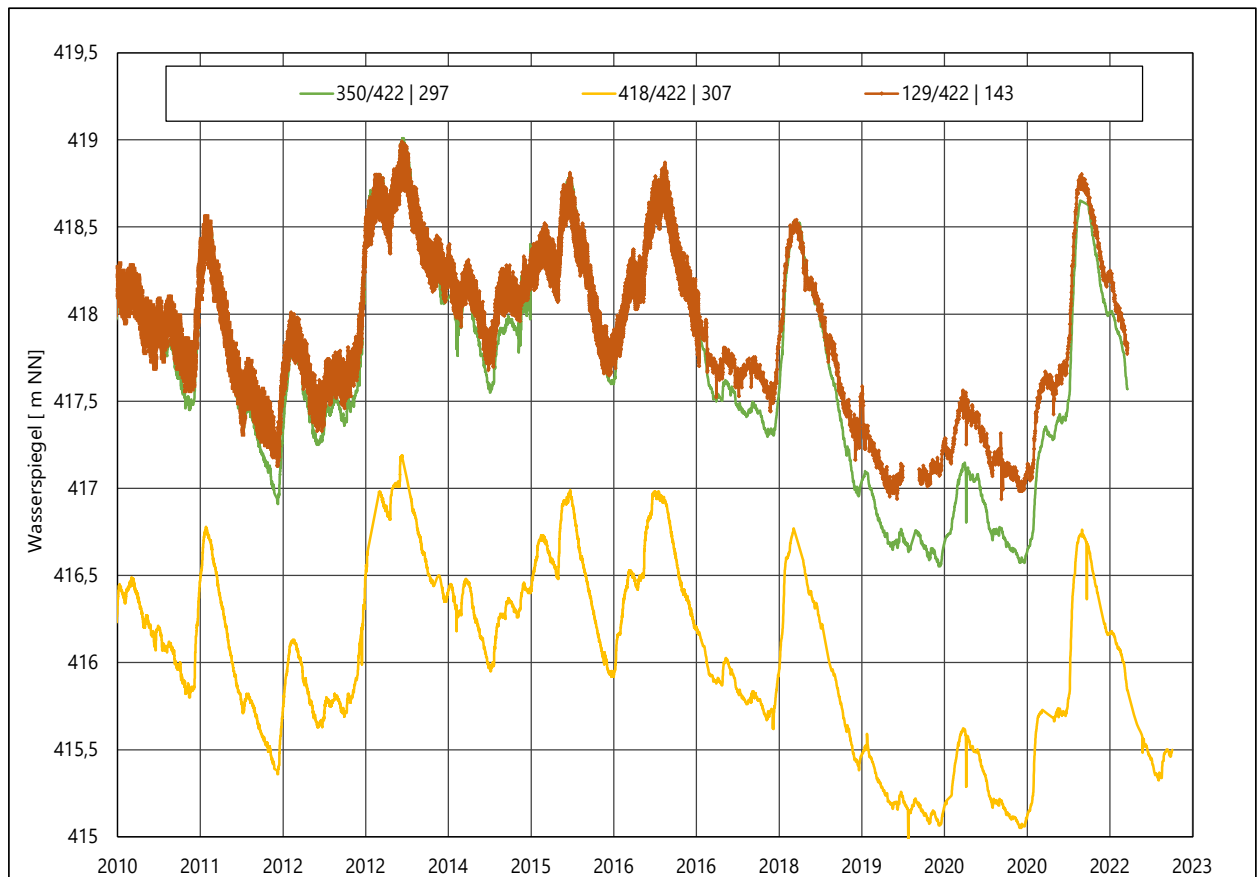


Abb. 2.7 Wasserspiegelganglinien der GWM 129/422, 350/422, 418/422 im Zeitraum 2010 - 2022

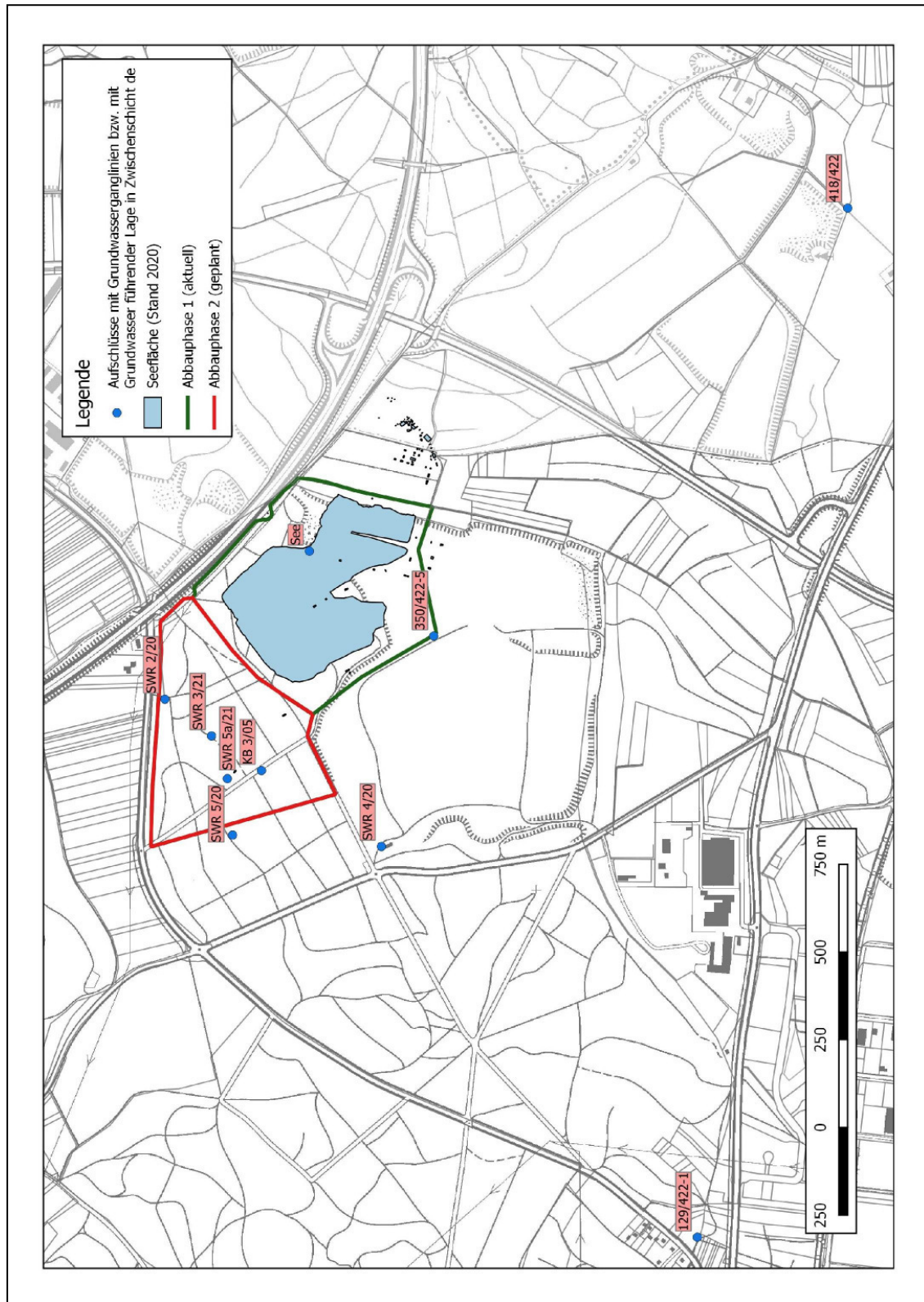


Abb. 2.8 Lage der Aufschlüsse mit den Grundwasserganglinien aus den Abbildungen 2.6 und 2.7

2.4 Ergänzende Untersuchungen in GWM 155/422-0 und 418/422-0

Die Wasserspiegeldruckpotenziale der Grundwassermessstellen 155/422-0 und 418/422-0, die im Einzugsgebiet der „Frauenwiesquellen“ das Stockwerk D und vermutlich das Stockwerk C (GWM 155/422) erschließen, differieren deutlich. Mit den aktuellen Modellvorstellungen konnte kein eindeutiger Zustrom des Grundwassers im Stockwerk D zu den „Frauenwiesquellen“ abgeleitet werden. Um Fehlinterpretationen der Grundwasserfließverhältnisse auszuschließen, wurden die Bezugshöhen der beiden Messstellen (GWM) neu eingemessen (s. Kap. 2.3, Tab. 1). Ergänzend wurden weitere Untersuchungsmaßnahmen ergriffen um die Funktionsfähigkeit bzw. den hydraulischen Anschluss der GWM an den oder die verfilterten Grundwasserleiter und die Stockwerkszugehörigkeit der beiden Messstellen zu prüfen:

- Klarpumpen der GWM 155/422-0
- Leitfähigkeits-/Temperaturlogs GWM 155/422-0 und GWM 418/422-0 (Ruhe-, und Pumpphase)
- Einsatz eines Datensammlers in GWM 155/422-0 (Stockwerk D) und in GWM 2076/422-5 (Stockwerk E/F im Bereich „Frauenwiesquellen“) und Vergleich mit den kontinuierlichen Wasserspiegelmessungen aus GWM 418/422
- Hydrochemische Untersuchungen von Grundwässern aus GWM 155/422-0 und GWM 418/422-0 (s. Kap. 2.4.4)

Auch mit den neuen Einmesshöhen (s. Tab. 1 in Kap. 2.3) ist die Wasserspiegelhöhe in GWM 155/422-0 um ca. 0,70 m – 0,80 m niedriger als in GWM 418/422-0. Eine eindeutige Grundwasserfließbewegung im Stockwerk D zu den „Frauenwiesquellen“ ist im Grundwassergleichenplan (s. Abb. 2.5) nach wie vor nicht konstruierbar.

2.4.1 Vergleich Grundwasserganglinien GWM 155/422-0, 418/422-0 und 2076/422-5

Die Abbildung 2.9 vergleicht die Grundwasserganglinien in GWM 155/422-0, 418/422-0 und 2076/422-5 im Zeitraum Mai – Oktober 2022. Dabei zeigen GWM 155/422-0 und 418/422-0 einen nahezu identischen Verlauf, wobei der Wasserspiegel in GWM 155/422-0 ca. 0,70 m tiefer als in GWM 418/422 liegt.

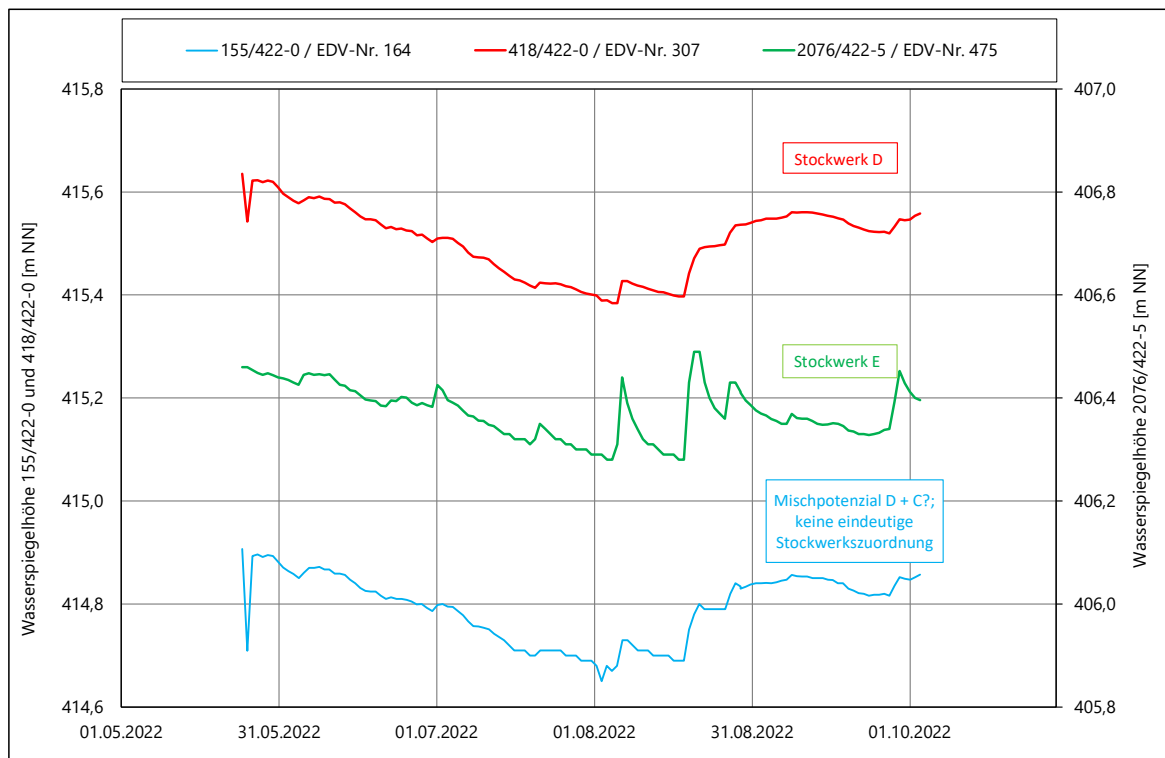


Abb. 2.9 Wasserspiegelganglinien der Messstellen 155/422-0, 418/422-0 und 2076/422-5 im Zeitraum Mai – Oktober 2022

Beide Messstellen erschließen die tiefer liegenden Grundwasserstockwerke und unterscheiden sich deutlich von der Ganglinie in GWM 2076/422-5, die den oberflächennahen Grundwasserleiter E/F im Bereich der Frauenwiesquelle erschließt. Das Grundwasserpotenzial im oberflächennahen Stockwerk E/F reagiert deutlicher auf die lokalen Niederschlagsereignisse und im September 2022 ist ein abfallender Trend zu beobachten, während in 155/422-0 und 418/422-0 ein gegenläufiger Wasserspiegel festzustellen ist.

2.4.2 Leitfähigkeitsmessungen in den GWM 155/422-0 und 418/422-0

In Abb. 2.10 sind die Leitfähigkeitsprofile (Logs) in den Bohrungen 155/422-0 und 418/422-0 im Ruhe- und Betriebszustand (Pumpbetrieb) im Vergleich dargestellt. Die Messtiefe (y-Achse) ist in Meter über NN (Normal Null) angegeben. In beiden Messstelle lässt sich kein bzw. nur ein minimaler

Unterschied zwischen den Messungen im Ruhezustand und im gepumpten Zustand erkennen.

Die Messwerte im Bereich der Filterstrecke in GWM 418/422-0 bewegen sich sehr stabil in einem Bereich von 754 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – 759 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Zu- bzw. Abflüsse im Bereich der Filterstrecke lassen sich nicht identifizieren.

Dagegen zeigen die Messwerte in GWM 155/422-0 zwei Tiefenbereiche in der Filterstrecke in der die elektr. Leitfähigkeit sowohl in der Ruhe- als auch in der Pumpbetriebsmessung stärkere Schwankungen aufweist. Dies tritt in einer Tiefe zwischen 379 m NN und 384 m NN und dann nochmal bei ca. 371 m NN auf. Diese Veränderungen zeigen vermutlich Wasserzutritte mit erhöhter el. Leitfähigkeit an. Die Temperaturmessungen zeigen diesen Effekt nicht.

Bei Betrachtung des Diagramms mit den Messwerten (Leitfähigkeitslogs) in Abb. 2.10 fällt die unterschiedliche Tiefe der beiden Messstellen und die damit verbundene unterschiedliche Tiefenlage der Filterstrecken auf. Die beiden Filterstrecken überlappen sich höhenmäßig gesehen nur in einem ca. 5 m mächtigen Bereich zwischen 389,70 m NN und 394,70 m NN. Dies legt bereits nahe, dass in den Messstellen unterschiedliche Stockwerke bzw. zumindest deutlich unterschiedliche Bereiche des gleichen Grundwasserstockwerks erschlossen werden (Abb. 2.11).

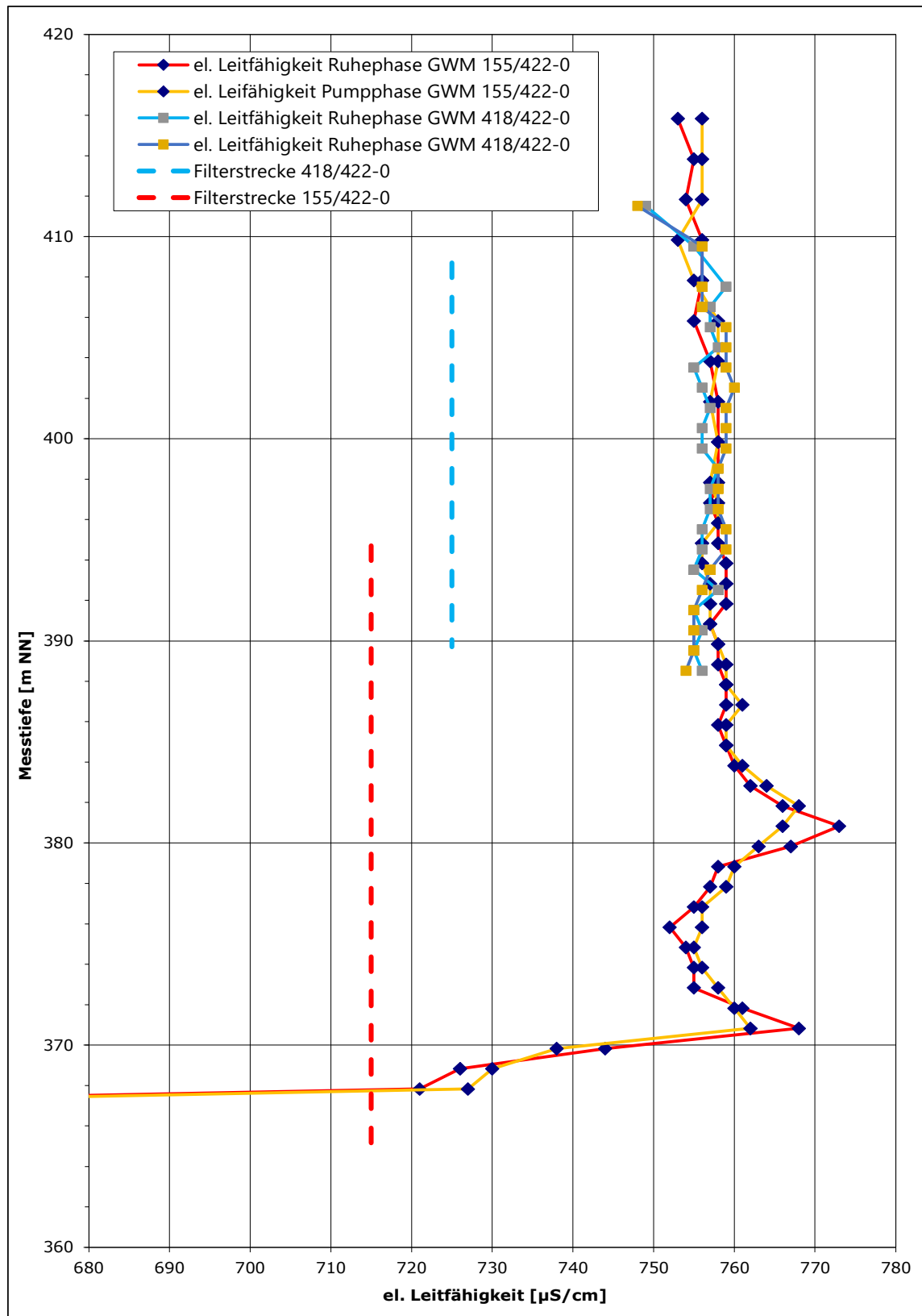


Abb. 2.10 Leitfähigkeit-Logs der Messstellen 155/422-0 und 418/422-0 am 02.08.2022

2.4.3 Schematischer geologischer Schnitt GWM 155/422-0 und GWM 418/422-0

Um die geologisch - hydrogeologischen Verhältnisse in den beiden Messstellen zu verdeutlichen, wird in Abb. 2.11 ein schematischer, geologischer Schnitt mit beiden Aufschlüssen dargestellt. Die Entfernung zwischen den Aufschlüssen beträgt ca. 705 m.

In der Messstelle 418/422-0 wird zwischen 12,40 m unter Gelände (m u GOK) und 32,50 m u GOK ein grundwasserführender, sandiger Kies, der dem Stockwerk D zugeordnet wird, erschlossen. Der Bereich wurde auch mit einer Filterstrecke versehen. Die Bohrung wurde noch bis 56,20 m u GOK gebohrt, es wurde allerdings kein Grundwasserleiter unterhalb 32,50 m angetroffen. Es stehen tonige, feinsandige Beckensedimente, kiesige Schluffe (Moränersedimente) und der tertiäre Unterbau (Tonmergel und Sandsteine der Molasse) an.

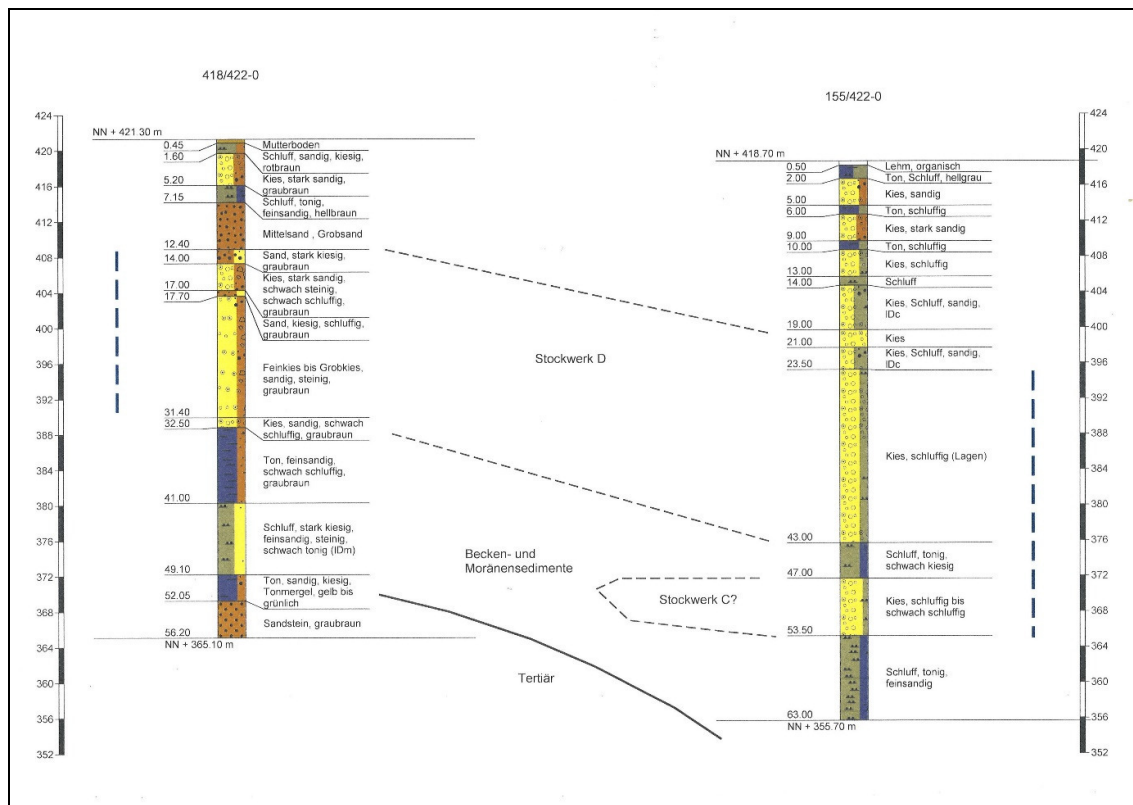


Abb. 2.11 Schematischer Schnitt mit den Messstellen 155/422-0 und 418/422-0

Im Vergleich dazu ist die Bohrung GWM 155/422 63 m tief und die Filterstrecke wurde zwischen 24 m u GOK und 54 m u GOK eingebaut. Das geologische Profil zeigt von 23,50 m u GOK – 43,00 m u GOK und von 47,00 m u GOK – 53,50 m u GOK zwei schluffige, vermutlich grundwasserführende Kieslagen an, die durch eine hydraulisch wirksame Zwischenschicht (toniger Schluff) getrennt sind. Die Filterstrecke von 24 m u GOK – 54 m u GOK verbindet die beiden urspr. getrennten Kieslagen, dadurch entsteht ein hydraulischer Kurzschluss zwischen den verfilterten Stockwerken (vermutlich Stockwerk C und D).

Die beiden im Leitfähigkeitslog der GWM 155/422-0 (s. Abb. 2.10) festgestellten Schwankungsbereiche bei knapp 371 m NN und bei 379 m NN – 384 m NN liegen in den Bereichen der beiden Kieslager. Der obere Kiesbereich von 23,50 m u GOK – 43,00 m u GOK wird dem Stockwerk D zugeordnet, während die Kieslage von 47 m u GOK – 53,5 m u GOK möglicherweise bereits das Stockwerk C repräsentiert. Eine eindeutige Zuordnung der verfilterten Bereiche in GWM 155/422-0 zu Grundwasser-Stockwerken auf Grundlage der Bohrungsdaten ist problematisch, da der Bohraufschluss in den 70-iger oder 80-iger Jahren im Spülbohrverfahren abgeteuft wurde. Eine sichere Ansprache des Bohrgutes war auf Grund des Bohrverfahrens nicht möglich. Wasserzutritte sind in diesem Verfahren nicht bzw. nur schwer festzustellen; dementsprechend ist die Unterscheidung von hydraulisch getrennten Stockwerken nicht eindeutig nachvollziehbar.

Nach damals üblicher Praxis wurde der Ringraum vermutlich durchgehend verkiest und nur oberflächlich eine Abdichtung eingebracht. Somit liegt auf Grund der verfügbaren Informationen der Verdacht nahe, dass in Messstelle 155/422-0 ein Grundwasser-Mischpotenzial (verkiester Ringraum, Filterstrecke über 2 Stockwerke) gemessen wird, welches weder für Stockwerk D noch für Stockwerk C repräsentativ ist. Für die weiteren Betrachtungen des Grundwasserfließsystems in Stockwerk D wird der in GWM 155/422-0 gemessene Wasserspiegel als verfälschtes Mischpotenzial gewertet und nicht weiter für die Konstruktion von Grundwassergleichenplänen herangezogen.

Die Ergebnisse der Wasserspiegelmessungen und der Leitfähigkeitsmessungen deuten aber darauf hin, dass das Potential im Grundwasserleiter D (GWL D)

höher ist als im GWL C und somit ein Aufsteigen von Wässern vom GWL C in den GWL D in der GWM 155/418 verhindert. Es muss damit gerechnet werden, dass in der GWM 155/422 ausbaubedingt die Wässer aus GWL D in den GWL C abfließen. Da auch während des Pumpbetriebs in der GWM 155/422 die Leitfähigkeit im Bereich des GWL D (ca. 390 – 395 m NN) sich nicht wesentlich ändert, kann daraus geschlossen werden, dass die Ergiebigkeit im GWL D deutlich besser ist.

2.4.4 Hydrochemische Untersuchungen an Grundwässern im Zustrom E, D und CD zu den „Frauenwiesquellen“

Mit einem Vergleich der Haptionen- und Metallgehalte in ausgewählten Messstellen verschiedener Stockwerke soll die Einordnung von GWM 155/422-0 aus hydrochemischer Sicht versucht werden. Am 25.05.2022 wurden folgende Messstellen beprobt

- 2076/422-0 (Stockwerk E/F)
- 350/422-5 (Stockwerk CD)
- 418/422-0 (Stockwerk D)
- 155/422-0 (Stockwerk D oder C?)

und auf die Haptionen und Metalle untersucht. Die Analysenergebnisse sind in Tab. 2 zusammengefasst, die vollständigen Ergebnisberichte vom Institut SGS Fresenius sind in Anlage 4 dokumentiert.

Auf den ersten Blick zeigen die einzelnen Grundwässer eine vergleichbare Stoffcharakteristik. Auffallend sind die erhöhten Natrium-/Chloridgehalte in GWM 350/422-5 während parallel dazu die Konzentrationen von Sulfat und Magnesium etwas geringer ausfallen. Möglicherweise sind dies Hinweise auf eine Seewasserkomponente in GWM 350/422-5.

Das Grundwasser aus Stockwerk E (GWM 2076/422-5) zeigt bei den Haptionen eine vergleichbare Zusammensetzung wie die Wässer aus den tieferen Stockwerken (GWM 155/422-0 und GWM 418/422-0). Erwähnenswert sind die Nachweise von Kupfer, Zink, Mangan und Ammonium.

Die Zusammensetzung des Probenwassers aus GWM 155/422-0 unterscheidet sich abgesehen von dem erhöhten Chloridgehalt (39,5 mg/l) und dem Nachweis von Eisen und Mangan nicht von den Wässern aus GWM 418/422-0 (Stockwerk D) und GWM 2076/422-5 (Stockwerk E/F). Damit spricht aus hydrochemischer Sicht nichts gegen eine Einordnung des Grundwassers aus GWM 155/422-0 zu den tieferen Stockwerken D bzw. C.

Die vergleichbare chem. Zusammensetzung der Wässer aus 155/422 und 418/422 ist aber auch ein Hinweis auf die abfließenden Wässer aus GWL D in den GWL C in der GWM 155/422.

Tab. 2 Hydrochemische Analysenergebnisse der GWM 155/422-0, 418/422-0, 350/422- und 2076/422-5 am 25.05.2022

Analyseparameter	Einheit	155/422-0	418/422-0	350/422-5	2076/422-5
Chlorid	mg/l	39,5	30,7	39,6	28,9
Sulfat	mg/l	27,0	28,0	22,0	29,0
Nitrat	mg/l	17,6	14,2	12,6	16,8
Nitrit	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ammonium	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	0,12
Fluorid	mg/l	<0,2	<0,2	0,3	<0,2
SK pH 4,3	mmol/l	6,24	6,61	7,02	6,57
Calcium	mg/l	107	111	122	111
Kalium	mg/l	1,0	1,1	1,3	1,5
Natrium	mg/l	10,6	12,6	21,7	11,6
Magnesium	mg/l	31,8	28,7	24,1	29,1
Eisen gesamt	mg/l	0,05	0,02	0,02	0,02
Mangan	mg/l	0,006	<0,005	<0,005	0,007
Zink	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Kupfer	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,007
Leitfähigkeit	µS/cm	753	757	813	754

2.5 Detailbetrachtung Schüttung Frauenwiesquellen

Verifizierung der Schüttungsmessungen „Frauenwiesquellen“ aus der Messwarterfassung der Stadtwerte Radolfzell

Im Rahmen des Grundwasser-Monitoringprogramms für den aktuellen Nassabbau See Phase I werden u. a. auch die Schüttungsdaten der „Frauenwiesquellen“, die von der Messwarterfassung der Stadtwerte Radolfzell aufgezeichnet werden, mitverwendet. Diese Schüttungsdaten stellen eine wichtige Bilanzgröße für das Grundwasserströmungsmodell dar und belegen indirekt einen Teil des aus dem Nassabbaubereich im Stockwerk D in südliche Richtung abströmenden Grundwassers.

Nach Reinigungsmaßnahmen (Entfernung Wurzeln) an den Sickerleitungen der „Frauenwiesquellen“ im Frühjahr 2021 zeigte die Messwarterfassung in der Folge bis zum Frühjahr 2022 immer wieder sprunghafte Schüttungsschwankungen im Bereich von ca. 5 l/s bis max. 33 l/s (s. Abb. 2.12).

Zur Plausibilisierung und Bewertung der Messwertdaten wurden

- eine Ortsbegehung mit den Stadtwerten Radolfzell an den Quell- und dem Sammelschacht der „Frauenwiesquellen“ durchgeführt
- Handmessungen der Quellschüttung im Sammelschacht der „Frauenwiesquellen“ mittels Messbehälter
- Wasserspiegelmessungen in den GWM 2076/422-0 und 418/422-0
- ein Vergleich mit älteren Schüttungsmessdaten von 1996 – 2005

durchgeführt.

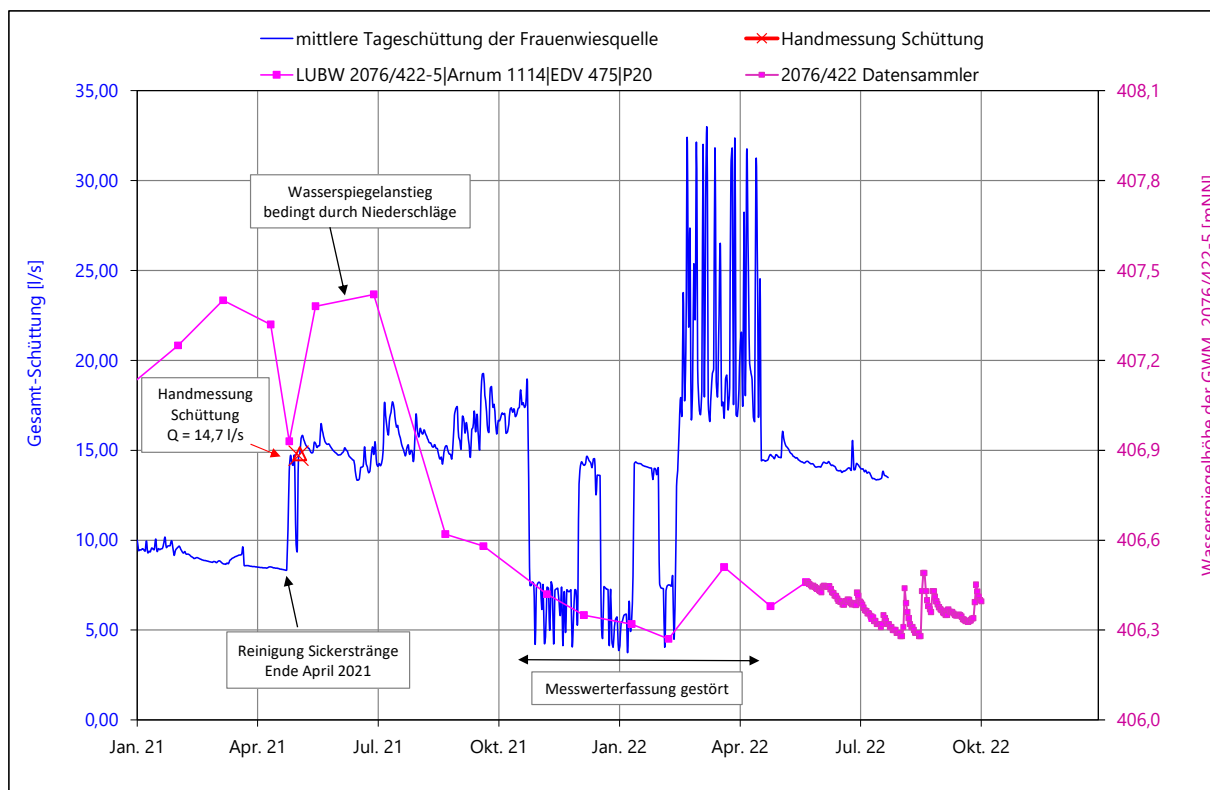


Abb. 2.12 Vergleich Schüttungsdaten aus der Messwerterfassung „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegelmessungen GWM 2076/422-5 Jan. 21 bis Sept. 22

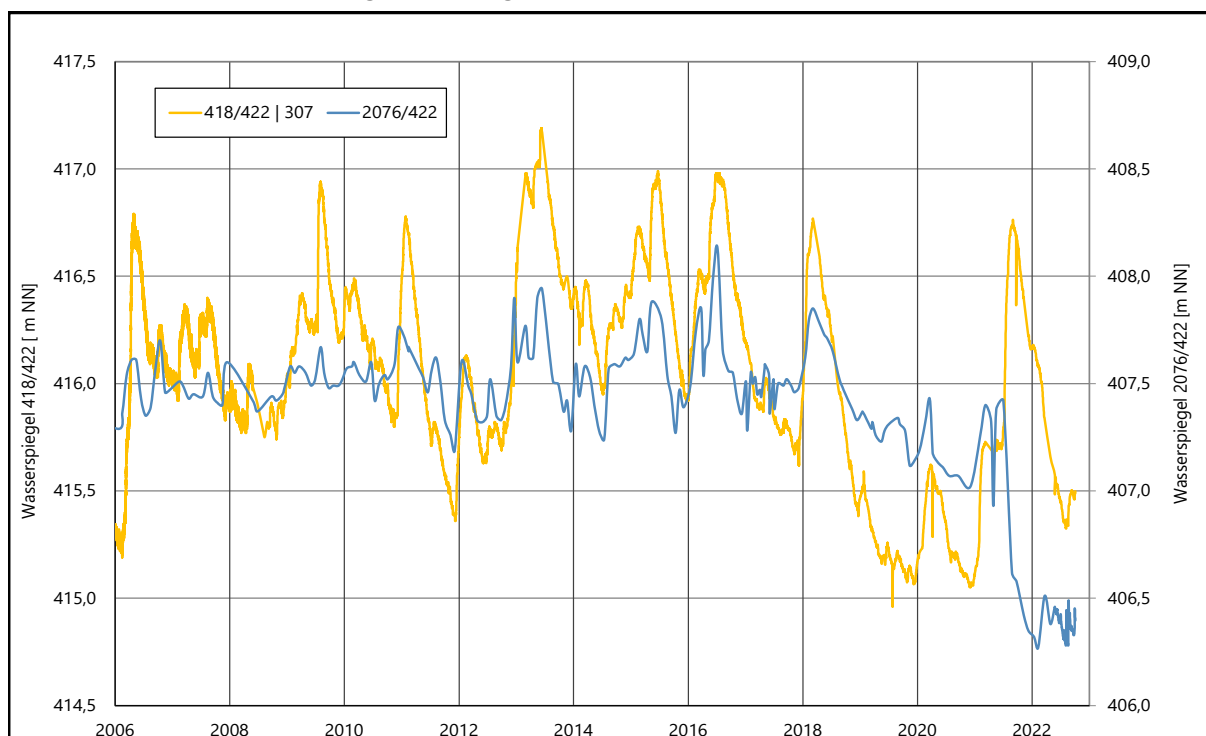


Abb. 2.13a Vergleich Wasserspiegelganglinien GWM 2076/422-5 und 418/422-0 im Zeitraum 2005 – 2022

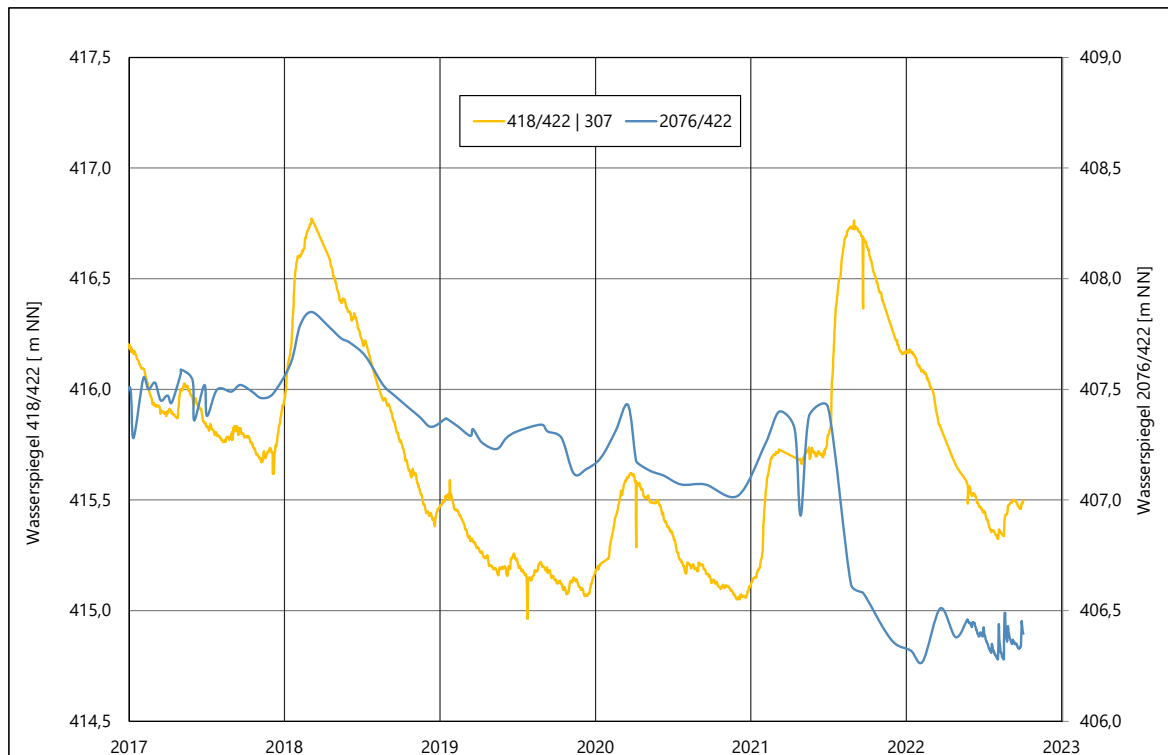


Abb. 2.13b Vergleich Wasserspiegelganglinien GWM 2076/422-5 und 418/422-0 im Zeitraum 2017 – 2022

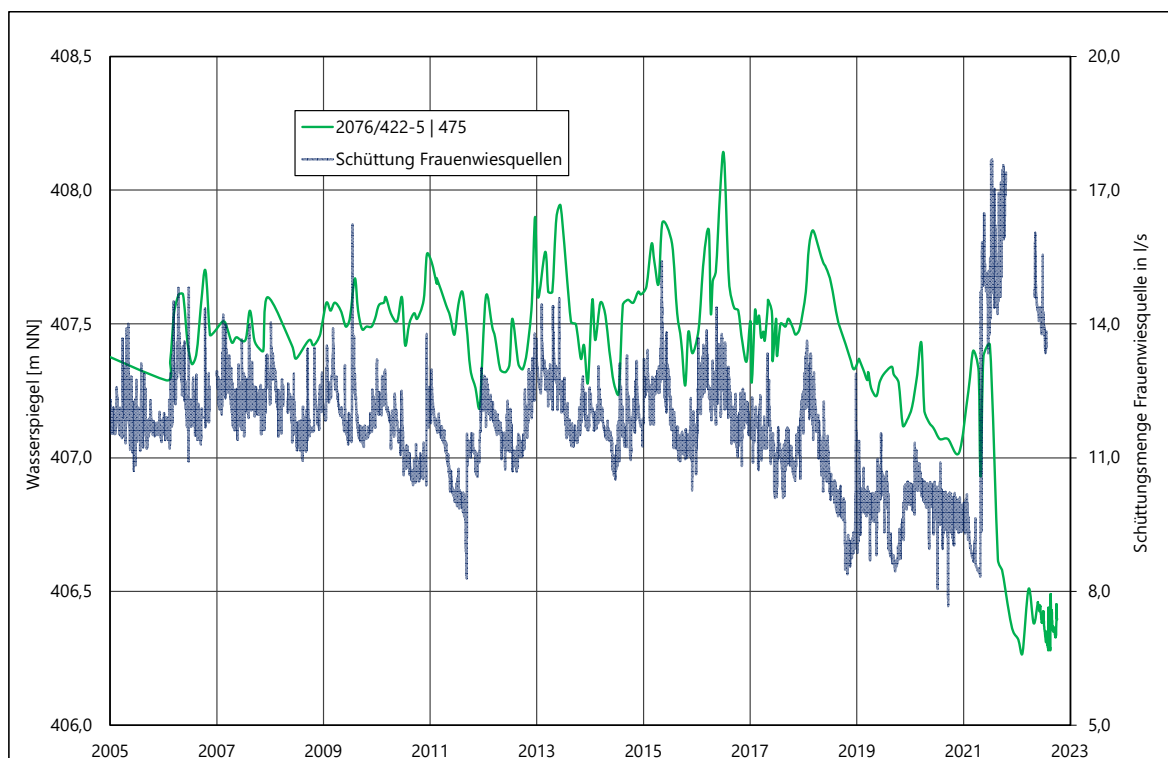


Abb. 2.14a Vergleich Schüttungsdaten aus der Messwerterfassung „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegelmessungen GWM 2076/422-5 im Zeitraum 2005 – 2022

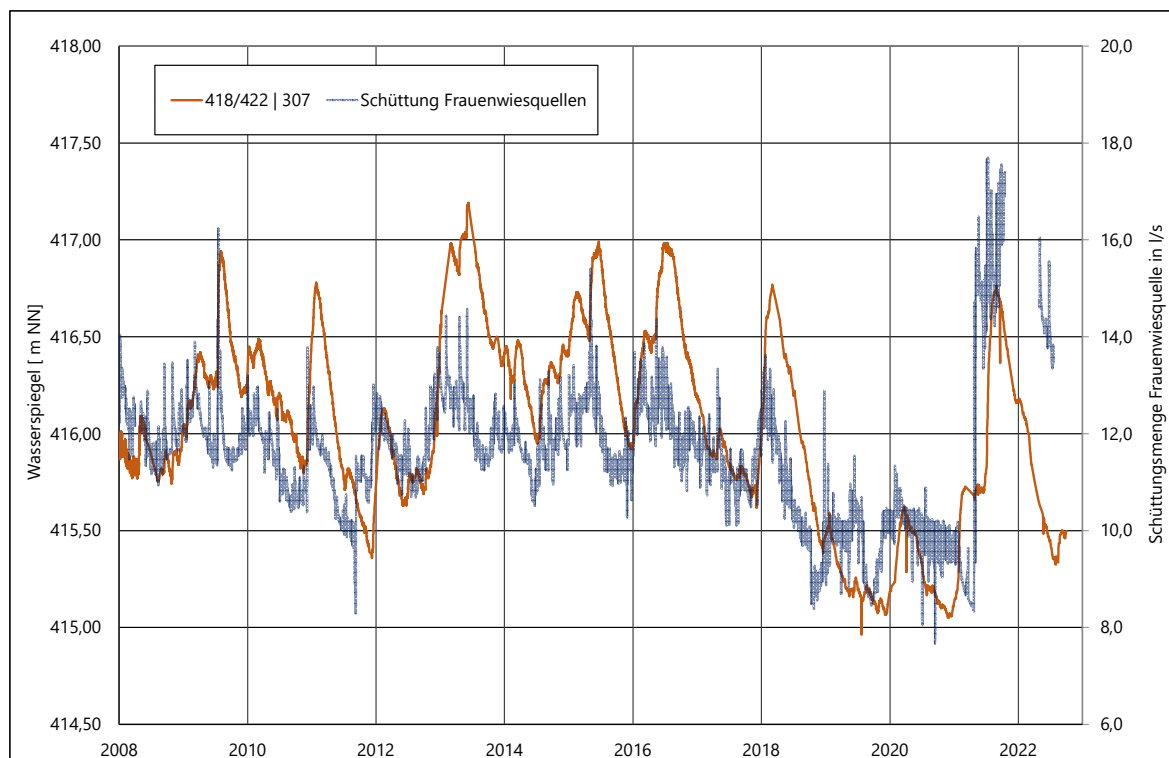


Abb. 2.14b Vergleich Schüttungsdaten „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegelmessungen GWM 418/422 im Zeitraum 2008 – 2022

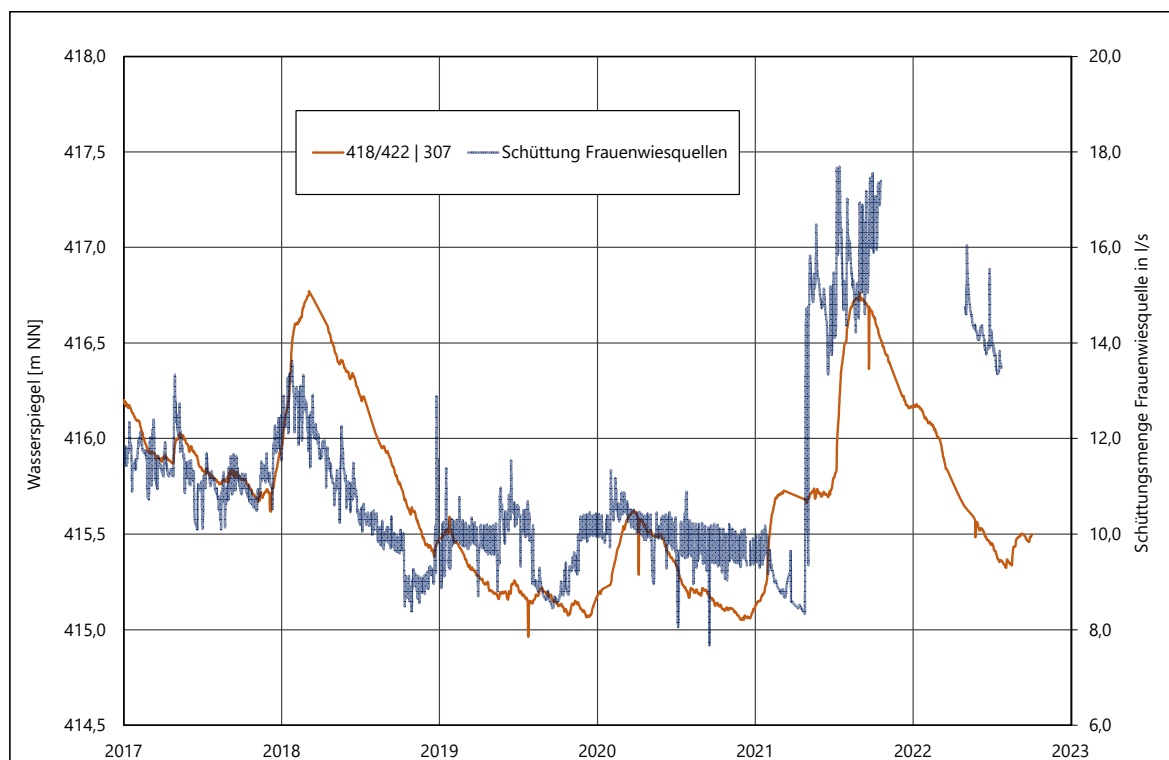


Abb. 2.14c Vergleich Schüttungsdaten „Frauenwiesquellen“ und Wasserspiegelmessungen GWM 418/422 im Zeitraum 2017 – 2022

Die Reinigungsmaßnahme in den Sickerleitungen der „Frauenwiesquellen“ Ende April 2021 führt zu einem sprunghaften Anstieg der Quellschüttung von knapp unter 10 l/s auf knapp 15 l/s – 19 l/s. Dieser Schüttungsanstieg wird durch eine Handmessung (Kübelmessung) im Sammelschacht der „Frauenwiesquellen“ am 05.05.2021 mit einer Quellschüttung von 14,7 l/s bestätigt (s. Abb. 2.12).

Die Aufzeichnungen der Schüttungsmesswerte von Ende Oktober 2021 bis April 2022 sind gestört und auf Ausfälle und Fehlmessungen der Messwerterfassungsanlage zurückzuführen. Ab April 2022 stehen wieder verlässliche Messwerte zur Verfügung.

Eine deutliche Reaktion auf die Erhöhung der Quellschüttung Ende April 2021 zeigen die Wasserspiegelhöhen in GWM 2076/422-0 (s. Abb. 2.12, 2.13a, 2.13b und 2.14a). In der Messstelle fällt der Wasserspiegel um ca. 0,75 m ab. In der Anfangsphase wird die Absenkung durch Niederschlagsereignisse im Mai – Juni 2021 teilweise noch kompensiert, aber ab Juli 2021 ist ein kontinuierlicher Absenkungstrend zu beobachten. Die Messstelle 2076/422-0 erschließt oberflächennahes Grundwasser im Stockwerk E/F; die Korrelation zwischen Schüttungserhöhung in den „Frauenwiesquellen“ und der Wasserspiegelabsenkung in GWM 2076/422-0 belegt eindeutig, dass die „Frauenwiesquellen“ einen Teil ihres Wassers in der unmittelbaren Umgebung aus dem oberflächennahen Stockwerk E/F beziehen. Die deutliche Reaktion der Messstelle 2076/422-0 auf die Reinigung der Quellschächte zeigt, dass der Grundwassernachfluss aus den lokalen Niederschlägen und dem Grundwasserleiter D nicht ausreicht, um den erhöhten Quellabfluss zu kompensieren.

Der Hauptanteil des im Bereich „Frauenwiesquellen“ austretenden Grundwassers (Quellschüttung und oberirdischer Abfluss über den Mangesser Bach: gesamt ca. 30 l/s – 40 l/s) kann aber nicht über das Einzugsgebiet des lokalen Stockwerk E/F abgedeckt werden. Ein beträchtlicher Anteil des Grundwassers entstammt dem Zustrom aus Stockwerk D aus dem Bereich des Nassabbaus. Dieses Grundwasser entwässert über hydraulische Verbindungen im Bereich der „Frauenwiesquellen“ und des Mangesser Bachs.

Die Wasserspiegelganglinie der GWM 418/422-0 (s. Abb. 2.13a, 2.13b, 2.14b und 2.14c) repräsentiert das Stockwerk D, welches ebenfalls die „Frauenwiesquellen“ speist. Die Trockenperiode 2018 – 2020 mit reduzierter Grundwasserneubildung zeichnet sich in beiden Grundwasserstockwerken deutlich ab.

Bewertung der Quellschüttung und Abschätzung des Einflusses der Nassauskiesung und Trockenperiode

In Abb. 2.14d wurde anhand der Ganglinie der Quellschüttung der Einfluss des Kiesnassabbaus Phase I und der Trockenperiode abgeschätzt.

Nach der Sanierung der Quellstränge im Jahre 2021 zeigte sich ein Anstieg der Schüttungsmenge, der nicht auf die Neubildung zurückzuführen ist.

Die Schüttungsmengen vor Beginn des Nassabbaus lagen im Mittel knapp über 12 l/s mit einem Schwankungsbereich von 4 l/s.

Nach Beginn des Nassabbaus im Jahre 2010 / 2011 reduzierte sich die Schüttung im Trend um ca. 0,45 l/s (Anfang 2012 – Ende 2017) mit Schwankungen von ca. 4 l/s. In der Trockenperiode 2018 – Ende 2020 reduzierte sich die mittlere Schüttung um knapp 2 l/s auf einen Mittelwert von 10 l/s. Im Jahre 2021 erhöhte sich die Schüttung um ca. 6 – 7 l/s wobei ca. 4 – 4,5 l/s auf die Sanierung der Quellstränge zurück zu führen sind. Der Rest von ca. 2 - 2,5 l/s wurde durch die Niederschläge 2021 verursacht. Die Mengenabschätzungen basieren auf der Trendanalyse zur Ermittlung der mittleren Schüttungsmenge, wobei die Schwankungsbereiche relativ groß sind und damit die genaue Mengenangabe unsicher ist.

Nach dieser überschlägigen Rechnung geht die Schüttung durch die Abbauphase (Nassauskiesung 2010 – 2020) um ca. 3 – 4 % zurück. Durch die Trockenperiode 2018- Anfang 2021 ist eine Reduzierung der Quellschüttung um ca. 15 % - 18 % zu beobachten, wobei im Nachhinein der Einfluss des technischen Zustandes vor der Quellsanierung im Zeitraum 2010 – 2020 nicht zu quantifizieren ist. Der Einfluss der Nassauskiesung ist anhand der Messdaten deutlich geringer als der Rückgang der Schüttung bei Trockenperioden bzw. Klimawandel.

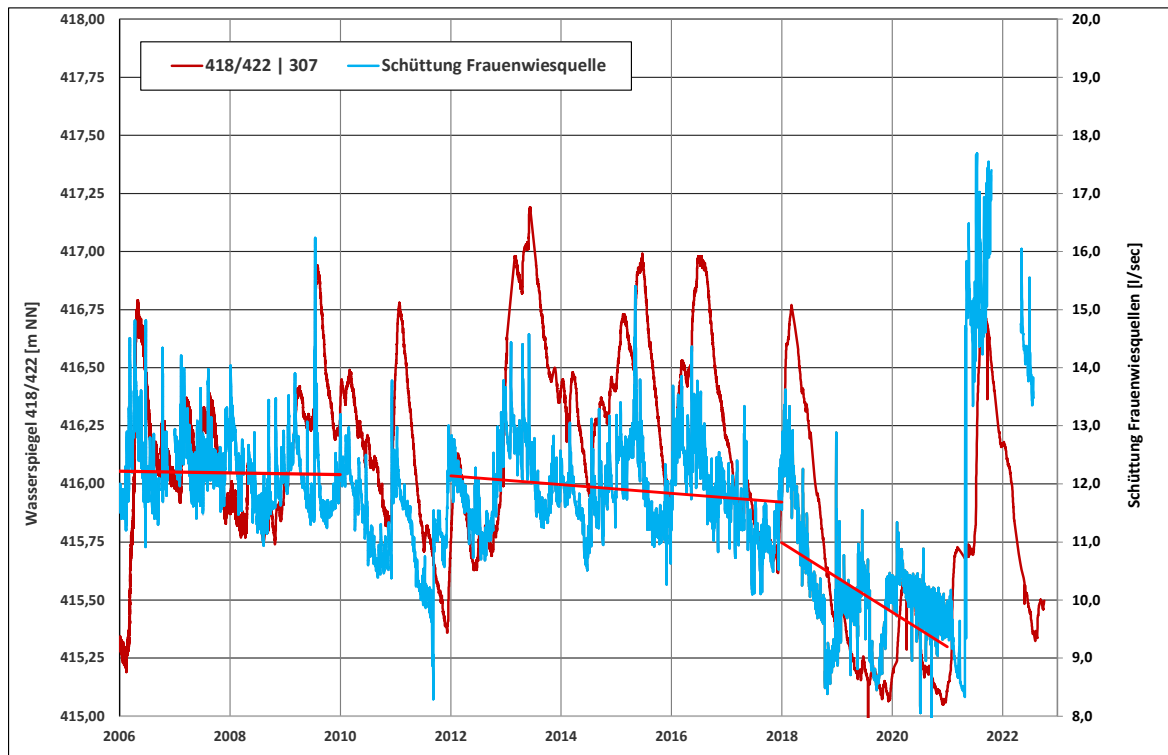


Abb. 2.14d Abschätzung des Einflusses auf die Schüttungsdaten „Frauenwiesquellen“ bedingt durch Nassauskiesung und Trockenperiode 2010 - 2020

Die Reinigungsmaßnahme der Sickerleitungen Ende April 2021 lässt die in den Jahren 2005 – 2017 gemessenen Schüttungen von durchschnittlich 11,9 l/s plötzlich auf 15 – knapp 18 l/s ansteigen.

Auch ältere Messdaten von 1996 – 2004 dokumentieren Schüttungsraten die zwischen 11 l/s und max. 15 l/s -16 l/s liegen. Damit konnte die Quellaustrittsrate durch die Reinigungsarbeiten doch sichtbar stimuliert werden.

2.6 Fazit der Nachuntersuchungen 2022 im Einzugsbereich der „Frauenwiesquellen“

Durch umfangreiche Zusatzuntersuchungen konnte die bisherigen Modellvorstellungen bzgl. Grundwasserfließverhältnisse und Grundwasserhaushalt im Einzugsgebiet der „Frauenwiesquellen“ bestätigt werden.

Korrelation GWM 418/422-0 und 155/418_0)

Das in GWM 155/422-0 gemessene Grundwasserdruckpotenzial korrespondiert nicht mit den durch GWM 418/422-0 vorgegebenen Druckspiegel im Zustrom zu den „Frauenwiesquellen“ im Stockwerk D, da ausbaubedingt ein Mischpotenzial in GWM 155/422-0 gemessen wird.

Aus hydrochemischer Sicht und auch auf Grundlage der kontinuierlichen Wasserspiegelmessungen sind keine nennenswerten Unterschiede zwischen GWM 155/422-0 und GWM 418/422-0 festzustellen, beide Messstellen erschließen ein vergleichbares Grundwassersystem.

Schüttungsmenge Frauenwiesquelle – Mangesser Bach

Die Prüfung der Schüttungsmessdaten der „Frauenwiesquellen“ anhand von Kübel-Kontrollmessungen, Messprotokollen der Messwerterfassung und dem Vergleich mit älteren Messaufzeichnungen bestätigt, dass unmittelbar nach Reinigung der Quellsickerstränge Ende April 2021 eine Erhöhung der Schüttungsrate von urspr. knapp 10 l/s auf 15 l/s , kurzfristig sogar auf 19 l/s zu verzeichnen ist. Das oberflächennahe Stockwerk E/F reagiert unmittelbar auf die Erhöhung der Schüttung durch absinkenden Wasserspiegel, während im Stockwerk D (GWM 418/422-0) keine Reaktion des Wasserspiegels feststellbar ist.

Die im Strömungsmodell berechneten Bilanzgrößen, die einen Abstrom aus dem Nassabbaugebiet von ca. 35 l/s (Zeitraum 1970 – 2022) im Stockwerk CD bzw. D zeigen, werden durch die Erkenntnisse bestätigt. Die Modellannahme einer Entwässerung der lokalen Grundwasserkomponente (Stockwerk E/F) und dem weiteren Einzugsgebiet aus dem Nassabbau Stadtwald Radolfzell (Stockwerk D) über Quellaustritte (ca. 9 l/s – 15 l/s im Zeitraum 1970 – 2021 vor Sanierung der Quellstränge) und diffuse Austritte in den Mangesser Bach (ca. 20 l/s - 25 l/s) ist weiterhin gültig.

2.7 Rohstoffgeologische Verhältnisse

Geröllpetrographie und Kornfraktion

Die abbaubaren Nutzsichten bestehen aus sandigen, teils steinigen Kiesen und z. T. kiesigen Sanden mit alpinem Geröllspektrum. Das Geröllspektrum einer repräsentativen Kiessand-Einzelprobe (LGRB 2014) aus dem CD-Horizont an der Fraktion 8 – 11,2 mm enthält 4,4 % Amphibolite; 1,3 % Dolomite; 12,7 % Gneise und Granite; 1,3 % Hornsteine; 43,1 % Kalksteine dunkel; 5,4 % Kalksteine hell; 2,0 % Nagelfluh; 0,3 % Porphyre angewittert; 4,4 % Quarze; 3,0 % Quarzite; 19,1 % kalkige Sandsteine und 3,0 % kalkfreie Sandsteine.

Die aus dem Horizont CD gewinnbaren Nutzsedimente bestehen aus ca. 20 % Sanden (0,063 – 2 mm) und zu knapp 72 % Kiesen, wobei die Grobkiesfraktion (16 – 63 mm) hiervon schon gut 43 % ausmacht. Die Steinfraktion (> 63 mm) liegt bei ca. 8 %, während die Feianteile (< 0,063 mm) keine bzw. nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Abbildungen 5.1 und 5.2 vermitteln einen Eindruck des Rohstoffvorkommens im Stockwerk CD im Bereich der geplanten Abbauerweiterung Phase II.

Mächtigkeit Rohstoffvorkommen

Die nutzbare Kiesmächtigkeit des Grundwasserstockwerks CD liegt innerhalb der geplanten Erweiterungsfläche zwischen 47 m bis über 56 m. Rechnet man die teilweise in der Fläche noch nicht abgebauten Vorkommen aus Stockwerk E hinzu (durchschnittlich ca. 8 m), erreicht man Rohstoff-Gesamtmächtigkeiten von 55 m bis über 64 m.

Mächtigkeit Abraum

Der Abraum besteht im Wesentlichen aus

- Zwischenschichtsedimenten zwischen den Stockwerken E und CD (matrix- und korngestützte Diamikte und Beckensedimente)
- Deckschichten (überwiegend Kiesverwitterungslehm mit humosem Oberboden)

Die in den Kieslagern eingeschalteten, mehrere Dezimeter bis mehrere Meter mächtige komponenten- und matrixgestützten Diamikte, welche Kies und Sand enthalten, werden bei der Nassausbaggerung miterfasst und durch Aufbereitung (Waschung) dem Wertschöpfungsprozess zugeführt.

Die größten Zwischenschicht-Mächtigkeiten wurden in den Bohrungen SWR 5/20 und SWR 5a/21 mit 25,35 m bzw. 19,30 m festgestellt. Innerhalb der sogenannten Zwischenschicht werden auch kiesig, sandige Sedimente bzw. kiesige Diamikte beobachtet, die als verwertbare Nutzsichten angesehen und ebenfalls der Gewinnung zugeführt werden können. Damit liegen die effektiven Abraummächtigkeiten bei den Zwischenschichtsedimenten in SWR 5/20 und SWR 5a/21 bei 17,05 m bzw. bei 15,55 m.

Verhältnis Abraum/Nuttschicht

Nachfolgend wird eine detaillierte Aufschlüsselung des Abraumes und der Nutzsichten auf Grundlage der Bohrerergebnisse zu SWR 2/20, SWR 3/21, SWR 4/10, SWR 5/20 und SWR 5a/21 vorgenommen (s. Tab. 3). Hierbei wird auch der Verwertbarkeit/Nutzung von Sedimentbereichen innerhalb der Zwischenschicht besondere Beachtung geschenkt. Die Zwischenschicht, die das Stockwerk E von dem tieferliegenden Stockwerk CD trennt, besteht vorwiegend aus nicht verwertbaren tonig-schluffigen, z. T. feinsandigen Beckensedimenten oder Moränensedimenten (matrixgestützte Diamikte) mit hohem Feinkornanteilen. Die gewonnenen Bohrkern zeigen allerdings Teilbereiche in der Zwischenschicht mit sandigen Kiesen, Sanden und stark kiesigen Moränensedimenten (korngestützte Diamikte), die aus rohstoffgeologischer Sicht durchaus nutzbar sind.

Die Tabelle 3 zeigt, dass ein günstiges Abraum / Nuttschicht - Verhältnis von ca. 1 : 6 vorliegt. Aber selbst im Bereich höherer Zwischenschichtmächtigkeiten (Bohraufschlüsse SWR 5/20 und SWR 5a/21) kann ein Verhältnis zwischen Abraum und Nuttschicht von 1 : 3 eingehalten werden.

Die Lage der in Tabelle 3 bewerteten Bohraufschlüsse kann der Abb. 2.15 entnommen werden.

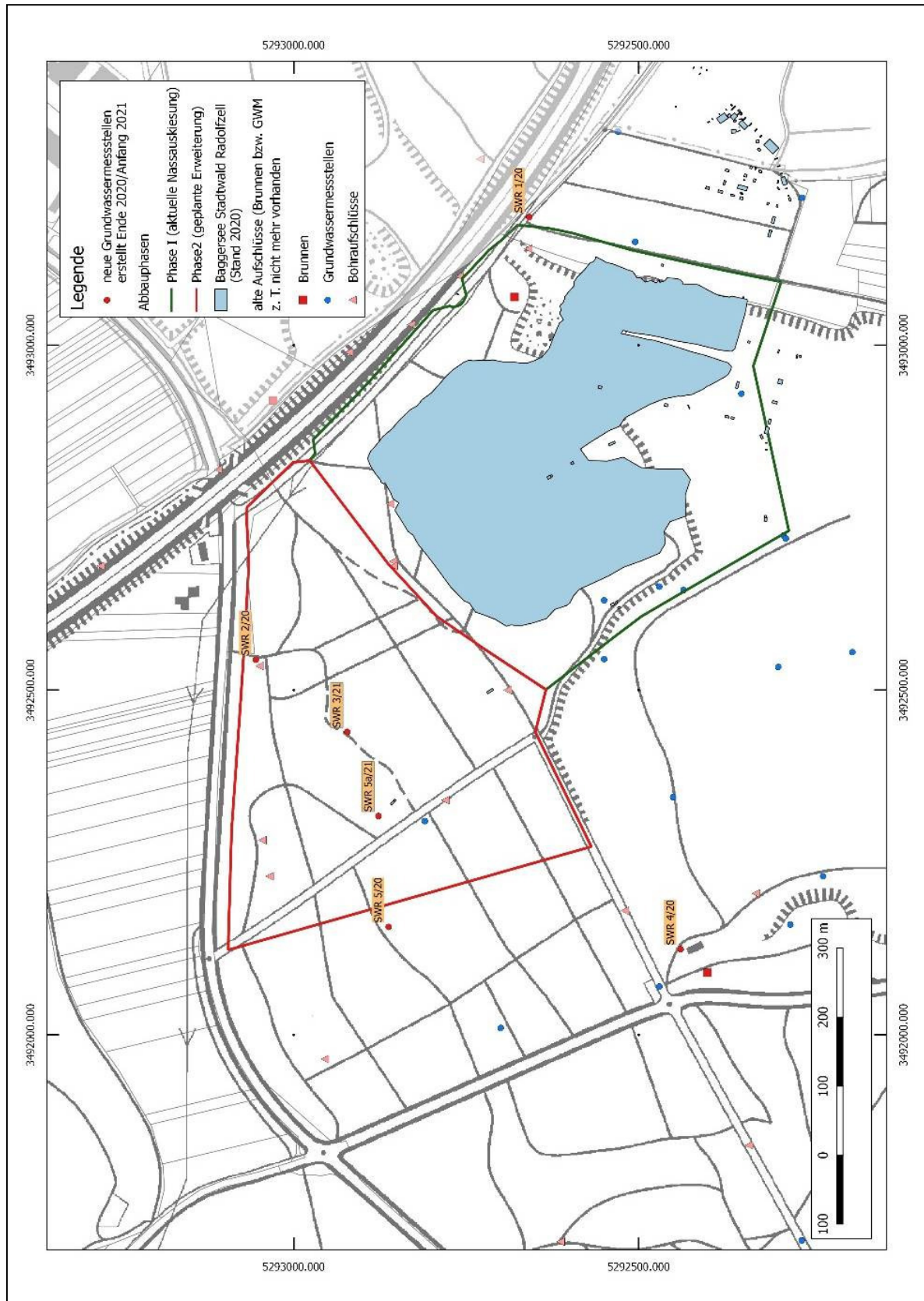


Abb. 2.15 Lage der Bohraufschlüsse

3. Abschätzung Auswirkungen der Abbauerweiterung, der Teilverfüllung See Phase I und des Klimawandels auf das Grundwasservorkommen

Im vorliegenden Kapitel werden die zu erwartenden Auswirkungen

- der Erweiterung des Nassabbaus Phase II
- die Teilverfüllung des Sees Phase I mit Waschschlamm aus dem Abbau Phase II
- der erwarteten Reduzierung der Grundwasserneubildung auf Grund des Klimawandels

mit Hilfe analytischer Methoden unter Verwendung von Messdaten (Grundwasserganglinien, Grundwasser-Stichtagsmessungen, Abschätzung Grundwasserabfluss nach DARCY) plausibilisiert.

In Kapitel 6 werden die oben aufgeführten Auswirkungen mit dem aktualisierten Grundwasserströmungsmodell (Stand 2021) durch Prognoseberechnungen untermauert.

3.1 Auswirkung der Erweiterung Nassabbau Phase II

Die Grundwasserdruckpotentialverteilung und damit das Fließverhalten im Grundwasser wird durch die flächige Freilegung von Grundwasser beim Nassabbau durch die sogenannte „Seespiegelkipfung“ beeinflusst. Durch die Einstellung eines horizontalen Seespiegels stellt sich der umgebende Grundwasserspiegel neu ein. Dies führt im Oberstrom des Baggersees zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels und im abstromigen Bereich kommt es zu einer Aufhöhung der Grundwasserstände. Die geplante Erweiterung des Nassabbaus in Phase II führt zu einer Verdoppelung der freigelegten Grundwasserfläche und damit auch zu einem stärkeren Effekt der Seespiegelkipfung. Die Grundwassergleichen am Stichtag 01.07.2021 (s. Abb. 2.5) deuten die Seespiegelkipfung um See Phase I bereits an. In der Abbildung 3.1 wird die Thematik „Seespiegelkipfung“ analytisch bzw. messtechnisch aufgearbeitet und in Form eines hydraulischen Schnittes über die Grundwassermessstellen dargestellt.

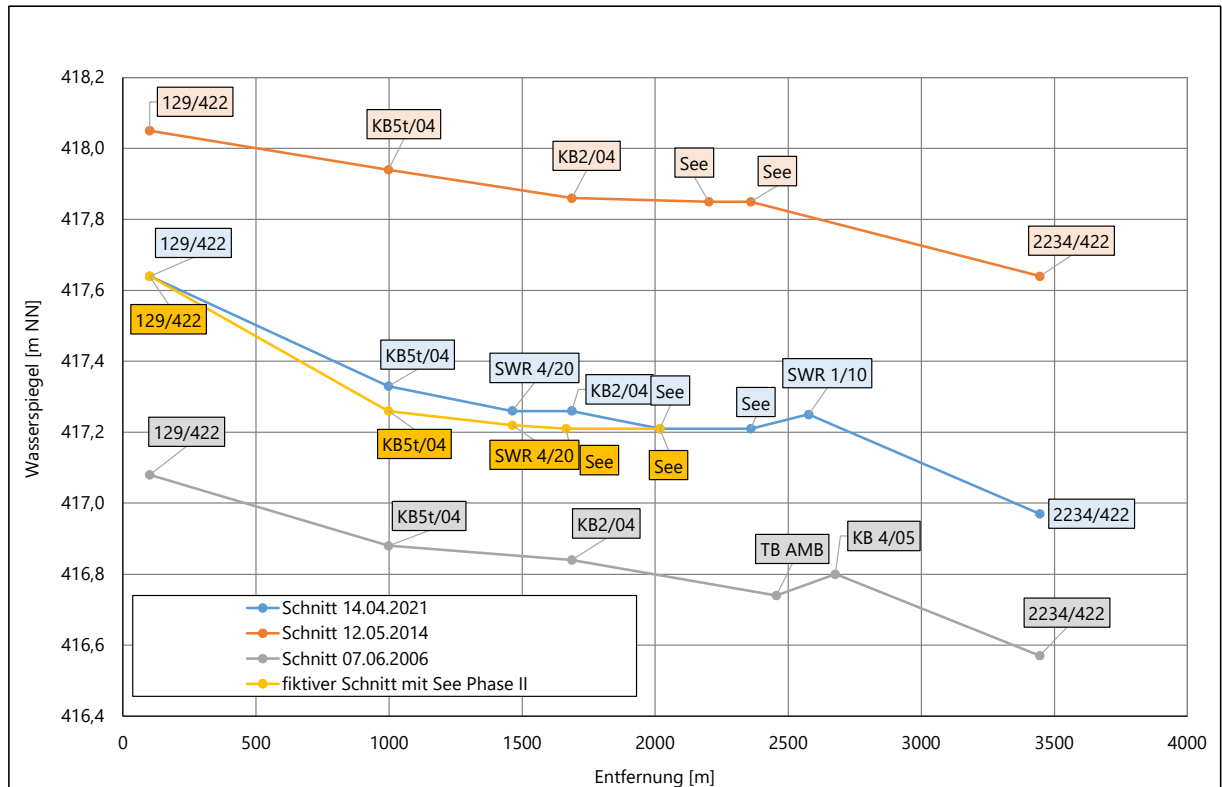


Abb. 3.1 Grundwasserpotenzialverläufe 2006 – 2021 entlang eines hydraulischen Schnittes durch den Stadtwald Radolfzell

Die Lage des hydraulischen Schnittes kann aus der Abb. 2.5 entnommen werden.

In Abbildung 3.1 sind die zu verschiedenen Zeitpunkten (2006 – 2014 – 2021) entlang einer Schnittlinie in Grundwassermessstellen und im See gemessenen Druckpotenziale aufgetragen und können so direkt miteinander verglichen werden. Die verschiedenen Zeitpunkte repräsentieren Grundwasser-Potenzialverhältnisse ohne Seeinfluss (2006) und bei verschiedenen Baggerseegrößen (Mai 2014 und April 2021). Zusätzlich wurde für den Stichtag 14.04.2021 eine fiktive Erweiterung des Nassabbaus Phase II konstruiert und die im Zustrom zu erwartende Seespiegelkipfung prognostiziert (s. gelbe Linie in Abb. 3.1).

Vernachlässigt man die Potenzialunterschiede zwischen den einzelnen Stichtagsmessungen, zeigen die Stichtage von 2006 (ohne See) und 2014 (begonnener See) bzgl. des hydraulischen Gefälles ein sehr ähnliches Verhalten. Da noch kein Baggersee angelegt (2006) bzw. noch nicht so ausgedehnt war (2014), macht sich die Seespiegelkipfung im Zustrom aus

Westen (Grundwasserscheide) nicht bzw. kaum bemerkbar. Der Stichtag im April 2021 mit einem bereits deutlich größeren Baggersee zeigt eine Verteilung des Gefälles ausgehend von der Grundwasserscheide im Westen. Bei Berücksichtigung der geplanten Erweiterung der Seeflächen in Phase II verschiebt sich das Seespiegelpotenzial weiter nach Westen und es ist eine nochmalige Zunahme des Gefälles zwischen Grundwasserscheide und dem zukünftigen See zu erwarten. Die Grundwasserscheide bleibt nach bisherigen Erkenntnissen jedoch erhalten und trennt weiterhin die Grundwassersysteme Stadtbereich Singen und Stadtwald Radolfzell hydraulisch voneinander. Eine Überprüfung erfolgt anhand der Modellberechnungen (Prognosen).

Eine merkbare Auswirkung der Seespiegelkipfung nach Westen zum Bereich der Grundwasserscheide ist nicht zu erwarten. Durch den vorhandenen Baggersee (Phase 1) ist eine Änderung der Seespiegelkipfung im südöstlichen Bereich durch die Phase 2 ebenfalls nicht zu erwarten.

3.2 Auswirkung der Teilverfüllung See Phase I

Zur Abschätzung und Bewertung des Einflusses einer Teilverfüllung im See Phase I wird die Fließgeschwindigkeit durch die Böschung des Sees bei unterschiedlichen Böschungswinkel betrachtet. In nachfolgender Betrachtung (s. Abb. 3.2) wird eine max. Verfüllhöhe im See Phase I von 405,00 m NN angenommen (WORST CASE Betrachtung – aktuell wird für die Phase II von einer Auffüllung bis 395,00 m NN ausgegangen). Die Basis des bestehenden Waschschlammbeckens liegt ebenfalls bei 405,00 m NN.

Nach Abschätzung des Grundwasserabstroms nach Süden mit ca. 25 – 35 l/s (Frauenwiesquelle, Mangesser Bach, Abstrom nach Süden) und des Querschnitts des Aquifers (nach DARCY), wird die mittlere Menge, die den Baggersee der Phase I nach Abschluss der Abbautätigkeit durchströmt, mit ca. 15 l/s angenommen.

Der Wasserspiegel liegt bei ca. 417,50 m NN \pm 0,50 m, entsprechend stehen bei einer Auffüllhöhe von 405,00 m NN und einer Böschungsneigung von 1 : 1 bzw. 1 : 2 im See Phase I durchflusswirksame Höhe der durchströmbaren Fläche zwischen Verfüllung und Basis Absetzbecken von ca. 24 m – max. 36 m zur Verfügung (s. rote Linie in Abb. 3.2). Bei einer Länge des Schlammbeckens von 225 m ergibt dies eine Durchströmungsfläche von ca. 5.400 m² bis max.

8.100 m². In Abb. 3.2 ist in einem schematischen Schnitt der Fließweg durch die verfügbare Durchströmungsfläche dargestellt.

Die berechnete Filtergeschwindigkeit gem. der Beziehung nach DARCY $v_f = Q/F$ ergibt bei Annahme einer Durchflussrate von 15 l/s (Status wenn Abbau abgeschlossen ist) und einer mittleren Durchströmungsfläche von ca. 6.750 m² einen Wert von $v_f = 2,22 \times 10^{-6}$ m/s. Die mittlere Grundwasserfließgeschwindigkeit nach DARCY ist bei den o. g. Randbedingungen mit ca. 0,19 m/Tag sehr gering. Setzt man ein durchflusssnutzbares Porenvolumen von $n_e = 20\%$ zugrunde, so ermittelt sich die Abstandsgeschwindigkeit mit $v_a = v_f/n_e = 1,11 \times 10^{-5}$ m/s bzw. 0,96 m/Tag.

Der Damm zwischen See und Absetzbecken ist im nördlichen Bereich durch Wacken aufgebaut, im südlichen Bereich besteht der Damm aus dem anstehenden Material. Damit ist die Durchlässigkeit des Damms gewährleistet. Eine Überprüfung der Böschung des Ostufers des Baggersees anhand der Seevermessung ergab für den Zeitpunkt 19.11.2020 eine Böschungsneigung von ca. 1:2.

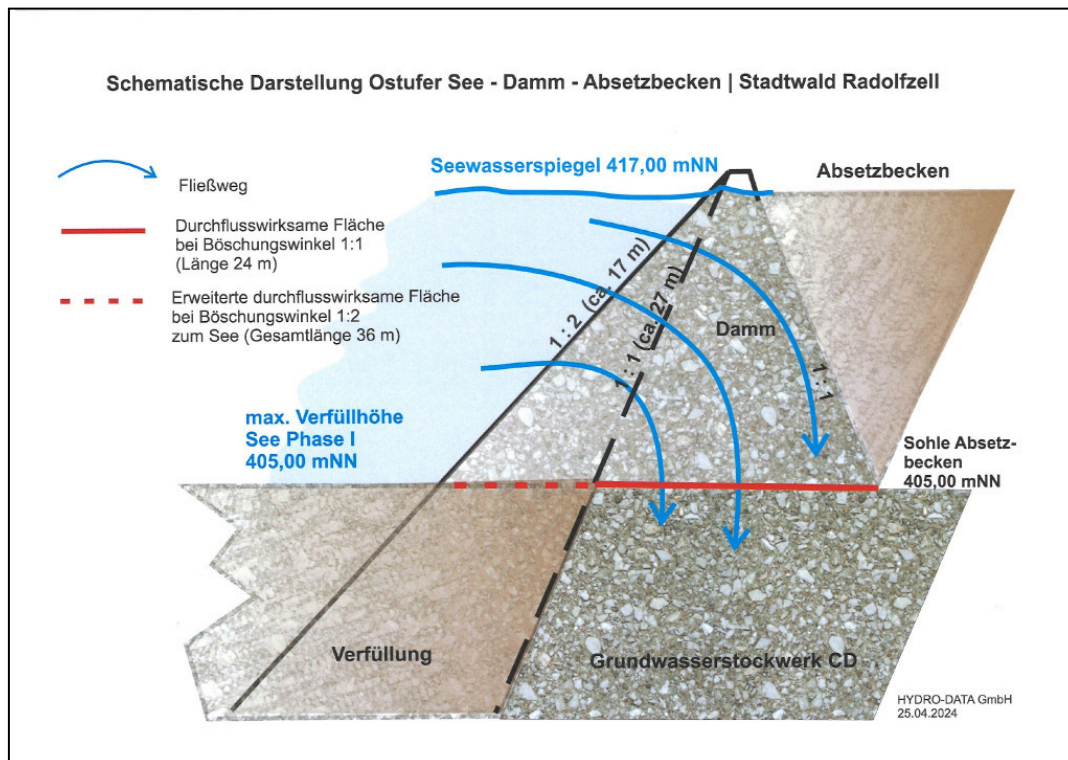


Abb. 3.2 Schematische Darstellung Ostufer See Phase I – Damm – Schlammbecken, Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell

Eine Beeinträchtigung der Grundwasserfließverhältnisse bei Teilverfüllung des See Phase I kann auf Grund dieser analytischen Betrachtungen nach DARCY ausgeschlossen werden. Eine Bestätigung dieser Aussage erfolgt mit Hilfe von Prognoseberechnungen mit dem numerisch-mathematischen Grundwasserströmungsmodell in Kapitel 5.

Bemerkung zur Auffüllhöhe:

Im Rahmen der Nassauskiesung Phase II soll der Waschschlamm in den See Phase I eingebracht werden. Die Abschätzung des notwendigen Verfüllvolumen ergab ca. 2,15 Mio. m³. Anhand der Seevermessung wurde die Dammhöhe (unter Wasser) zwischen See Phase I und See Phase II berechnet, die notwendig ist um ein Übertritt in den See Phase II zu verhindern. Diese Dammhöhe wurde mit 395 m NN berechnet.

In der Phase III kann der See Phase I dann bis auf ein Niveau von max. 405 m NN aufgefüllt werden, wie die oben durchgeführten Berechnungen zeigen.

3.3 Auswirkung Klimawandel

Grundwasserneubildung

Zur Einschätzung des zu beobachtenden und noch zu erwartenden Einflusses des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung stehen die Untersuchungen

- des Arbeitskreises KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Bayrisches Landesamt für Umwelt (BLfU), Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU), Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG); Heft 21 KLIWA-Berichte (Klimaveränderung und Wasserwirtschaft)
- vom Deutschen Wetterdienst (DWD) vom März 2017
- und eine Besprechungsgrundlage des LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bodenkunde) vom 07.04.2022 Dr. Armbruster zur „Methodik der Ermittlung des GW-Dargebots im Masterplan Wasserversorgung“

zur Verfügung.

KLIWA-Szenarien Rechnungen mit unterschiedlichen Datensätzen zeigen sehr uneinheitliche Ergebnisse für die zu erwartenden Grundwasserneubildungsraten in Baden-Württemberg für den Zeitraum 2020 - 2050:

- WETTREG2006 → nahezu gleichbleibend (+3% von 2021 – 2050)
- WETTREG2010 → deutlich weniger (- 22% von 2021 – 2050)

Da bei WETTREG (Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode) 2010 einige Anpassungen im Vergleich zu WETTREG2006 erfolgten, ist diesen Berechnungen eine höhere Wahrscheinlichkeit zuzuordnen.

Die Größenordnung von ca. 20% deckt sich auch mit den Ergebnissen der Besprechungsgrundlage des LGRB, die als Klimasignal einen vergleichbaren Änderungsfaktor der Grundwasserneubildung im Bodenseeraum für den Zeitraum bis 2050 beschreibt (Abb. 3.3). Dies entspricht einer jährlichen Reduzierung von 0,8%.

Die Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung für den Zeitraum des Nassabbaus Phase II von 2024 – 2039 erfolgt durch eine jährliche Reduzierung der Grundwasserneubildung um jeweils 0,8 % (s. o). Dies entspricht nach 15 Jahren einem Rückgang der Grundwasserneubildung um 12 %.

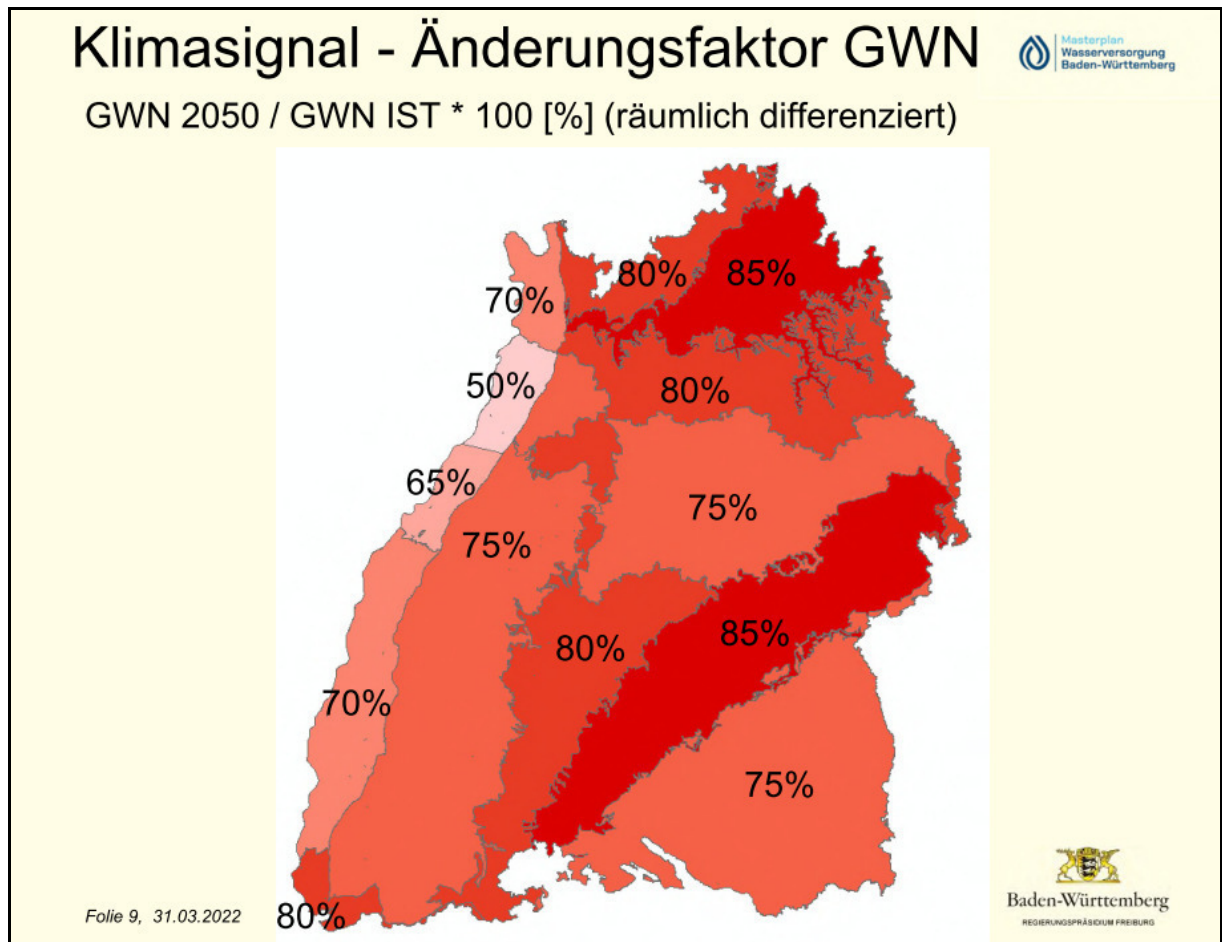


Abb. 3.3 Abbildung Seite 9 Handout Dienstbesprechung Grundwasserschutz und Wasserversorgung vom 07.04.2022

Verdunstung auf freier Wasseroberfläche

Die Höhe der Verdunstung einer Gewässeroberfläche wird neben den meteorologischen Bedingungen durch das thermische Verhalten des Wasserkörpers, welches u. a. von der Tiefe und der Windexposition des Gewässers abhängig ist, bestimmt.

Die jährliche Verdunstung von freien Wasserflächen liegt in Deutschland in der Größenordnung von 600 – 700 mm. Bislang ging man in Deutschland von einer ausgeglichenen Wasserbilanz im Jahresmittel im Bereich von offenen Wasserflächen aus, wobei die monatlichen Wasserbilanzen über das Jahr gesehen sehr stark variieren. Die erhöhte Verdunstung in den Sommermonaten wird in den Wintermonaten durch die Verringerung der Verdunstung und damit einhergehend mit einer erhöhten Neubildung

kompensiert. Bei starken und/oder langanhaltenden Niederschlägen wirken Baggerseen ohne oberirdischen Abfluss ähnlich wie Hochwasser-Rückhaltebecken und können so bei Hochwasserereignissen die Funktion eines Speichers bzw. einer Grundwasseranreicherung übernehmen und damit dem Erreichen eines hydrologischen Gleichgewichts dienen.

In den nachfolgenden Betrachtungen wird neben der bereits genannten Reduzierung der Grundwasserneubildung um 0,8 % pro Jahr im Zuge des Klimawandels zusätzlich eine Reduzierung der Neubildung durch zunehmende Verdunstungseffekte auf der Seefläche von ebenfalls 0,8 % pro Jahr postuliert.

Ausgehend von einer mittleren Grundwasserneubildung von 6,5 l/sec pro km² ergibt sich auf der Erweiterung der Neuauskiesungs-Seefläche eine jährliche Gesamtreduktion von 1,6 %. Dies entspricht bezogen auf die Seefläche von 0,2 km² einer Abnahme der Neubildung um 0,0208 l/s. Hochgerechnet auf 15 Jahre ist mit einer Verringerung der Neubildung im Bereich der Seefläche bedingt durch die nicht kompensierte Verdunstung und ausbleibender Neubildung von 0,312 l/s zu rechnen. Diese Betrachtung ist als „Worst Case-Szenarium“ einzustufen, da die Verdunstungsbetrachtung von Anfang an von einer 100 % - igen Seefläche ausgeht, diese sich aber erst im Laufe der 15 Abbaujahre langsam entwickelt.

Nachfolgende Betrachtungen vergleichen die aktuelle und reduzierte Grundwasserneubildung über die Gesamtneubildungsfläche von ca. 6 km² nach 15 Jahren incl. Berücksichtigung einer zusätzlichen Reduzierung der Neubildung durch Verdunstung auf der neu entstehenden Seefläche:

Fläche	Neubildung	Neubildung bezogen auf Fläche
Gesamtneubildungs- fläche 6 km ²	aktuell 6,5 l/s pro km ²	39,0 l/s
Gesamtneubildungs- fläche 6 km ²	reduziert um 0,8 % nach 1 Jahr (6,448 l/s pro km ²)	38,7 l/s
Gesamtneubildungs- fläche 6 km ²	reduziert um 12 % nach 15 Jahren (5,72 l/s pro km ²)	34,3 l/s
Seefläche Phase II 0,2 km ²	reduziert um zusätzliche Verdunstung 0,8 % nach 1 Jahr	0,0104 l/s
Seefläche Phase II 0,2 km ²	reduziert um zusätzliche Verdunstung 12 % nach 15 Jahren	0,156 l/s

Fazit – Betrachtung Verdunstung der Seefläche See Phase II:

Der im Zuge des Klimawandels prognostizierte zusätzliche Verdunstungsverlust aus dem neuen Baggersee Phase II entspricht einer Reduzierung der aktuellen Grundwasserneubildung von 0,027 % pro Jahr. Nach 15 Jahren summiert sich der Verlust auf 0,40 % auf. Damit liegen die Verdunstungsverlusten deutlich unterhalb der natürlichen Schwankungen der Neubildungsmengen und führen zu einer nicht messbaren Reduzierung der Schüttungsraten der Frauenwiesquelle.

4. Abschätzung Einfluss Erweiterung Nassabbau auf die öffentliche Trinkwasserversorgung

4.1 Brunnengruppe Münchried

Grundlagen

Für die Bewertung eines möglichen Einflusses der geplanten Abbauerweiterung Phase II im Stadtwald Radolfzell auf die Brunnengruppe Münchried stehen folgende Quellen zur Verfügung:

- Hydrogeologisches Abschlussgutachten zur Abgrenzung eines Wasserschutzgebietes für die „Brunnengruppe Münchried“ (Tiefbrunnen IV, VI und VII) der Stadtwerke Singen vom 11.10.2006, LGRB Freiburg, Az. 4763.1//06 11912 Bf/Geh
- Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen; diverse Berichte, Erstellung eines Grundwasserströmungsmodells und Modellaktualisierungen (1993 – 2022)

Ergebnisse

Der Abgrenzungsvorschlag aus dem o. g. Hydrogeologischen Abschlussgutachten des GLA Freiburg vom 11.10.2006 wurde vom Betreiber der Fassungsanlage nicht in ein rechtskräftiges Wasserschutzgebiet umgesetzt. Aus fachlicher Sicht wird für die Beurteilung eines möglichen Einflusses der geplanten Abbauerweiterung auf die Brunnengruppe Münchried der fachtechnische Abgrenzungsvorschlag des LGRB Freiburg vom 11.10.2006 zu Grunde gelegt. Zusammenfassend können aus den o. g. Quellen folgenden Kernaussagen festgehalten werden:

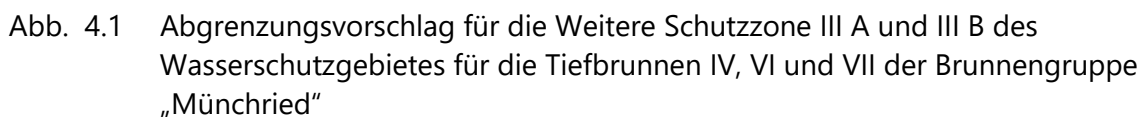
- Die drei Tiefbrunnen IV, VI und VII erschließen das tiefe Grundwasservorkommen im Stockwerk CD innerhalb des westlichen Teils des „Singener Beckens“
- Der horizontale Hauptzufluss im Grundwasserleiter C und D kommt überwiegend aus dem Kernstadtbereich von Singen, wo die Neubildung teilweise durch die hydraulischen Fenster erfolgt. Zusätzlich erfolgt die Neubildung an der Basis des Grundwasserkörpers aus dem Karst;

- Das Grundwasserdargebot setzt sich somit aus Anteilen aus der lokalen Neubildung im „Singener Becken“ und einem ergiebigen Zustrom aus dem tief liegenden Oberjura-Karstzirkulationssystem;
- Das Einzugsgebiet der Tiefbrunnen umfasst das Verbreitungsgebiet der Stockwerke C und D mit den hydraulischen Fenstern CD und DE im Stadtgebiet Singen bis zur östlichen Trennstromlinie (Grundwasserscheide östlich Constellium) sowie das dazugehörige oberirdische Einzugsgebiet.

Bewertung

Eine hydraulische Verbindung zwischen dem Bereich der geplanten Erweiterung Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II und der Brunnengruppe Münchried besteht nicht; das Abbaugebiet liegt nicht im Einzugsgebiet der drei Brunnen. Auswirkungen des Nassabbaus auf die Brunnen sind auszuschließen.

Der fachtechnische Abgrenzungsvorschlag für ein Wasserschutzgebiet für die Brunnengruppe Münchried kann der untenstehenden Abbildung 4.1 entnommen werden. Die Weitere Schutzzone III B reicht nach Nordosten bis an die Grundwasserscheide im Gewann „Hart“ zwischen Stadtbereich Singen und dem Bereich Stadtwald Radolfzell mit dem bestehenden Abbau Phase I und der geplanten Erweiterung des Nassabbaus in Phase II.



4.2 Tiefbrunnen Überlingen am Ried

Grundlagen

Für die Bewertung eines möglichen Einflusses der geplanten Abbauerweiterung Phase II im Stadtwald Radolfzell auf die Brunnen in Überlingen am Ried stehen folgende Quellen zur Verfügung:

- Hydrogeologisches Abschlussgutachten zur Neuabgrenzung eines Wasserschutzgebietes für die Trinkwasserfassung „Tiefbrunnen Überlingen I und II“ des Zweckverbandes Wasserversorgung Überlingen am Ried; Gutachten LGRB Freiburg vom 23.12.1999, Az. 1212.02/95-4763 Bf/SC
- Überprüfung des Wasserschutzgebietes der Tiefbrunnen Überlingen am Ried, Hydrogeologische Untersuchungen 1997 – 1998, Bericht HYDRO-DATA vom 01.05.1998
- Überprüfung des Wasserschutzgebietes der Tiefbrunnen Überlingen am Ried, Hydrogeologische Untersuchungen, Nachfolgeuntersuchungen 1998, Bericht HYDRO-DATA vom 07.10.1998

Ergebnisse

Im Zeitraum 1997/1998 wurden im Zuge der Schaffung einer ausreichenden Datengrundlage für die Neuausweisung des Wasserschutzgebietes für die Tiefbrunnen Überlingen am Ried umfangreiche Untersuchungen durchgeführt (s. o.). Zielsetzung der Untersuchungen waren u. a. die Erkundung eines aus Norden kommenden Grundwasserzustromes im tieferen Stockwerk CD und die Ermittlung des Einzugsgebietes für die beiden Tiefbrunnen.

Es wurden u.a. 8 Bohraufschlüsse, umfangreiche hydrochemische und isotonhydrologische Untersuchungen, hydraulische Tests mit begleitenden Wasserspiegelmessungen, Markierungsversuche, Abflussmessungen sowie geophysikalische Bohrlochmessungen in ausgewählten Messstellen durchgeführt. Detailinformation zu den genannten Untersuchungen bieten die o. g. Quellen.

Zusammenfassend können folgenden Kernaussagen festgehalten werden:

- Die beiden Tiefbrunnen „Überlingen am Ried“ erschließen sandige Kiese auf dem Höhenniveau der Grundwasserstockwerke E und D im Überlinger Becken, welches ein Zweigbecken des Singener Beckenkomplexes darstellt.
- Das Überlinger Becken ist räumlich eng begrenzt (ca. 4 ha) und enthält bis zu 45 mächtige Schotter (sandige Kiese).
- Ein Grundwasserzufluss im tieferen Stockwerk aus nördlicher Richtung (aus Richtung Nassabbau Stadtwald Radolfzell) konnte nicht nachgewiesen werden.
- Die Tiefbrunnen werden überwiegend aus Westen (Stockwerke E und D) und untergeordnet aus Norden (Stockwerk E oberflächennah) angeströmt.
- Der natürliche Abstrom aus dem Becken erfolgt nach Osten und Süden ins Überlinger Ried.
- Das Einzugsgebiet der Tiefbrunnen umfasst das Verbreitungsgebiet des Aquifers E im näheren Umfeld von Überlingen (lokaler Niederschlag) sowie dessen oberirdisches Einzugsgebiet. Weiterhin gehören die zum Singener Beckenkomplex überleitende Rinnenstruktur westlich Überlingen und der Ostteil des „Singener Beckens“ zum Einzugsgebiet

Bewertung

Eine hydraulische Verbindung zwischen dem Bereich der geplanten Erweiterung Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II und den Brunnen Überlingen am Ried besteht nicht; das Abbaugelände liegt nicht im Einzugsgebiet der beiden Brunnen. Auswirkungen des Nassabbaus auf die Brunnen sind auszuschließen.

Das rechtskräftige Wasserschutzgebiet für die Brunnen Überlingen am Ried kann der Abbildung 4.2 entnommen werden. Die weitere Schutzzone III B reicht nach Norden bis max. zur B 34 und umfasst den DVGW-Richtlinien zufolge grundsätzlich das gesamte Einzugsgebiet.

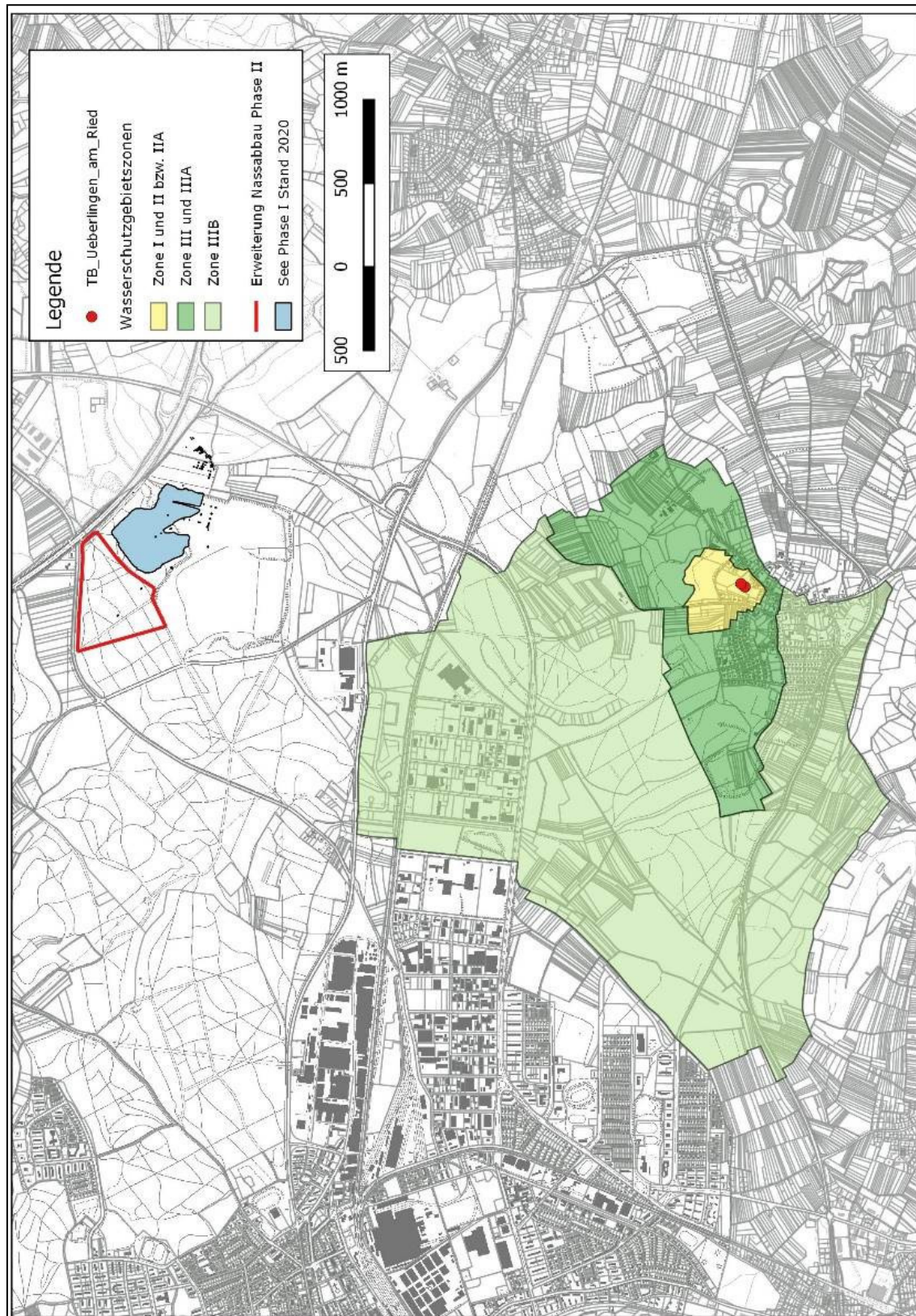


Abb. 4.2 Rechtskräftiges Wasserschutzgebietes für die Tiefbrunnen Überlingen am Ried I und II

4.3 Tiefbrunnen Rielasingen-Worblingen

Grundlagen

Für die Bewertung eines möglichen Einflusses der geplanten Abbauerweiterung Phase II im Stadtwald Radolfzell auf die Tiefbrunnen Rielasingen stehen folgende Quellen zur Verfügung:

- Hydrogeologisches Abschlussgutachten zur Abgrenzung eines Wasserschutzgebietes für die Trinkwasserfassungen Tiefbrunnen I und II der Gemeinde Rielasingen-Worblingen, Ortsteil Rielasingen; Gutachten GLA Freiburg vom 12.01.1998, Az. 2889.01/96-4763 Bau/Be
- Hydrogeologische Untersuchungen im Zuge der Wasserschutzgebietsüberprüfung für die Tiefbrunnen I und II der Gemeinde Rielasingen, Bericht Hydro-Data vom 01.04.1994
- Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen; diverse Berichte, Erstellung eines Grundwasserströmungsmodells und Modellaktualisierungen (1993 – 2022)

Ergebnisse

Der Abgrenzungsvorschlag aus dem o. g. Hydrogeologischen Abschlussgutachten des GLA Freiburg vom 12.01.1998 wurde vom Betreiber der Fassungsanlage nicht in ein rechtskräftiges Wasserschutzgebiet umgesetzt. Aus fachlicher Sicht wird für die Beurteilung eines möglichen Einflusses der geplanten Abbauerweiterung auf die Tiefbrunnen Rielasingen I und II der fachtechnische Abgrenzungsvorschlag des GLA Freiburg vom 12.01.1998 zu Grunde gelegt.

Zusammenfassend können aus den o. g. Quellen folgenden Kernaussagen festgehalten werden:

- Die beiden Tiefbrunnen „Rielasingen TB I und TB II“ erschließen Grundwasser der großräumig im „Singener Becken“ vorkommenden Grundwasserstockwerke E, D und C.
- Hydrochemische und isotopenhydrologische Untersuchungen wiesen nach, dass die beiden Tiefbrunnen Rielasingen zu überwiegenden Anteilen Grundwasserzuflüsse aus dem Stockwerk CD erhalten.

- Das Einzugsgebiet der Tiefbrunnen umfasst das Verbreitungsgebiet der Grundwasserleiter E, D und C im „Singener Becken“ sowie deren oberirdische Einzugsgebiete. Die Grundwasserscheide im Bereich „Hart“ östlich von Singen bildet die nordöstliche Begrenzung des Einzugsgebietes und somit auch der Weiteren Schutzzone III B.
- Das fachtechnisch abgegrenzte Wasserschutzgebiet überschneidet sich mit dem Wasserschutzgebiet der Brunnen der Stadt Singen (Brunnengruppe Münchried) und grenzt an das Wasserschutzgebiet der Brunnen im Singener Ortsteil Überlingen am Ried.

Bewertung

Eine hydraulische Verbindung zwischen dem Bereich der geplanten Erweiterung Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II und den Brunnen TB I und II Rielasingen besteht nicht; das Abbaugebiet liegt nicht im Einzugsgebiet der beiden Brunnen. Auswirkungen des Nassabbaus auf die Brunnen sind auszuschließen.

Der fachtechnische Abgrenzungsvorschlag für ein Wasserschutzgebiet für die Brunnen TB I und II Rielasingen kann der Abbildung 4.1 (Kap. 4.1; Brunnengruppe Münchried) entnommen werden. Die Weitere Schutzzone III B reicht nach Nordosten bis an die Grundwasserscheide im Gewinn „Hart“ zwischen Stadtbereich Singen und dem Bereich Stadtwald Radolfzell mit dem bestehenden Abbau Phase I und der geplanten Erweiterung des Nassabbaus in Phase II.

4.4 Frauenwiesquellen

Grundlagen

Für die Bewertung eines möglichen Einflusses der geplanten Abbauerweiterung Phase II im Stadtwald Radolfzell auf die Frauenwiesquellen stehen folgende Quellen zur Verfügung:

- Hydrogeologisches Abschlussgutachten zur Abgrenzung eines Wasserschutzgebietes für die „Frauenwiesquellen“ der Stadt Radolfzell; Gutachten LGRB Freiburg vom 18.05.2004, Az. 1358.04/91-4763
- Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen; diverse Berichte, Erstellung eines Grundwasserströmungsmodells und Modellaktualisierungen (1993 – 2022)

Ergebnisse

Der Abgrenzungsvorschlag aus dem o. g. Hydrogeologischen Abschlussgutachten des LGRB Freiburg vom 18.05.2004 wurde mit der Rechtsverordnung vom 09.12.2009 rechtskräftig umgesetzt (s. Abb. 1). Zusammenfassend können folgenden Kernaussagen festgehalten werden:

- Bei den „Frauenwiesquellen“ handelt es sich um 4 durch Sickerleitungen verbundene Quellschächte, die Grundwasser im oberflächennahen Grundwasserstockwerk E/F im Ursprungsbereich des Mangesser Bachs erschließen.
- Die Quellschüttung beträgt ca. 9 – 15 l/s (aus den 4 o. g. Quellschächten). Die „Frauenwiesquellen“ erschließen nur einen Teil des verfügbaren Grundwasserdargebotes, ein weiterer Teil wird über den Mangesser Bach (ca. 20 – 25 l/s) abgeführt.
- Mehrere Grundwasserleiter tragen zur Quellschüttung bei. Das Gesamteinzugsgebiet umfasst sowohl das Teileinzugsgebiet der lokal gebildeten Grundwasserkomponente (Verbreitungsgebiet des oberflächennahe Grundwasserleiters E/F in westliche Richtung) als auch das Verbreitungsgebiet des überdeckten, tiefen Grundwasserleiters D bzw. CD, von dem aus Grundwasser zur Quelfassung fließt. Damit gehört auch der östliche Teil des „Singener Beckens“ mit dem CDE-Fenster „Hart“ zum Einzugsgebiet der „Frauenwiesquellen“.

Bewertung

Der bestehende Nassabbau Phase I und die geplante Erweiterung Phase II liegen im Einzugsgebiet (WSG-Zone III B) der „Frauenwiesquellen“.

Die rechtskräftigen Schutzzonen für das Wasserschutzgebiet der „Frauenwiesquellen“ kann der nachstehenden Abbildung 4.3 entnommen werden. Die Weitere Schutzzone III B reicht nach Norden bis auf die Höhe zum Friedinger Schloß und beinhaltet damit auch die geplante Nassabbau-Erweiterung der Phase II.

Im Arbeitsblatt W 101 des DVGW wird der Gewinnung von Rohstoffen und sonstigen Abgrabungen mit Freilegung des Grundwassers in der Schutzzone III A auf Grund der Entfernung der grundwasserüberdeckenden Schichten ein sehr hohes Gefährdungspotenzial, in der Schutzzone III B ein hohes Gefährdungspotenzial zugeordnet. Dies bedeutet allerdings nicht, dass eine andere Nutzung wie die Gewinnung von Trinkwasser in Schutzzone III B auszuschließen ist.

In der Schutzzone III B ist eine Kies- und Sandgewinnung im Einzelfall möglich, wenn für den Grundwasserschutz sehr günstige hydrogeologische, chemische, physikalische, biologische und hydraulische Rahmenbedingungen vorliegen und erhöhte Anforderungen an den Abbau eingehalten werden.

Eine Einzelfallprüfung wurde bereits für die Nassabbauphase I durchgeführt. Durch umfangreiche hydrogeologische, hydrochemische, limnologische Untersuchungen und Prognoseberechnungen mit Hilfe eines numerisch-mathematischen Grundwasserströmungsmodells konnte der Nachweis erbracht werden, dass keine Gefährdung der „Frauenwiesquellen“ durch die Kiesgewinnung zu besorgen ist. Unterstützend werden zusätzlich Anforderungen während des Betriebes und ein aufwändiges Grund- und Seewasser-Monitoringprogramm im Sinne des Grundwasserschutzes eingehalten. Auch das Konzept der Nachfolgenutzung/Rekultivierung wurde im Zuge der Einzelfallprüfung berücksichtigt.

Das seit Beginn des Nassabbaus (2009) durchgeführte Monitoringprogramm im Stadtwald Radolfzell zeigt, dass sich die Grundwassergüte im Bereich der Frauenwiesquellen nicht verändert hat. Die im Vorfeld der Genehmigung des

Nassabbaus Phase I berechneten Prognosen, die keine Gefährdung der Quellen anzeigten, haben sich bestätigt.

Nach Aktualisierung des Grundwasserströmungsmodells in 2022 wurden Prognoseberechnungen mit Berücksichtigung der geplanten Nassauskiesung in Phase II durchgeführt (s. Kap. 5). Dabei wurden die Themenbereiche wie Seespiegelkipfung, Teilverfüllung See Phase I, Auswirkungen auf die Grundwasserscheide zum Stadtgebiet Singen, auf die Frauenwiesquelle und der Einfluss eines Klimawandels behandelt.

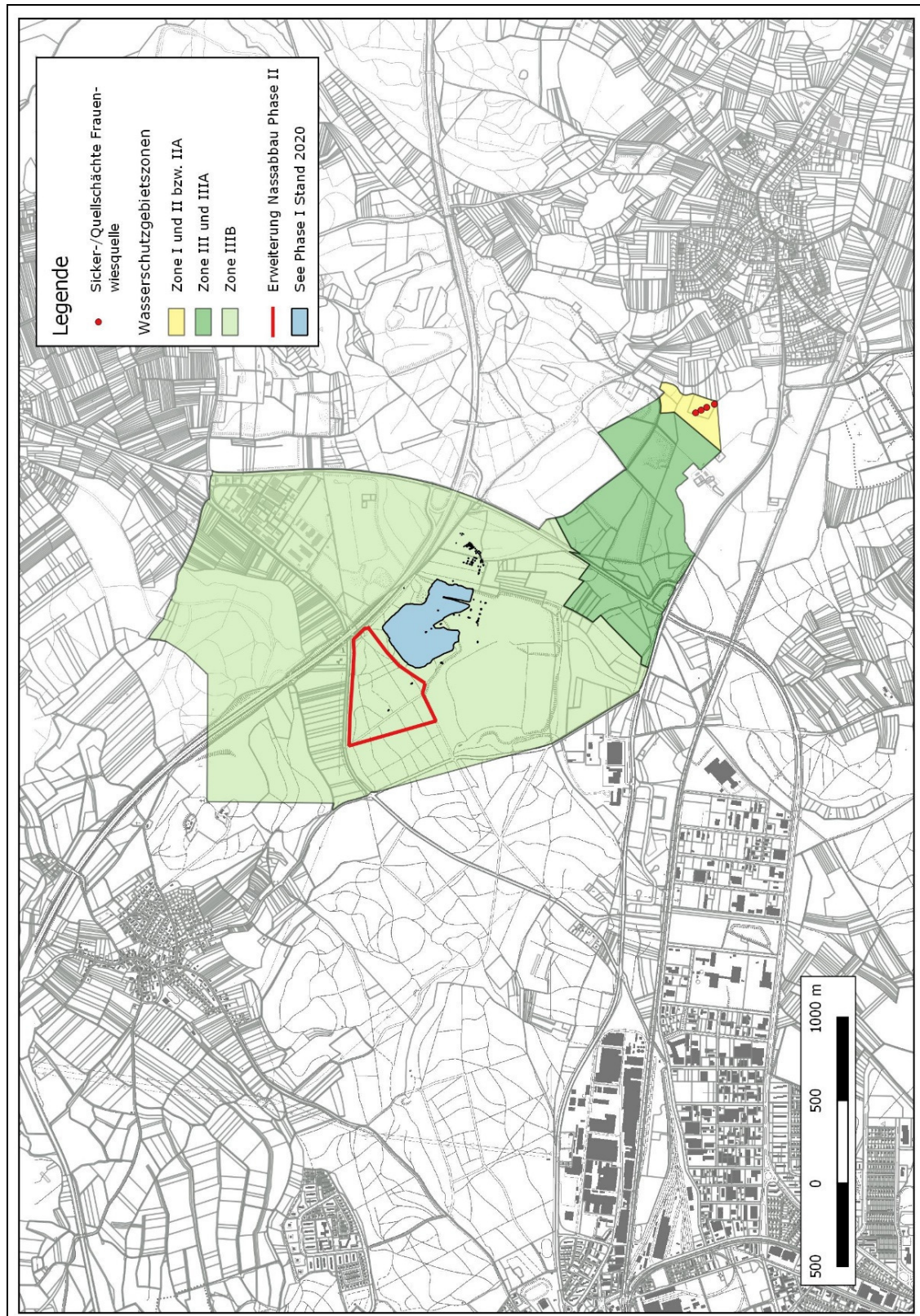


Abb. 4.3 Rechtskräftiges Wasserschutzgebiet „Frauenwiesquellen“

5. Grundwasserströmungsmodell und Prognoseberechnungen

Das numerische Grundwasserströmungsmodell „Singener Becken“ wurde 1996 vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (ehemals Geologisches Landesamt) als Grundlage für ein Grundwasserbewirtschaftungskonzept (Trinkwassergewinnung, Brauchwasserentnahme) erstellt. In den folgenden Jahren wurde das Modell durch die Fa. HYDRO-DATA im Rahmen verschiedener Untersuchungsprojekte (Kiesabbau Stadtwald Radolfzell, PSM Singen, Baumaßnahmen) aktualisiert. Der letzte Stand vor der Aktualisierung 2022 („Grundwassermodell Singen Modellaktualisierung 2022“. HYDRO-DATA, 30.11.2022) erfolgte im Jahre 2015 ebenfalls im Auftrag der Stadtwerke Singen

5.1 Modellaktualisierung und Kalibrierung

5.1.1 Modellaktualisierung – Aufbau und Parameter

Zur Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse (Grundwasserleiter und Zwischenschichten) ist das Modellgebiet insgesamt in 10 Schichten (Layers) unterteilt, die durch 11 Schichtgrenzen (Slices) definiert werden.

Slice 1	Topographie	
Slice 2	Basis Ek (kiesiger Grundwasserleiter E)	Layer 1
Slice 3	Basis Es (sandiger Grundwasserleiter E)	Layer 2
Slice 4	<i>Zwischenfläche Basis Es - Basis d/e1</i>	Layer 3
Slice 5	Basis d/e2 (Zwischenhorizont, trennt GWL E von D)	Layer 4
Slice 6	<i>Zwischenfläche Basis d/e - Basis D1</i>	Layer 5
Slice 7	Basis D (Grundwasserleiter D2)	Layer 6
Slice 8	<i>Zwischenfläche Basis D2 - Basis c/d1</i>	Layer 7
Slice 9	Basis c/d2 (Zwischenhorizont, trennt GWL D von C)	Layer 8
Slice 10	<i>Zwischenfläche Basis c/d2 – Basis C1</i>	Layer 9
Slice 11	Basis C2 (Grundwasserleiter C)	Layer 10

Die Fläche des Modellgebietes von ca. 26,5 km² ist in einer Ebene (Layer) in insgesamt 28.744 Dreieckselemente mit 14.583 Knoten unterteilt.

Bei 10 Schichten (Layers) ergeben sich insgesamt 287.440 Prismenelemente mit 160.413 Knoten. Die Abbildung 5.1 zeigt den Aufbau des Modellgitters (Mesh).

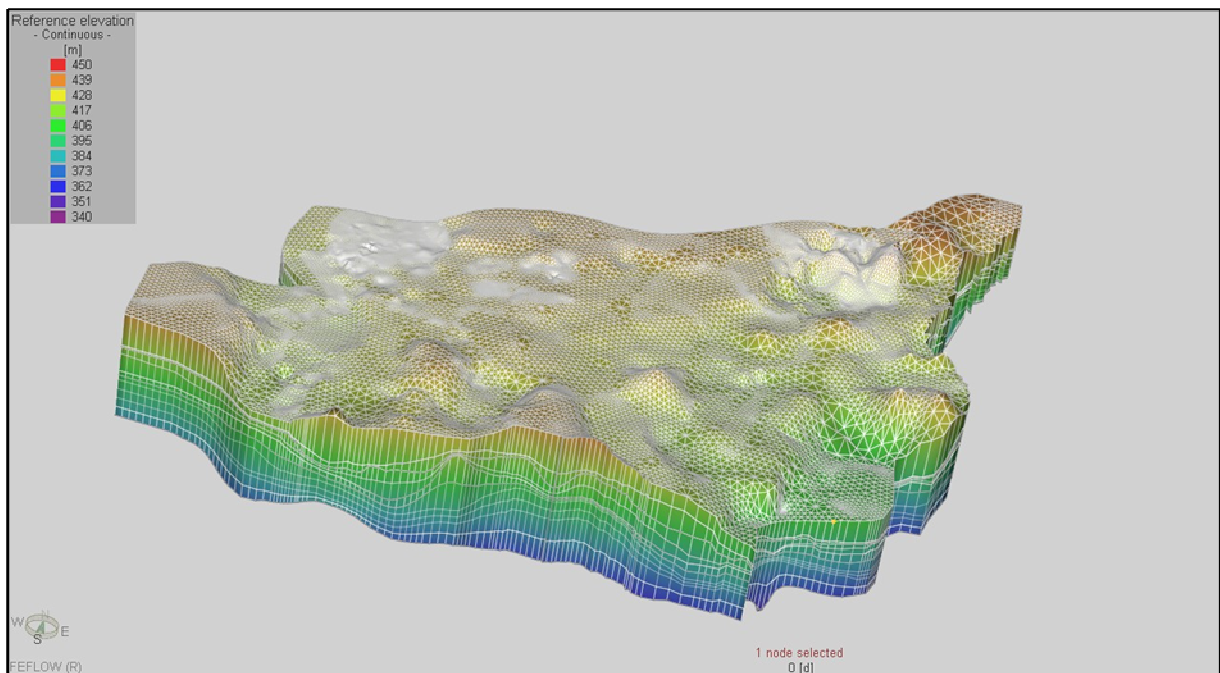


Abb. 5.1 Unterteilung des Modellgebietes in Elemente (Dreiecke), Schichten (Layer) und Schichtgrenzen (Slices)

Die Aktualisierung des Grundwasserströmungsmodells 2022 umfasste sowohl die Randbedingungen als auch die hydraulischen Parameter.

Randbedingungen

Die Randbedingungen des Grundwassermodells werden beschrieben durch

- Entnahmen (Trinkwasserbrunnen, Brauchwasserbrunnen)
- Oberflächengewässer (In- und Exfiltration Radolfzeller Aach)
- Randzu- und Abströme (Gottmadinger Rinne, Frauenwiesquelle, Überlinger Ried, Rielasingen)
- Drainagen (Haselmoosbecken)
- Grundwasserneubildung durch Niederschläge.

In der Tabelle 5.1 sind die Zu- und Abströme entsprechend den Grundwasserstockwerken zusammengestellt.

Tab. 5.1 Zu- und Abströme Grundwasserstockwerke

	Zustrom	Abstrom
Horizont E	Grundwasserneubildung, Aach (Infiltration)	Rielasingen, Überlingen a.R, Ringdrainage Haselmoosbecken, Ach (Exfiltration), Fensterbereiche DE, CDE Abwehrbrunnen Constellium; Entnahme Br. Rielasingen und Überlingen/Ried
Horizont D	Fensterbereiche aus GWL E	Bereich Frauenwiesquelle und Mangesser Bach
Horizont C	Tertiär (Karstwasser), Gottmadinger Rinne Fensterbereiche Zustrom aus D bzw. E	Trinkwasserbrunnen (Singen / Rielasingen_Worb.), Brauchwasserbrunnen MAGGI, Fondium, Constellium, Gottmadinger Rinne

Bem.: Der Zu-/Abstrom in die Gottmadinger Rinne ist abhängig vom Grundwasserstand (Druckpotential im Stockwerk C- Es ist sowohl ein Zustrom als auch ein Abstrom möglich)

Die Abbildung 5.2 gibt eine Übersicht über die Zu- und Abströme, die die Grundwasserhaushaltsbilanz im „Singener Becken“ bestimmen.

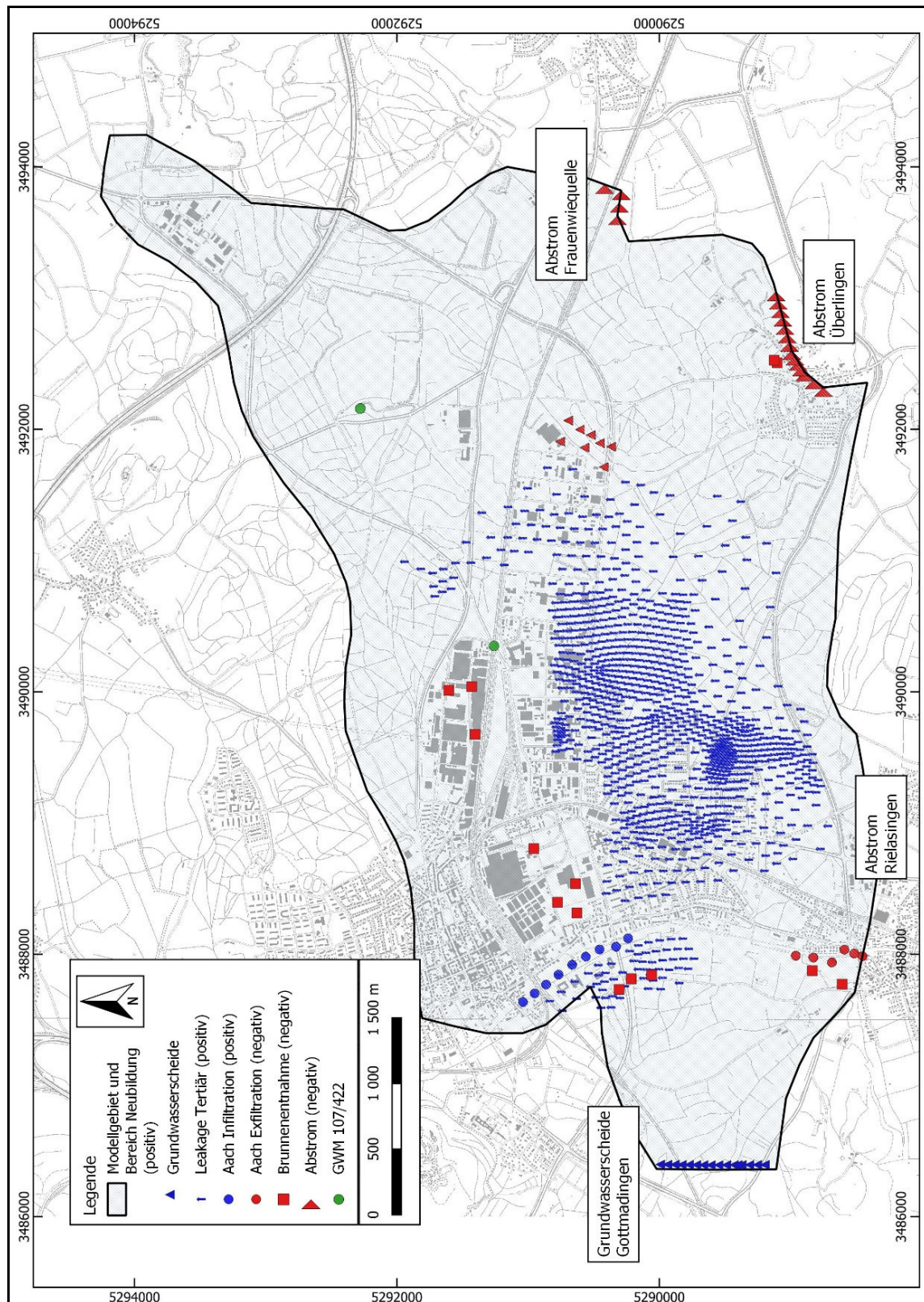


Abb. 5.2 Lageplan der Zu- und Abströme (Grundwasserhaushaltsbilanz) im „Singener Becken“ mit Berücksichtigung des Karstzuflusses

Hydraulische Parameter

Neben den Randbedingungen beeinflussen die hydraulischen Parameter (kf-Wert, Speicherkoeffizient), die Mächtigkeiten der Grundwasserleiter bzw. Grundwassernichtleiter (Zwischenhorizonte) und die Bereiche, in denen die Grundwasserleiter zum Teil miteinander verbunden sind (hydraulische Fenster) die Fließverhältnisse.

Das Grundwasserströmungsmodell 2022 berücksichtigt die neuen Erkenntnisse der seit 2015 abgeteufte Bohrungen/Messstellen. Insgesamt sind das 61 Bohrungen, von denen 55 Bohrungen im Bereich des Stadtgebietes und 6 Bohrungen im Bereich Stadtwald Radolfzell (s.o.) abgeteuft wurden. Auf der Grundlage der neuen und der älteren Bohrungen erfolgte eine Überarbeitung der Tiefenlage der Grundwasserleiter und Zwischenhorizonte und der Ausbreitung der hydraulischen Fenster (Abb. 5.3 und Abb. 5.4).

Das aktualisierte Grundwasserströmungsmodell (Aufbau, Randbedingungen und Parameter) und die Nachkalibrierung (instationär) berücksichtigt auch den Nassabbau der Phase I im Stadtwald (Abb. 5.5). Die Entwicklung des Nassabbaus (Seefläche) stützt sich auf Luftbildaufnahmen (09/2009, 03/2011, 08/2012) und Vermessungen (12/2014, 10/2015, 12/2016, 11/2017, 09/2020).

In den Jahren 2015, 2017 und 2020 erfolgten Seevermessungen zur Bestimmung der Seetiefe.

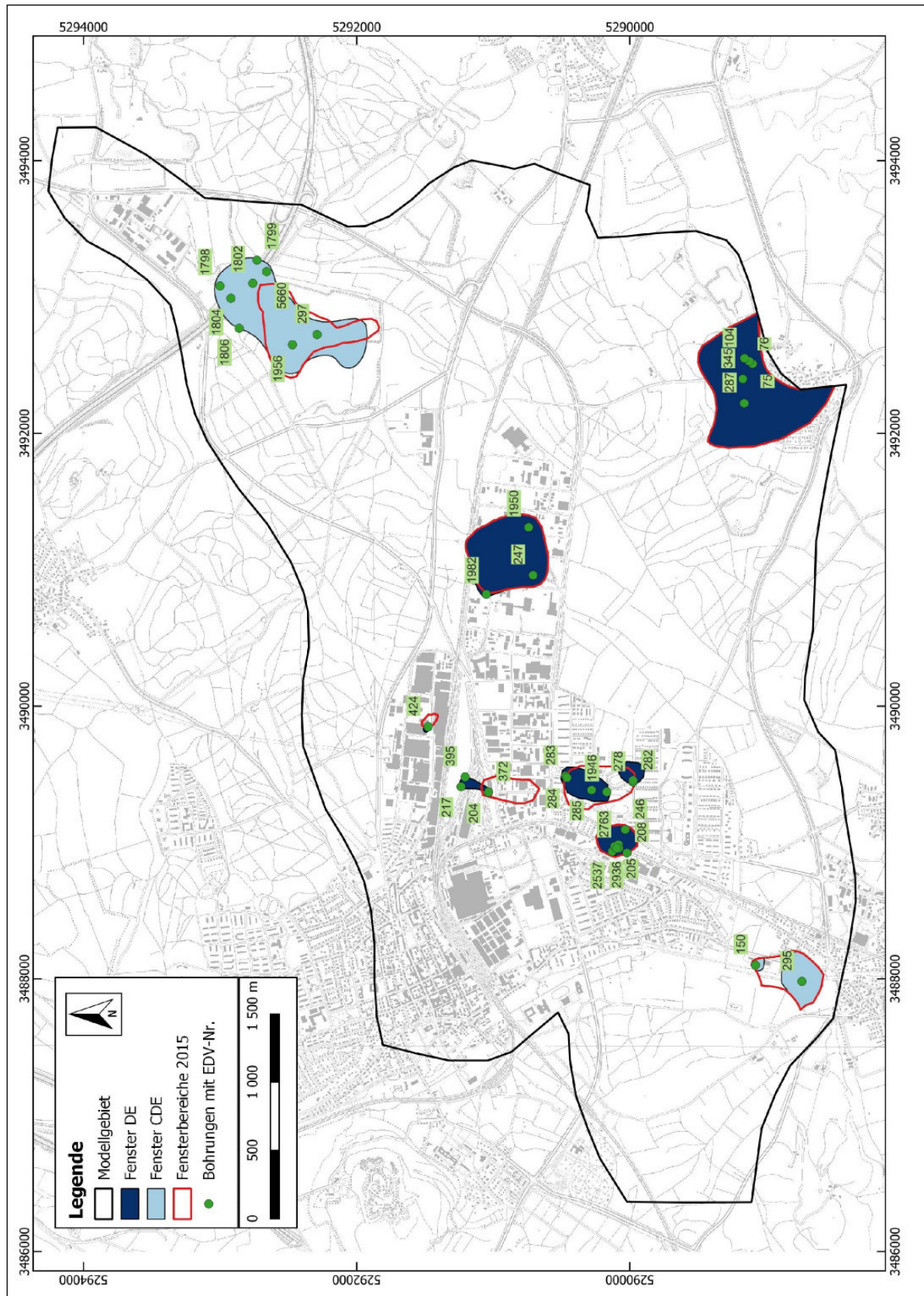


Abb. 5.3 Hydraulische Fenster DE im Modellgebiet Singener Becken

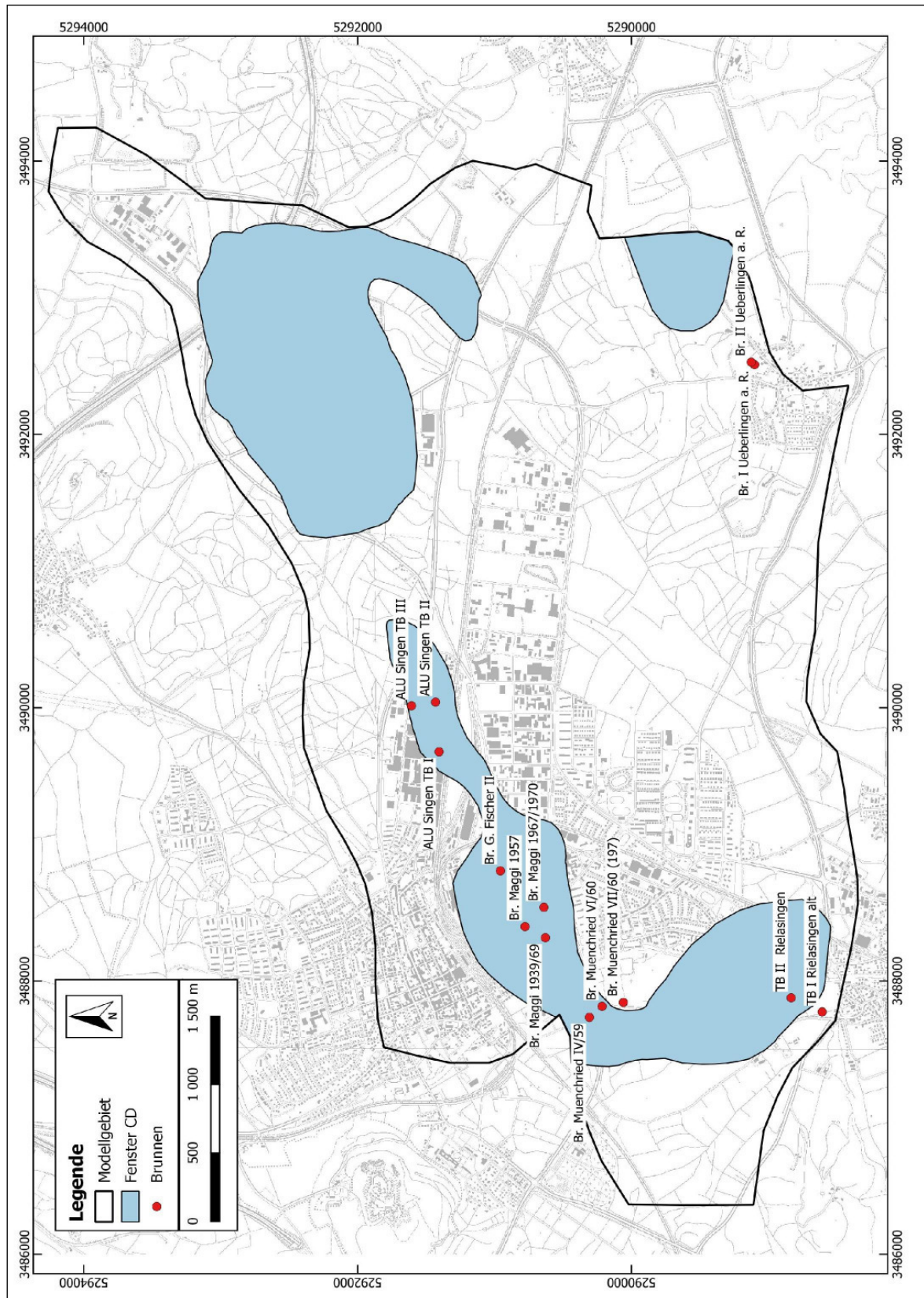


Abb. 5.4 Hydraulische Fenster CD im Modellgebiet Singener Becken

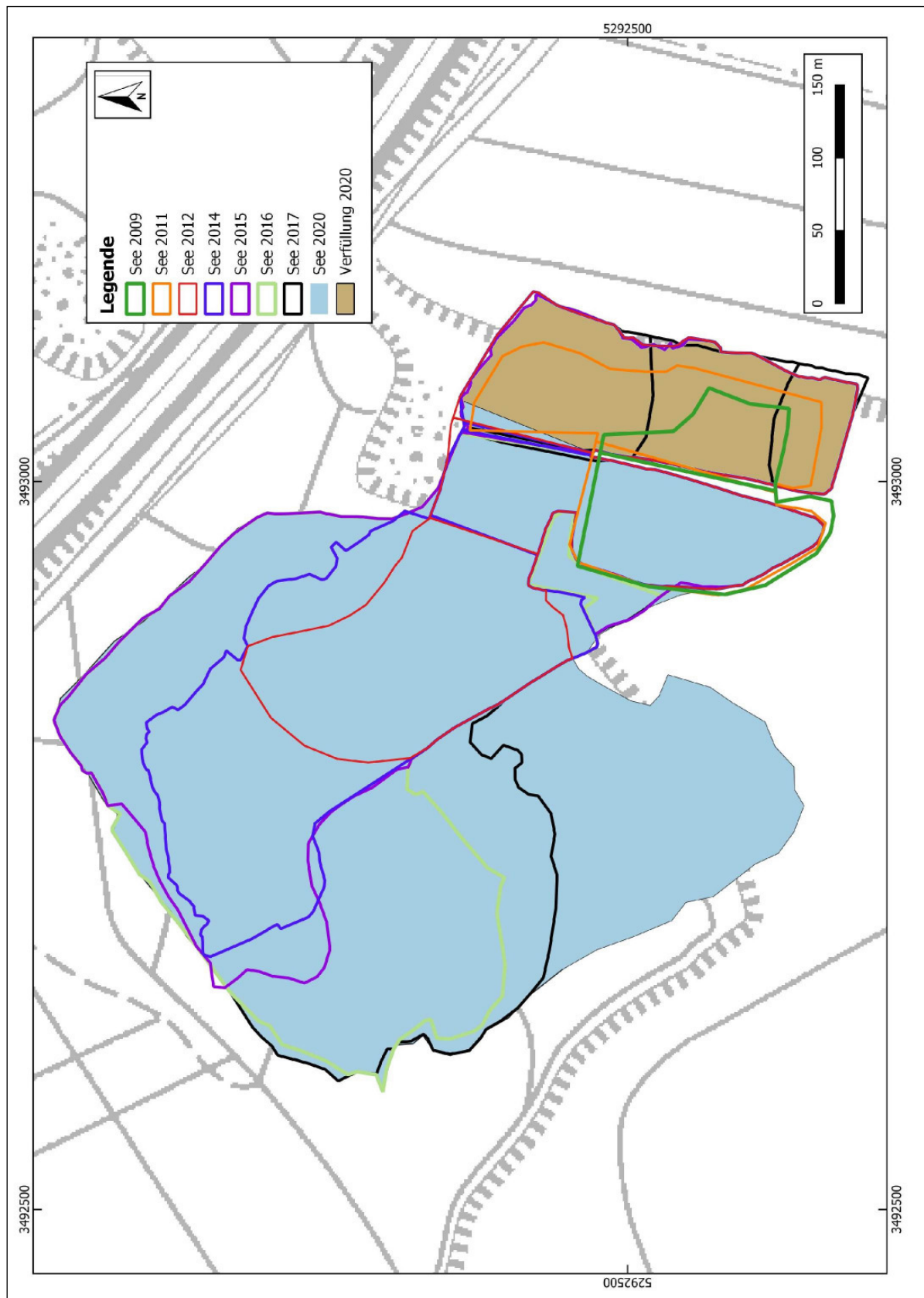


Abb. 5.5 Entwicklung See Nassabbau Phase I 2009 - 2020

5.1.2 Modellkalibrierung - Nachkalibrierung

Die Nachkalibrierung des Grundwasserströmungsmodells erfolgt durch die Anpassung der berechneten an die gemessenen Wasserspiegelhöhen für ausgewählte Messstellen bzw. Messstellen, für die Wasserspiegelmessungen vorliegen. Die Anpassung der Berechnungen des Strömungsmodells an die gemessenen Grundwasserverhältnisse (Kalibrierung) erfolgte über den Zeitraum von 1970 – 2022 (instationäre Berechnung).

Im Rahmen der Nachkalibrierung werden die Parameter aktualisiert und regionalisiert. Die Informationsdichte der hydraulischen Parameter und die Beschreibung der Randbedingungen sind zum Teil sehr unterschiedlich.

Mit der instationären Kalibrierung konnte eine gute Anpassung der berechneten an die gemessenen Grundwasserhöhen erzielt werden. Die Abbildung 5.6 zeigt als Beispiel den Vergleich für die GWM KB5t/04 (2251/422), für die Messdaten seit 2005 vorliegen. (Zeitdauer der Kalibrierung 18 Jahre)

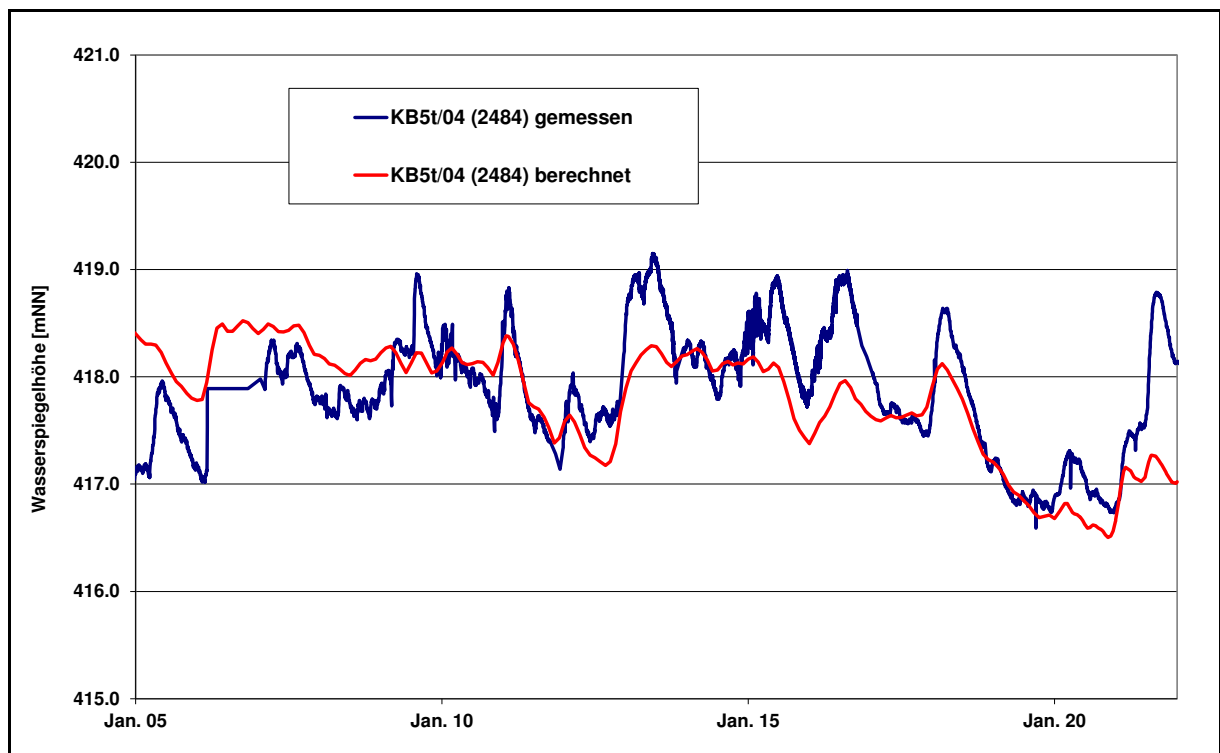


Abb. 5.6 Instationäre Kalibrierung: Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserstände in der GWM KB5t/04 (2251/422) im Bereich Stadtwald Radolfzell

Neben dem Vergleich der berechneten und gemessenen Wasserspiegelhöhen dient auch die Berechnung der Grundwasserhaushaltsbilanz zur Überprüfung der Qualität des Strömungsmodells. Die berechneten Bilanzglieder müssen ebenfalls mit gemessenen bzw. abgeschätzten plausiblen Werten vergleichbar sein.

Den einzelnen Bilanzgliedern des Grundwasserhaushaltes liegen die Randbedingungen zugrunde, die zum Teil direkt im Strömungsmodell berücksichtigt werden (Entnahme durch Brunnen), durch andere Quellen vorgegeben werden (Grundwasserneubildung durch LUBW) oder sich aus Grundwasserständen im Modell bzw. an den Modellrändern berechnen (Zustrom Tertiär, Drainagen, Abstrom Rielasingen, Abstrom Überlingen, Abstrom Frauenwiesquelle).

In der Tabelle 5.2 sind die durchschnittlichen Bilanzglieder für den Zeitraum 1970 – 2022 und den Zeitraum 2005 – 2022 zusammengestellt.

Die Bilanzen wurden mit Hilfe des numerischen Grundwassermodells berechnet.

Tab. 5.2 Vergleich der gemittelten Grundwasserhaushaltsbilanzen für die Zeiträume 1970 – 2022 und 2005 - 2020

		1970 – 2022	2005 - 2022
Positive Bilanzglieder	Grundwasserneubildung	192,82 l/s	170,70 l/s
	Infiltration Aach Nord	14,02 l/s	13,91 l/s
	Zustrom Tertiär (Karst)	35,70 l/s	31,43 l/s
	Zustrom Gottmadingen	4,35 l/s	„09 l/s
Summe		246,89 l/s	216,13 l/s
Negative. Bilanzglieder	Entnahme Brunnen	146,63 l/s	115,68 l/s
	Exfiltration Aach Süd	10,31 l/s	8,57 l/s
	Abstrom Rielasingen	19,38 l/s	30,94 l/s
	Abstrom Überlingen	21,65 l/s	24,49 l/s
	Abstrom Frauenwiesquelle	35,16 l/s	31,93 l/s

	Abstrom Gottmadingen	1,70 l/s	1,52 l/s
	Drainage Haselmoosbecken	13,77 l/s	11,40 l/s
Summe		248,60 l/s	224,53 l/s

Eine Differenz zwischen der Summe der positiven und negativen Bilanzglieder für den Betrachtungszeitraum ist auf den Zustrom aus dem Porenvolumen des Grundwasserleiters (Absenkung des Grundwasserspiegels) bzw. die Auffüllung des Porenvolumens (Anstieg des Grundwasserspiegels) zurückzuführen (Speicherkapazität).

Für den Zeitraum 2005 -2022 wird dem System im Mittel mehr entnommen, als zufließt.

Detailbetrachtung Grundwasserabstrom aus dem östlichen Singener Becken nach Südosten (Böhringer Kiesfeld mit Frauenwiesquelle – Mangesser Bach)

Das Grundwasser in dem von einer Grundwasserscheide vom westlichen Teilbereich des Singener Beckens hydraulisch abgetrennten Ostteil, in dem der Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell liegt, strömt in Richtung Südosten zum Grundwassersystem des Böhringer Kiesfeldes und entwässert hier über die Quellaustritte in die Frauenwiesquelle und über diffuse Übertritte in den Mangesser Bach.

Die hydraulische Verbindung zwischen dem Ostteil des Singener Beckens und dem Böhringer Kiesfeld erfolgt durch unterschiedlich durchlässige Sedimentschichten. Dies führt zu einem ca. 8 m großen Potenzialunterschied zwischen dem tiefen Grundwasserstockwerk D bzw. CD im östlichen Singener Becken (erschlossen durch GWM 418/422) und dem oberflächennahen Stockwerk E im Böhringer Kiesfeld (erschlossen durch GWM 2076/422). Der Grundwasserspiegel im Singener Kiesfeld (Horizont D) ist höher als im Böhringer Kiesfeld (Stockwerk E).

Die Schächte der Frauenwiesquelle werden daher nicht nur aus dem Horizont E im Böhringer Kiesfeld und dem lokalen Niederschlag sondern auch aus dem Singener Kiesfeld (Horizont D) gespeist. Die Abbildung 5.7a vergleicht die Wasserspiegelganglinien der beiden Grundwassermessstellen.

Die Abstrommenge aus dem Singener Becken in Richtung Böhringer Kiesfeld wird durch diesen Potenzialunterschied bestimmt. Der Abstrom berechnet sich aus der durchströmten Fläche und der Durchlässigkeit des durchströmten Bereichs und dem schwankenden Gefälle bzw. Potenzialunterschied zwischen dem Singener Becken und dem Böhringer Kiesfeld. Die Fläche und der Durchlässigkeitsbeiwert werden im numerischen Modell als konstant angenommen.

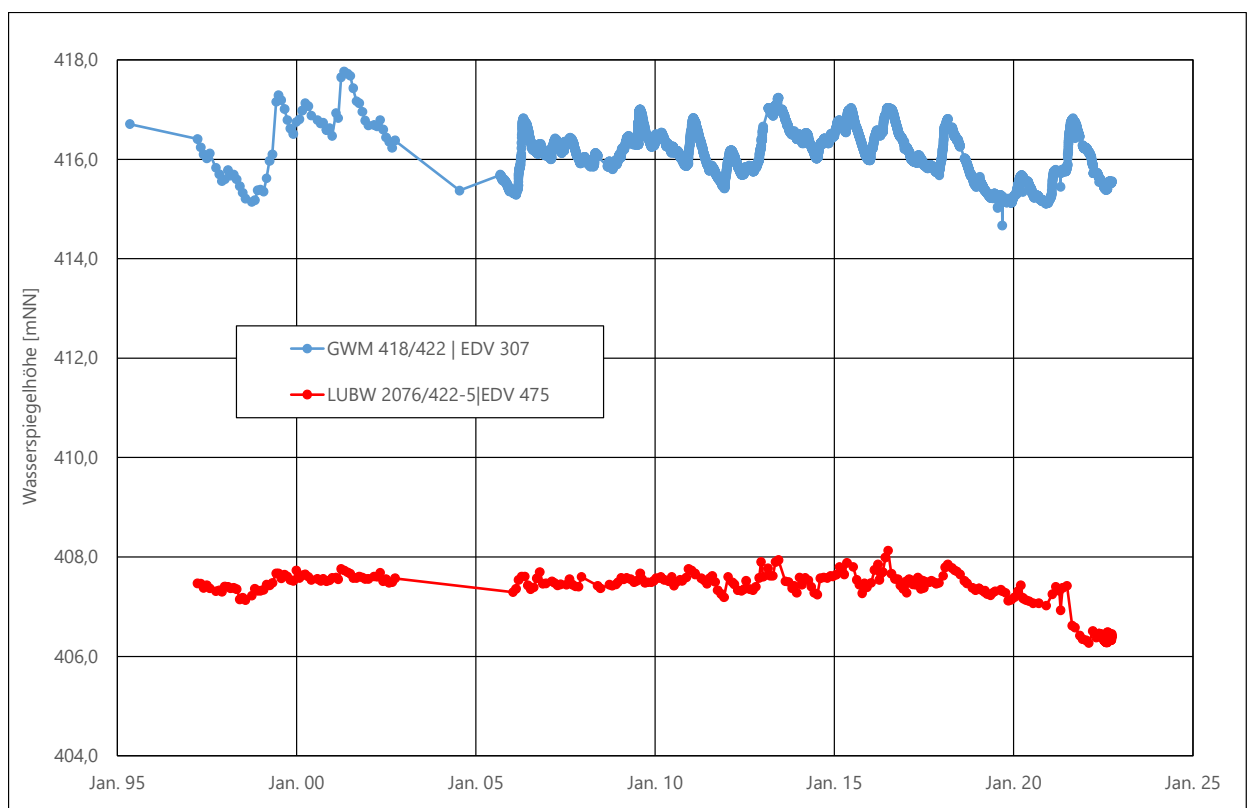


Abb. 5.7a Vergleich der Grundwasserganglinien im Singener Becken (418/422) und im Böhringer Kiesfeld (2076/422)

Ursachen für die Schwankungen des Grundwasserspiegels in den beiden Grundwassersystemen sind Änderungen der Grundwasserneubildung durch Niederschläge, Entnahmen (Brunnen) oder Eingriffe in das Grundwassersystem (z. B. Nassabbau, s. Kap. 5.2).

Bei der Berechnung des Grundwasserabstroms im Rahmen der Kalibrierung aus dem östlichen Singener Becken werden die monatlichen Durchschnitts-

werte des Grundwasserpotenzials der GWM 2076/422 und der GWM 418/422 als Randbedingung (Leakage) berücksichtigt.

In Abb. 5.7b ist die Ganglinie des Grundwasserpotentials (basierend auf Messwerten) im Böhringer Kiesfeld für die Berechnung der Abflussmenge aus dem Singener Kiesfeld dargestellt.

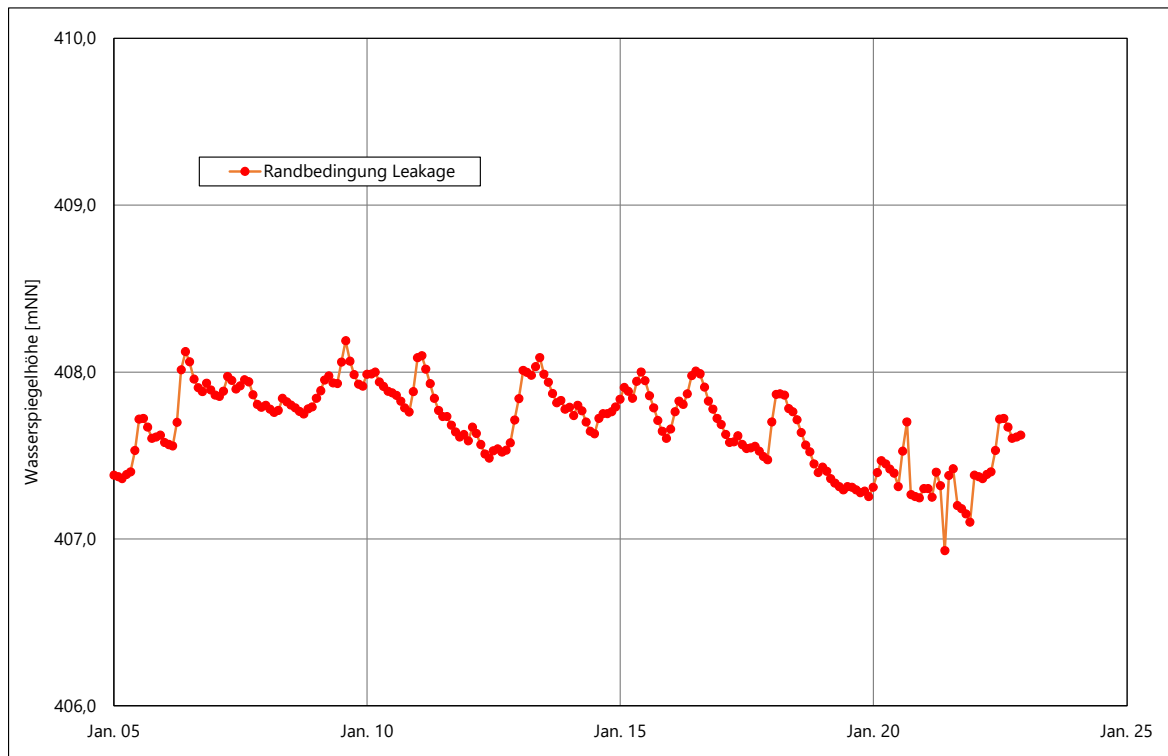


Abb. 5.7b Grundwasserpotential im Böhringer Kiesfeld als Teil der Randbedingung (Leakage) der 3. Art für die Berechnung des Abstroms aus dem Singener Becken – Böhringer Kiesfeld

Neben dem Potential im Böhringer Kiesfeld wird der Abfluss auch durch das Potential im Singener Kiesfeld am Übergang zum Böhringer Kiesfeld bestimmt. Am Beispiel der Ganglinie der GWM 418/422, die in der Nähe der Grenze Singener und Böhringer Kiesfeld liegt, sind die Schwankungen des Wasserspiegels im Grundwasserleiter D und die Anpassung der Kalibrierung in der Abbildung 5.7c dargestellt.

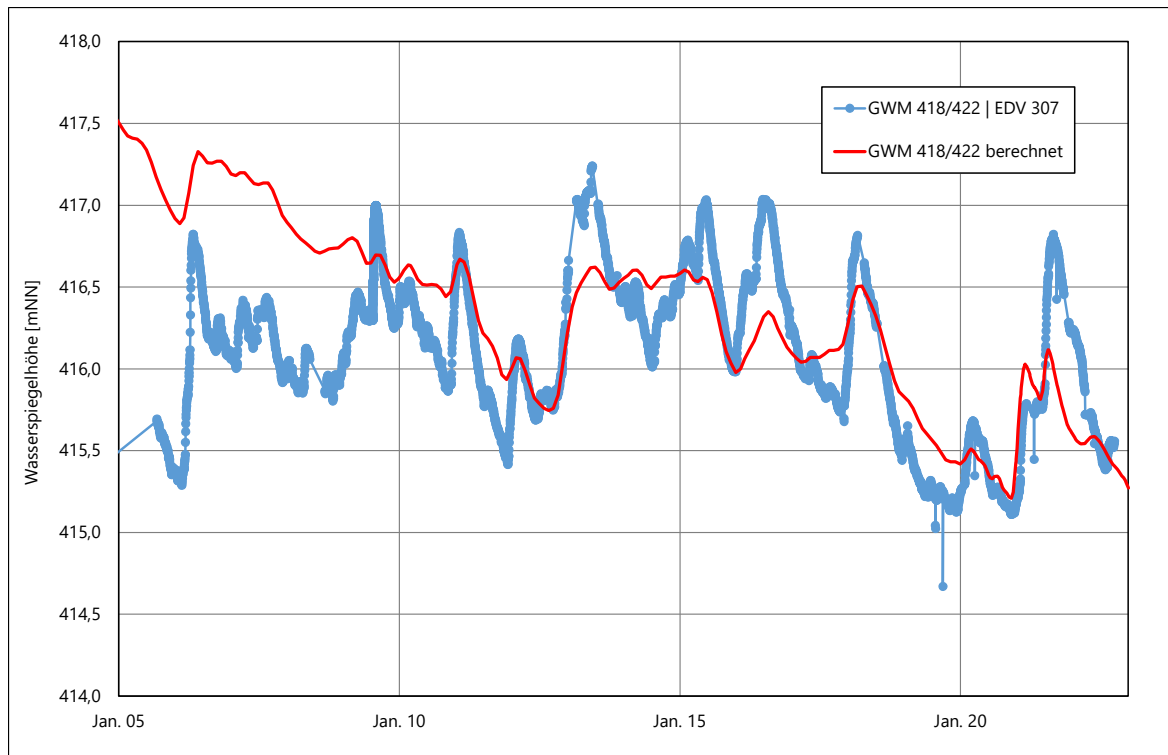


Abb. 5.7c Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserganglinien in der GWM 418/422

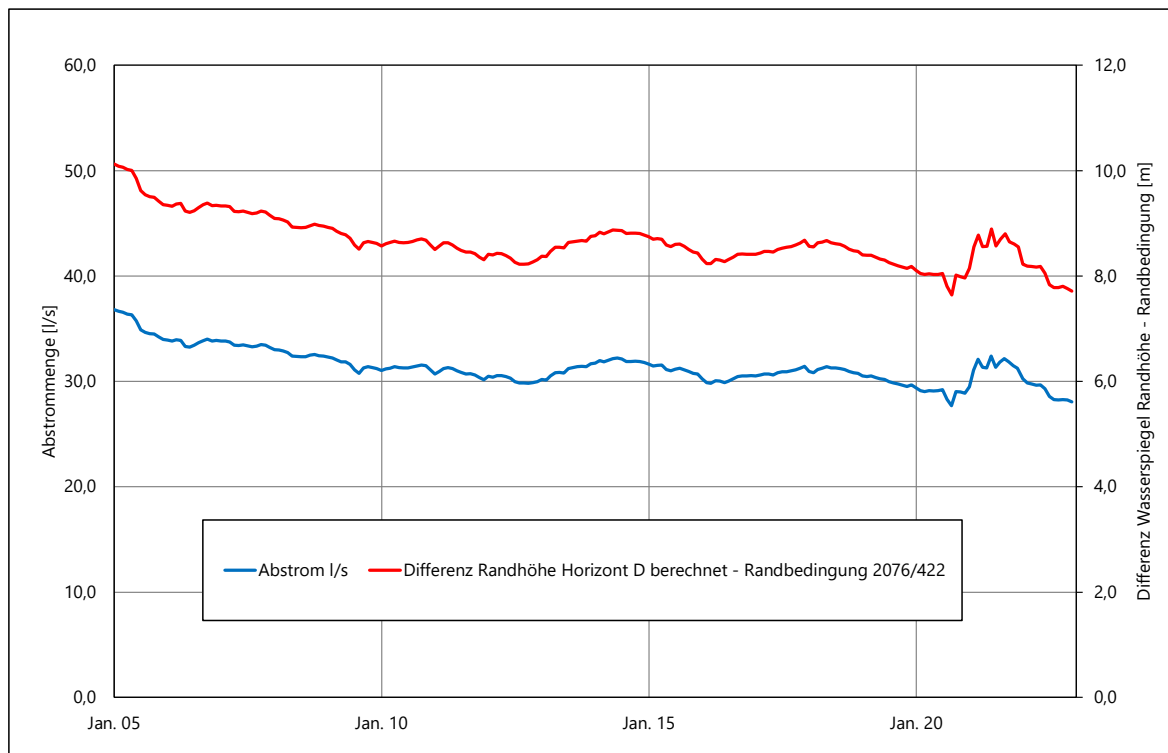


Abb. 5.7d Vergleich der Differenz des berechneten Wasserspiegels im Singener Kiesfeld am Modellrand südlich GWM 418/422 und der gemessenen Wasserspiegelhöhe im Böhringer Kiesfeld (2076/422) mit der Abstrommenge

5.2 Prognoseberechnungen

Nach der erfolgreichen Nachkalibrierung des aktualisierten konzeptionellen und numerischen Grundwasserströmungsmodells können die geforderten Prognoseberechnungen durchgeführt werden.

Nach einer ersten Bewertung des Einflusses der geplanten Erweiterung des Nassabbaus auf Grundlage von Wasserspiegelmessungen, Schüttungsmessungen und hydrochemischen Untersuchungen (s. Kap. 3) soll mit Hilfe des Grundwassermodells folgende Szenarien prognostiziert werden:

- die Auswirkung der geplanten Erweiterung der Seefläche auf die sich nach Westen anschließende Grundwasserscheide zum „Singener Becken“
- die durch die Vergrößerung der Seefläche ausgelöste Seespiegelkippung
- die Auswirkung auf das Grundwasserfließverhalten durch die geplante Einbringung von Waschschlamm in den aktuellen See Phase I
- die Auswirkung des Vorhabens auf den Abstrom zur Frauenwiesquelle
- und die Auswirkungen des Klimawandels (reduzierte Grundwasserneubildung) mit und ohne Kiesnassabbau

Zur besseren Darstellung wurden für die Prognoseberechnungen die Randbedingungen:

- Neubildung (ohne Berücksichtigung Klimawandel)
- Randbedingung Leakage (hier Wasserspiegelhöhe GWM 2076/422, Lage s. Abb. 5.9c)

als konstant angenommen, berechnet als Mittelwert aus den langjährigen Werten.

Die Wasserspiegelhöhe im Singener Kiesfeld, die für die Ermittlung des Leakage-Übertrittsvolumenstroms erforderlich ist, wird berechnet (s. Kap. 5.2.1).

Berücksichtigung der Kiesentnahme aus der gesättigten Zone im Modell

Die Wirkung der Nassauskiesung (Phasen I und II) wird durch eine angenommene jährliche konstante Kies-Entnahmemenge berücksichtigt. Im Grundwasserströmungsmodell wird im Bereich der Auskiesung in der gesättigten Zone das Porenvolumen auf 100 % und die Durchlässigkeit auf 1 m/sec gesetzt. Das aus der gesättigten Zone entnommene Kiesvolumen wird durch Grundwasser aus dem Randbereich aufgefüllt; die daraus resultierende Absenkung des Wasserspiegels im Nahbereich des entstehenden Baggersees (Reduzierung des Grundwasserdruckpotenziales) wirkt wie eine fiktiv angenommene Grundwasserentnahme. Dieser Effekt ist solange wirksam wie auch Kiesvolumen aus der gesättigten Zone entnommen wird und endet erst bei Einstellung der Abbautätigkeiten. Dies bedeutet, dass während der Abbauphase der Zustrom aus dem Grundwasser in den sich entwickelnden See größer ist als der Abstrom aus dem See ins Grundwasser. Das in den See zuströmende Grundwasser wird durch die Schaffung von zusätzlichen Speichervolumen (Kiesentnahme) erstmal im See zwischengepuffert bevor es wieder im Abstrom dem Grundwasser zur Verfügung gestellt wird.

Nach Beendigung des Kiesabbaus in der gesättigten Zone (keine weitere Schaffung von zusätzlichem Speichervolumen) stellt sich mit der Zeit wieder ein Gleichgewichtszustand ein, d. h. der Zustrom in den See entspricht dem Abstrom aus dem See.

Teilweise wird das durch den Abbau entstehende Volumen in der gesättigten Zone durch Einbringung von Waschschlamm und Abraum kompensiert. Eine detaillierte Aufschlüsselung der beim geplanten Abbau der Phase II anfallenden Volumen- bzw. Massenbilanz (Rohstoff, Waschschlamm, Abraum, hydraulisch wirksam werdende Volumenentnahme in der gesättigten Zone) ist im Bericht „*Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Lkr. Konstanz, Phase II, Bilanzierung der entnehmbaren Kies- und verlagerbaren Schlamm-/Abraum-Massen vom 07.12.2023*“ in der Anlage 7 dokumentiert.

Der Klimawandel wird durch einen konstanten Faktor der Neubildung (0,8 % pro Jahr) berücksichtigt.

Im Bereich der durch den Abbau sich sukzessiv vergrößernden Seeflächen (Abbau Phase I und II) erfolgt keine Grundwasserneubildung. Die fehlende Neubildung wurde daher durch die sich ändernde Seegröße (Phase II) berücksichtigt. Der im Zuge des Klimawandels zusätzliche, prognostizierte Verdunstungsverlust auf der neu entstehenden Seefläche (Phase II) ist im Vergleich zur Neubildung über die Gesamteinzugsfläche vernachlässigbar (s. Kap. 3.3).

5.2.1 Prognose der Grundwasserspiegelhöhen bei Erweiterung Nassabbau Phase II mit Klimawandel

In einem Prinzipienmodell werden für die Zeiträume:

- Nassauskiesung Phase I (2009 – 2022)
- Nassauskiesung Phase II (2023 – 2038)

eine konstante Grundwasserneubildung seit Beginn der Nassabbauphase I im Jahre 2009 (durchschnittliche Neubildung im Zeitraum 2000 – 2010 = 180 l/sec) angenommen. Der Beginn Nassabbau Phase II wurde in den Prognosen bereits auf 2023 festgelegt. Die Wahl der Zeiträume ändert nichts an den Prognoseaussagen.

Für den Abfluss in das Böhringer Kiesfeld (Leakage-Randbedingung) wird auf Grundlage der Wasserspiegelmessungen in GWM 2076/422 (Lage s. Abb. 5.9c, Zeitraum 2000 – 2010) ein durchschnittlicher Wasserspiegel 407,87 m NN im Böhringer Kiesfeld konstant angesetzt.

Die Wasserspiegelhöhen für das Singener Kiesfeld werden mit dem Prinzipienmodell beispielhaft für die Grundwassermessstellen 2251/422 (EDV-Nr. 2428) und 418/422 (EDV-Nr. 307) berechnet und sind abnehmend. Die Lage der Messstellen kann der Abbildung 5.9c entnommen werden.

Bei allen anderen Randbedingungen wie Grundwasserentnahmen durch Brunnen, Grundwasserabstrom in Rielasingen-Worblingen und Überlingen am Ried, Abstrom Frauenwiesquellen, Zustrom aus dem Tertiär wurden die Werte der Jahre 2005 – 2020 (Monatsmittel) zu Grunde gelegt.

Die stationären konstanten Randbedingungen wurden gewählt, um den Einfluss mit und ohne Baggersee der Phase II besser darzustellen. Bei den

instationären Randbedingungen, die bei der Kalibrierung zugrunde gelegt wurden, ist aufgrund der schwankenden Größen (z.B. Wasserspiegel) ein Vergleich für das Verhalten mit und ohne See Phase II schwer erkennbar ist (s. unten).

Mit diesen konstant gehaltenen Randbedingungen (Neubildung, Leakage-Randbedingung) wurden folgende Prognoseberechnungen durchgeführt:

- Entwicklung der Grundwasserspiegelhöhen ohne Nassabbau Phase I und Phase II, ohne Klimawandel im Zeitraum 2010 – 2050;
- Entwicklung der Grundwasserspiegelhöhen mit Nassabbau Phase I, ohne Klimawandel;
- Entwicklung der Grundwasserspiegelhöhen mit Nassabbau Phase I und II, ohne Klimawandel;
- Entwicklung der Grundwasserspiegelhöhen mit Nassabbau Phase I und II unter Berücksichtigung des Klimawandels.

Die Nassabbauphase II wurde bis 2038/2039 angenommen. Nach Einstellung des Nassabbaus im Jahr 2038/2039 wurde die Entwicklung der Wasserspiegelhöhen ebenfalls dargestellt.

Bei der Grundwasserneubildung wurde berücksichtigt, dass im Bereich der Seen aufgrund der Verdunstung keine Neubildung erfolgt, die normalerweise ca. 20 – 25% der Niederschläge beträgt.

Die Nassabbauerweiterung in der Phase II wird über einen Zeitraum von 15 Jahren in jährlichen Abschnitten angenommen (Abb. 5.8). Die Flächengröße der jährlichen Abbauabschnitte liegt zwischen ca. 1,1 ha (Fläche 5) und ca. 1,9 ha (Fläche 15). Die durchschnittliche Flächengröße beträgt ca. 1,4 ha.

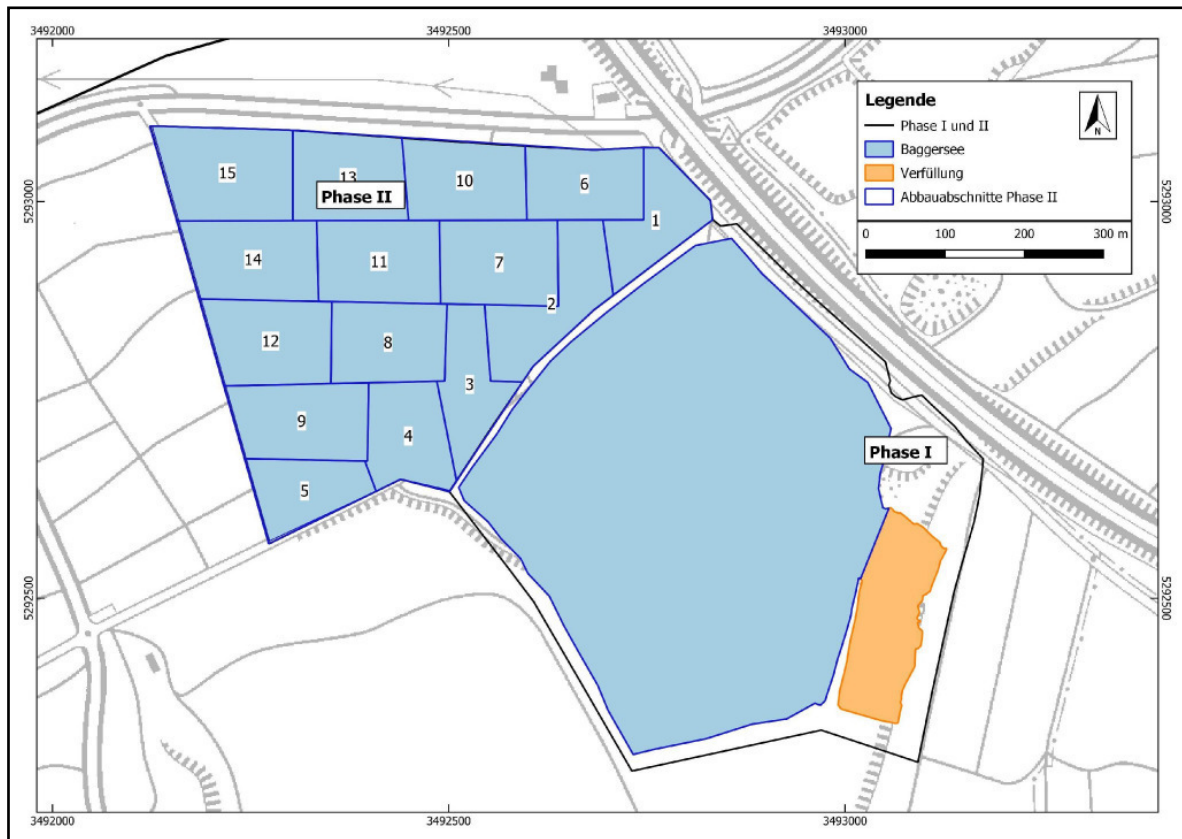


Abb. 5.8 geplante Erweiterung Nassabbau Phase II in 15 Teilabschnitten (15 Jahre)

Die Abbildungen 5.9a und 5.9b zeigen, dass durch die Annahme einer konstanten Neubildung und konstante Höhe der Leakagebedingung (auf Seite des Böhringer Kiesfeldes) die Schwankungen des Grundwasserspiegels entfallen und durch die Glättung der Ganglinien der Trend deutlicher hervorgehoben wird. Die Ganglinie „gemessen“ zeigt die realen Messwerte und die Ganglinie „berechnet“ die berechneten Messwerte (Kalibrierung), die durch variierende Randbedingungen (Neubildung etc.) bestimmt wird.

Durch die konstanten Randbedingungen wird der Einfluss der niederschlagsabhängigen Schwankungen herausgenommen. Dadurch lassen sich die Einflüsse des Nassabbaus und des Klimawandels auf den Grundwasserspiegel besser erkennen.

Durch den Nassabbau Phase I (orange Linie) sinkt der Wasserspiegel von 2009 bis 2023 um ca. 0,94 m im Vergleich zur Ganglinie (grüne Linie) ohne Nassabbau ab (Abb. 5.9a). Die Absenkung erfolgt dadurch, dass das Kiesvolumen durch Grundwasser ersetzt werden muss, dies führt zu einem Absinken des Wasserspiegels. Bei einer jährlichen Entnahme von ca. 290.000

m³ Rohstoff bei einer angenommenen Abbauzeit von 15 Jahren ist eine fiktive Grundwassermenge von ca. 9 l/s zur Auffüllung dieses Volumens notwendig. Gemäß Anlage 7 kann im Nassabbau mit einer Menge von ca. 4,34 Mio. m³ gerechnet werden, dies ergibt pro Jahr ca. 290.000 m³. Berücksichtigt man ein Porenvolumen von 15 % im Kies, welches bereits mit Grundwasser gefüllt ist, so reduziert sich die fiktive Grundwasserentnahme auf knapp 8 l/s.

Durch die angenommene Kiesentnahme Phase II ist ab 2023 (tatsächlicher Beginn erst nach 2023) mit einem weiteren Rückgang des Grundwasserspiegels nach ca. 15 Jahren um ca. 0,4 – 0,5 m zu rechnen ohne Berücksichtigung des Klimawandels.

Bei Einstellung des Nassabbaus ist sowohl nach Phase I (ohne nachfolgenden Nassabbau Phase II) wie auch nach Phase II ein Wiederanstieg des Wasserspiegels auf das ursprüngliche Niveau zu erkennen. Hier macht sich die ausbleibende Kiesentnahme bemerkbar.

Da die Potentialdifferenz zwischen dem Grundwasserleiter D im Singener Kiesfeld (vergleichbar mit Ganglinie der 418/422) und dem Grundwasserleiter E/F im Böhringer Kiesfeld (beschrieben durch die GWM 2076/422) wieder ansteigt, wird eine Reduzierung der Schüttungsmenge der Frauenwiesquelle bedingt durch den Nassabbau Phase II nicht weiter stattfinden. Es kann damit gerechnet werden, dass die Schüttungsmenge wieder ansteigt und dem Einfluss des Klimawandels entgegenwirkt. Die Auswirkungen des Kiesabbaus auf die Grundwasserverhältnisse sind nur temporär.

Bei der Berücksichtigung des Klimawandels muss bis 2050 (Nassabbau Phase II abgeschlossen) jedoch mit einem Rückgang des Wasserspiegels um ca. 0,9 m im Vergleich zur berechneten Wasserspiegelhöhe ohne Nassabbau und ohne Berücksichtigung Klimawandel (grüne Linie) gerechnet werden

Bei Annahme, dass die Abbauerweiterung Phase II nicht erfolgt, entspricht die Wasserspiegelentwicklung bei Berücksichtigung des Klimawandels der in Abb. 5.9a / 5.9b dargestellten orange Ganglinie am Ende der Wiederanstiegsphase.

Die Lage der Grundwasserscheide wird durch die Erweiterung des Nassabbaus nicht signifikant beeinflusst. Dies zeigt der Vergleich zwischen der berechneten Lage der Grundwasserscheide (gemessen) am 14.10.2019 und der berechneten Lage der Grundwasserscheide zum Zeitpunkt 15 Jahre nach Beginn Abbau

Phase II (Abb. 5.10), an dem die Phase II nahezu abgeschlossen ist und die gleichen Neubildungsverhältnisse wie 2019 herrschen (Vorgabe der Randbedingungen). Auf die Auswirkung des Klimawandels auf die Grundwasserscheide wird später (Kap. 5.2.3, Abb. 5.13) eingegangen.

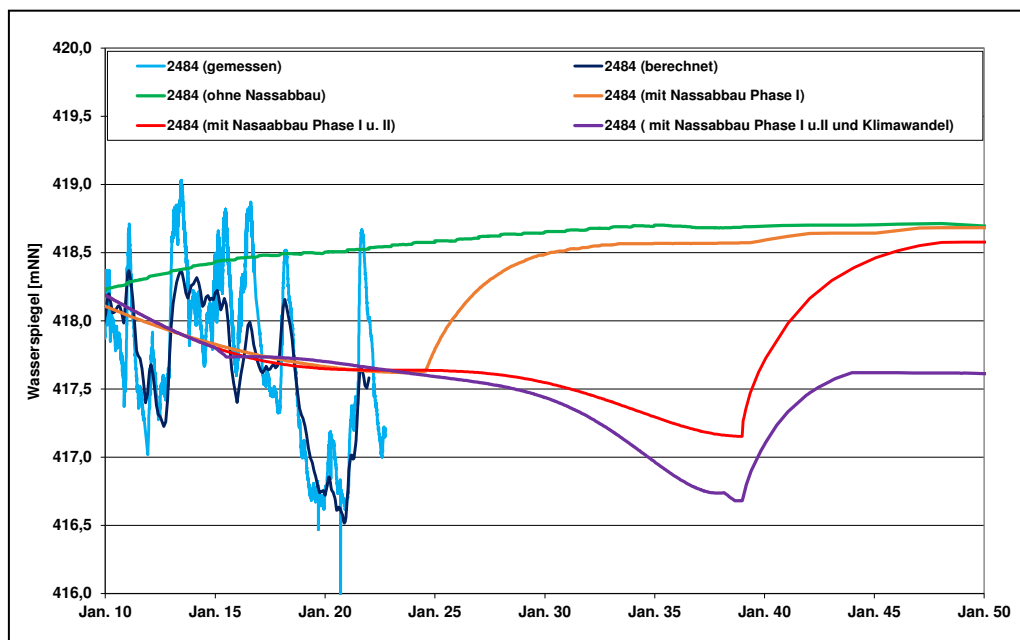


Abb. 5.9a Prognoseberechnungen (geglättete Trendlinien) der Grundwasserganglinie 2251/422 (EDV-Nr. 2484) mit konstanter Neubildung und Leakagehöhe

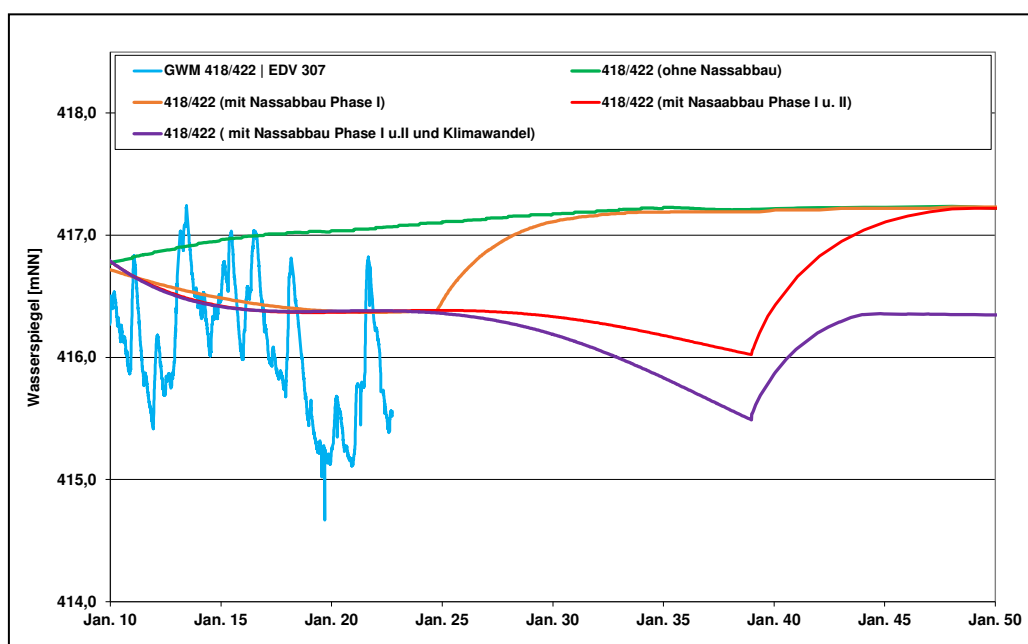


Abb. 5.9b Prognoseberechnungen (geglättete Trendlinien) der Grundwasserganglinie 418/422 (EDV-Nr. 307) mit konstanter Neubildung und Leakagehöhe

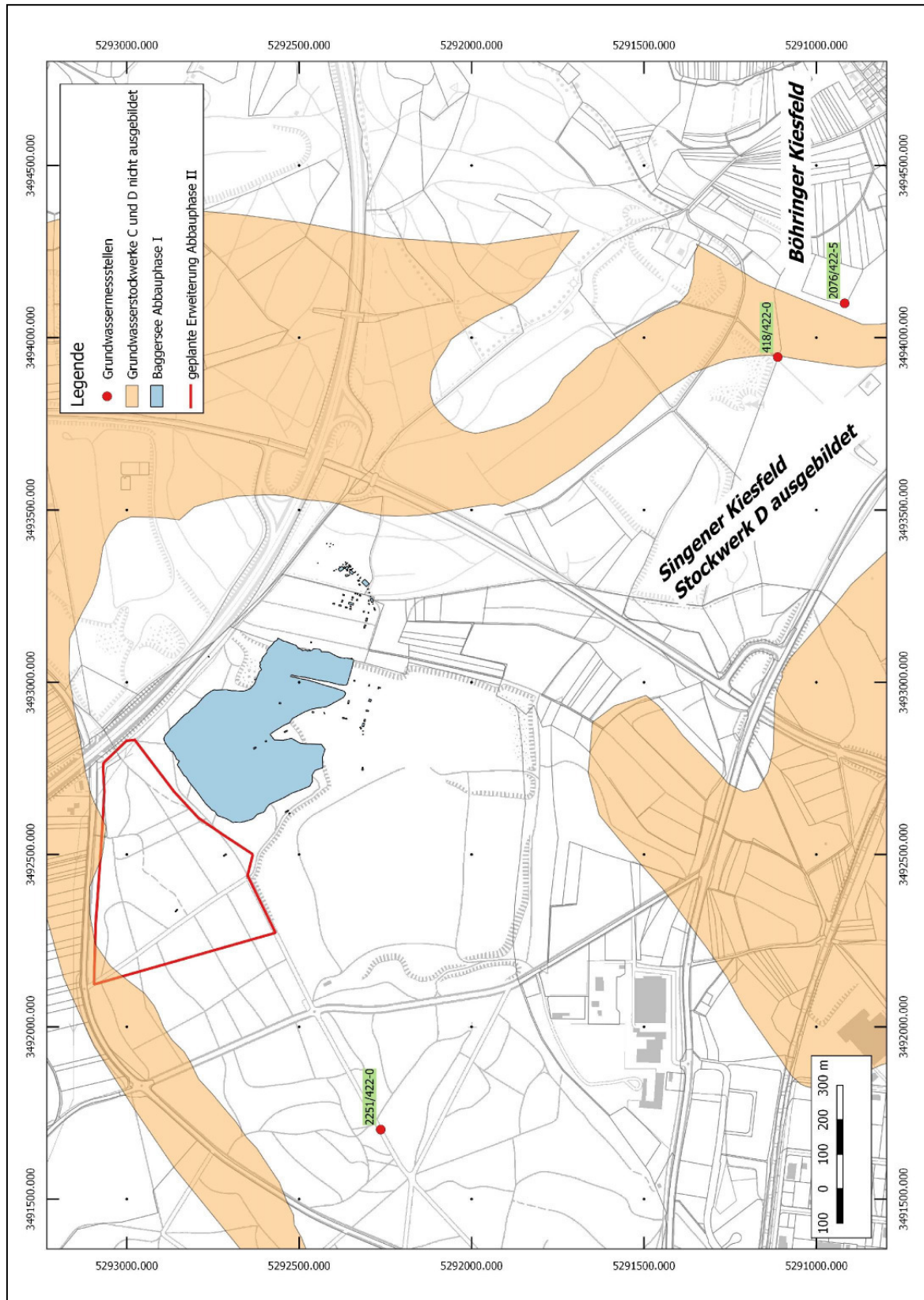


Abb. 5.9c Detaillageplan mit den Messstellen 2251/422, 418/422, 2076/422, See Phase I und den Grenzen Singener – Böhlinger Kiesfeld

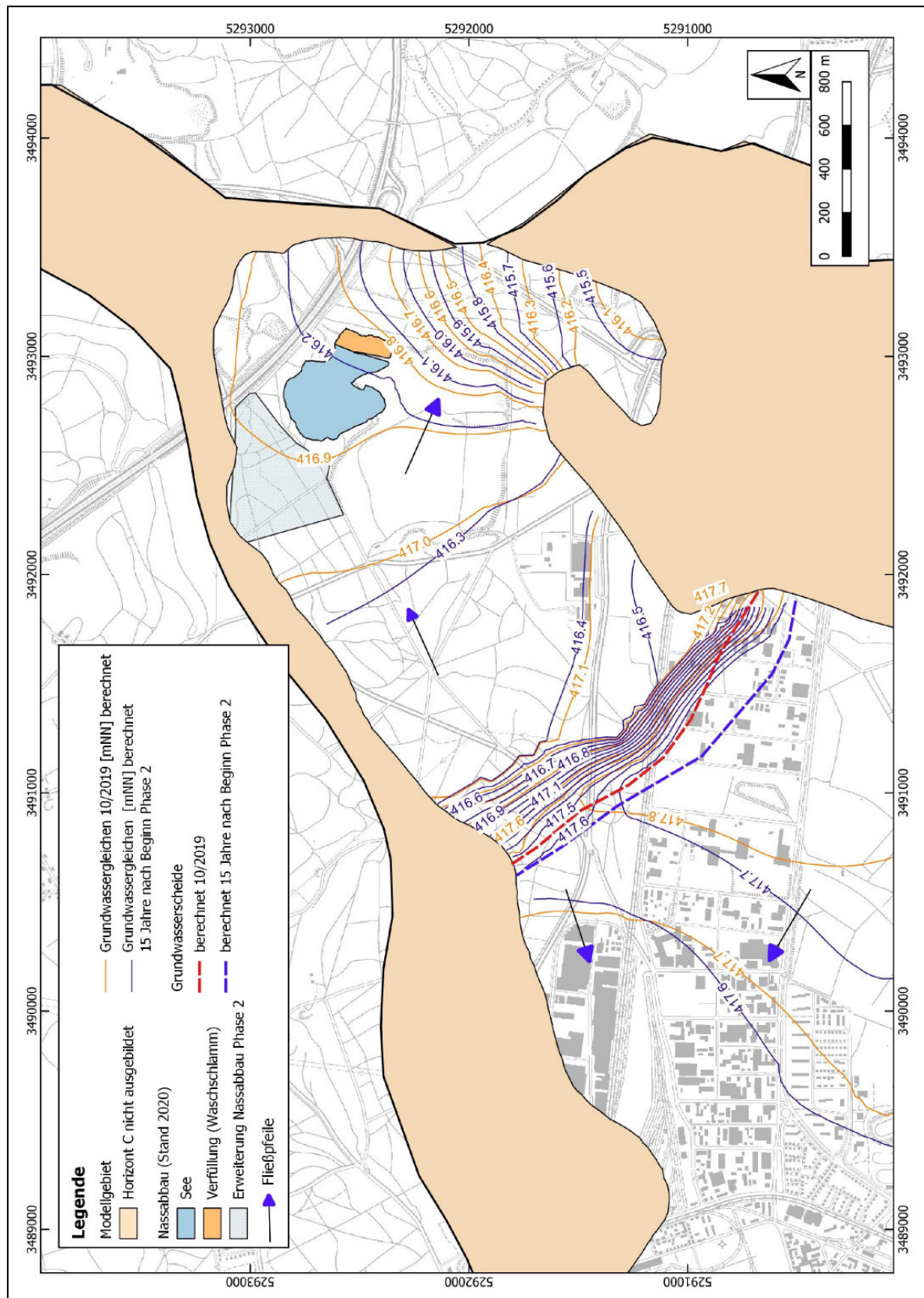


Abb. 5.10 Berechnete Grundwassergleichen 10/2019 (Phase I) und 15 Jahre nach Beginn Abbau (Phase II) mit Grundwasserscheide Stockwerk C

5.2.2 Prognose der Grundwasserfließverhältnisse auf die Erweiterung Nassabbau Phase II mit Verfüllung See Phase I

Bei der Planung des Nassabbaus Phase II ist auch eine Teilverfüllung des Nassabbaus Phase I mit Waschschlamm vorgesehen. Die Prognoseberechnung geht von einer Auffüllung bis auf das Niveau von 403 m NN aus (Abb. 5.11). Die analytischen Betrachtungen in Kapitel 3.2 gehen von einer Auffüllhöhe von 402,50 m NN – 405,00 m NN aus.

Der Vergleich der Berechnung mit Nassabbau Phase II ohne und mit Teilverfüllung (Feinsedimente aus Kieswäsche) des Nassabbaus Phase I zeigt am Beispiel der berechneten Grundwassergleichen 15 Jahre nach Beginn Abbau Phase II keinen signifikanten Einfluss ($< 0,1$ m) auf die Grundwasserfließverhältnisse (Abb. 5.12).

In der Phase der Auskiesung des Sees der Phase II erfolgt die Verfüllung nur bis ca. 395 m NN.

Die oben dargestellten Berechnungen mit der Auffüllung bis 403 m NN stellen somit eine WORST CASE – Betrachtung dar.

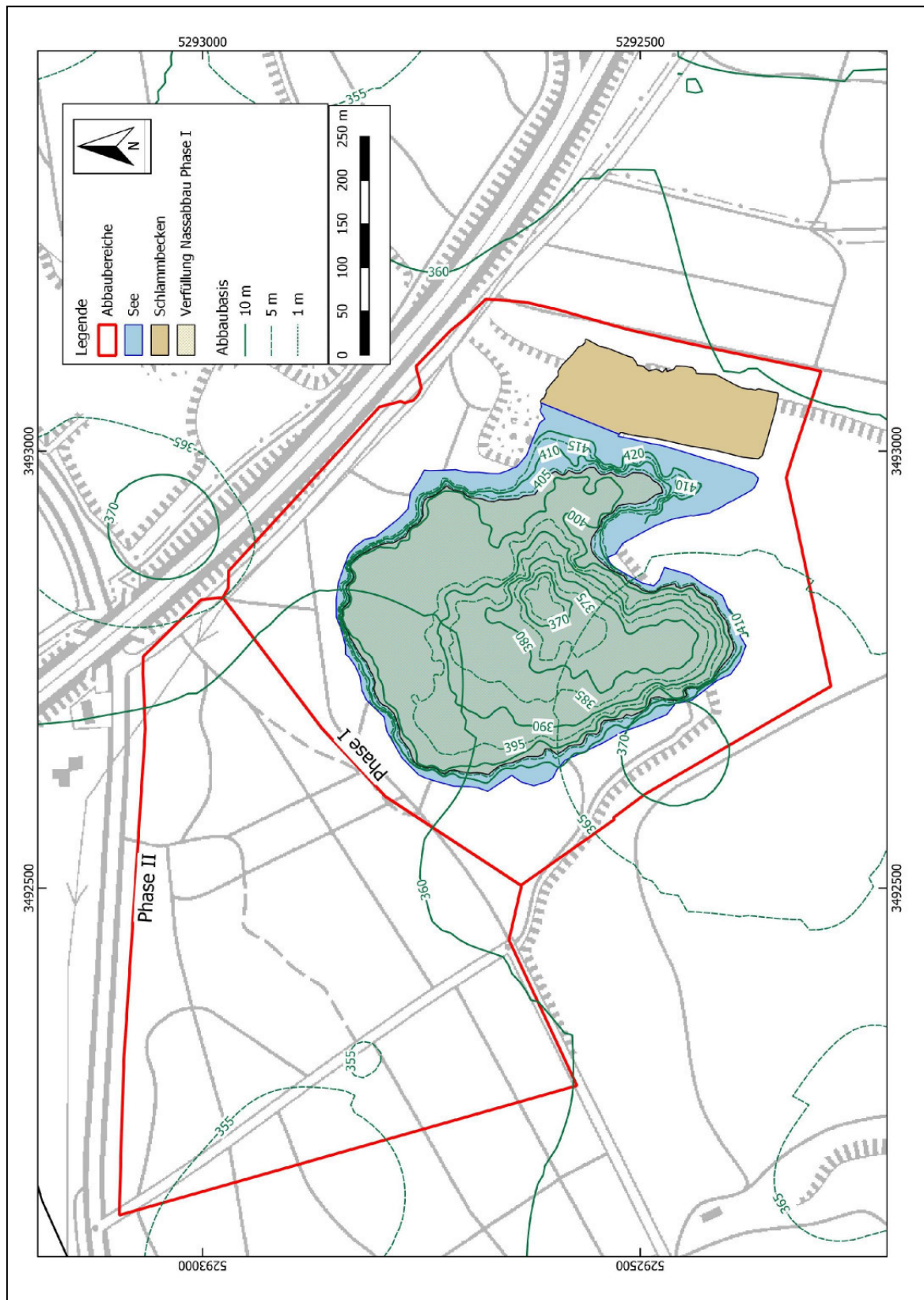


Abb. 5.11 Bereich der Verfüllung während Nassabbau Phase II

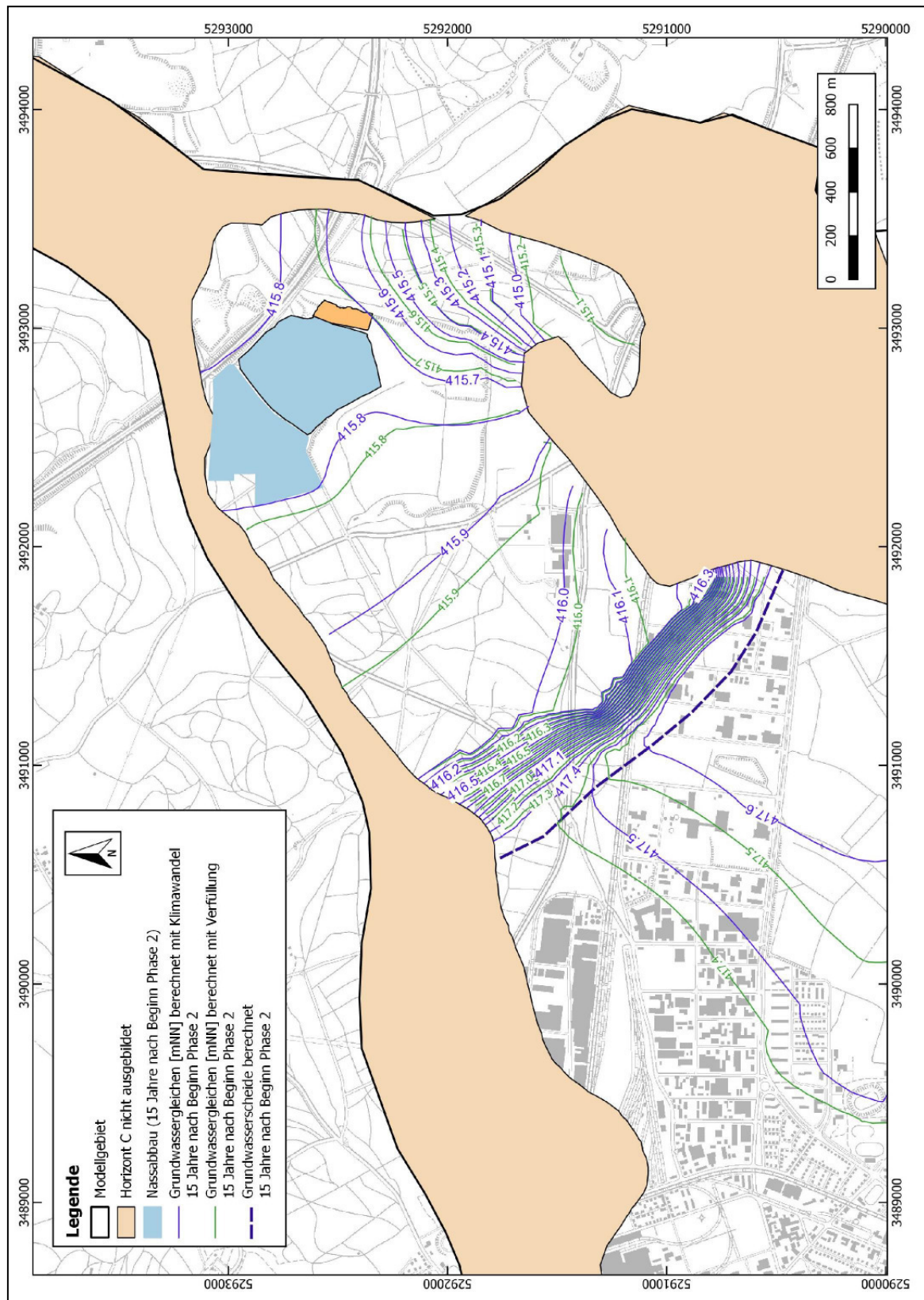


Abb. 5.12 Vergleich berechnete Grundwassergleichen Stockwerk C 15 Jahre nach Beginn Abbau Phase II mit und ohne Verfüllung See Phase I

5.2.3 Prognose der Grundwasserfließverhältnisse und des Grundwasserabstromes nach Süden auf die Erweiterung Nassabbau Phase II mit Berücksichtigung des Klimawandels

Die Berücksichtigung des Einflusses des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung für den Zeitraum des Nassabbaus Phase II von 2024 – 2038 erfolgt durch eine jährliche Reduzierung der Grundwasserneubildung um jeweils 0,8 % (s. Kap. 3.3).

Dies entspricht nach 15 Jahren einem Rückgang der Grundwasserneubildung um 12 %.

Die Prognoseberechnung mit Nassabbau Phase II und einer allmählichen Reduzierung der Grundwasserneubildungsrate führt zu einer zusätzlichen Absenkung des Grundwasserspiegels um ca. 0,4 - 0,5 m nach 15 Jahren (Abb. 5.9a – 5.9b).

Die Lage der Grundwasserscheide (Abb. 5.13) ist mit der Berechnung ohne Einfluss des Klimawandels vergleichbar, wobei im Bereich des Stadtwaldes (östlich der Grundwasserscheide) der Grundwasserspiegel um ca. 0,4 m tiefer liegt bei Berücksichtigung des Klimawandels.

Beim Vergleich der berechneten Abflüsse in südöstlicher Richtung (Frauenwiesquelle) zeigt sich, dass durch den Klimawandel und Abbau Phase II mit einer Reduzierung der Abstrommenge um ca. 2,5 - 3,0 l/s zu rechnen ist (Abb. 5.14). Der Einfluss auf die Schüttung der Frauenwiesquelle (ca. 1/3 bis 1/2 der Abstrommenge) liegt damit unter 1,5 l/s.

Zusammenfassend lassen sich folgende Aussagen aus den prognostizierten Grundwasserabströmen in Abb. 5.14 ableiten:

- Die Nassauskiesung in See Phase I und die Trockenperiode 2018 – 2020 reduzieren den Gesamtabfluss um ca. 2,5 l/s und die Schüttung der Frauenwiesquelle (1/3 – 1/2 des Gesamtabflusses) auf unter 1,25 l/s
- Die Nassauskiesung in See Phase II (ohne Klimawandel) verursacht nach 15 Jahren eine Reduzierung des Grundwasserabstromes um 1,1 l/s; dies entspricht einer Abnahme der Schüttung an der Frauenwiesquelle um knapp 0,6 l/s

- Bei Betrachtung der Nassauskiesung See Phase II incl. Klimawandel macht sich nach 15 Jahren eine Reduzierung des Gesamtabflusses um ca. 2,5 – 3,0 l/s bemerkbar. Die Schüttung der Frauenwiesquelle wird sich entsprechend um ca. max. 1,5 l/s erniedrigen
- Ohne Berücksichtigung der Effekte des Klimawandels würde sich der Grundwasserabstrom und damit auch die Quellschüttung nach ca. 10 – 12 Jahren nach Beendigung des Kiesabbaus See Phase II auf ein Niveau erholen, welches vor Beginn Nassauskiesung See Phase I vorlag
- Bei Berücksichtigung des Klimawandels wird der Grundwasserabstrom nach Beendigung des Kiesabbaus um ca. 2 – 3 l/s geringer ausfallen; damit wird auch die Schüttung der Frauenwiesquelle um ca. 1,0 – 1,5 l/s reduziert

Die o. g. Aussagen setzen voraus, dass die Quelfassungen der Frauenwiesquelle wie 2021 entsprechend gereinigt werden und somit aus technischer Sicht eine Reduzierung der Schüttung vermieden wird.

Im Zeitraum 2023 – 2038 liegt die durchschnittliche Neubildung im Bereich Stadtwald östlich der Grundwasserscheide ohne Klimawandel und Nassabbau bei 26,7 l/s und mit Klimawandel und Nassabbau bei 24,7 l/s.

Der Vergleich von Abbildung 5.9b mit Abb. 5.14 zeigt auf, dass die Auswirkungen des Nassabbaus im Wasserspiegel der Messstelle 418/422 früher auftreten als dies in Grundwasserabstrom nach Süden der Fall ist.

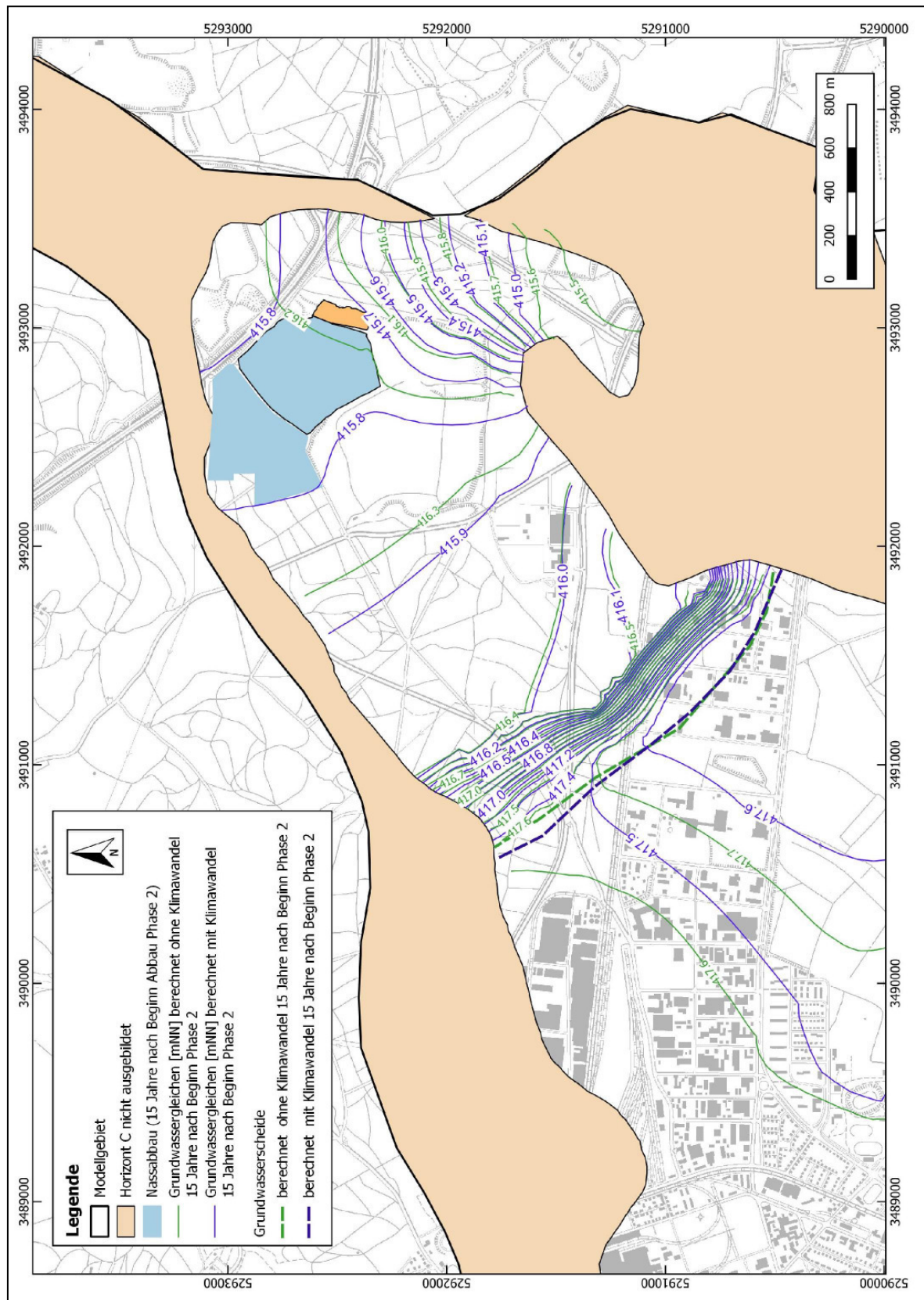


Abb. 5.13 Berechnete Grundwassergleichen Stockwerk C 15 Jahre nach Beginn Abbau Phase II mit und ohne Klimawandel

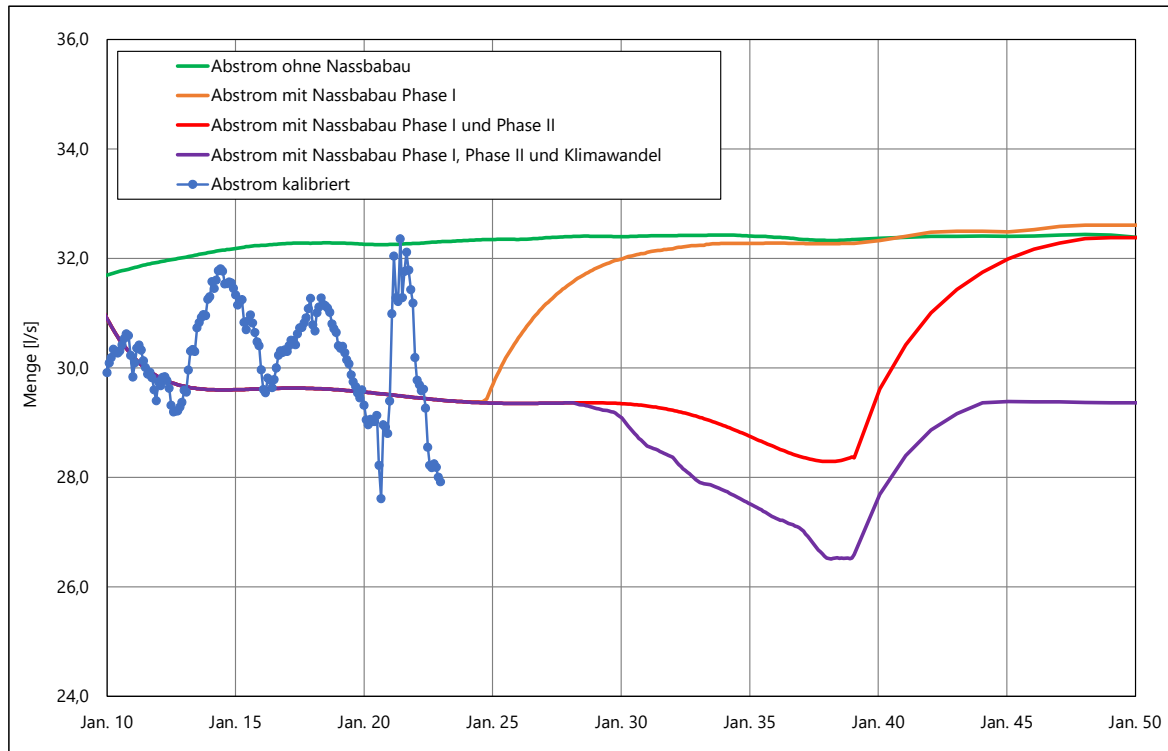


Abb. 5.14 Abstrom in Richtung Böhringer Kiesfeld mit Frauenwiesquelle mit Auswirkung des Nassabbaus Phase II und der Klimaänderung

5.3 Fazit Prognoseberechnungen

Auf der Grundlage des kalibrierten Grundwasserströmungsmodells wurden 3 Prognoseberechnungen durchgeführt, die zur Bewertung des Einflusses der Erweiterung des Nassabbaus Phase II, einer Teilverfüllung des Sees Phase I und den Einfluss des Klimawandels auf die Grundwasserverhältnisse dienen.

Prognose Erweiterung Nassabbau

Bei der ersten Prognoseberechnung wurde die Auswirkung der Erweiterung Phase II auf die Grundwasserverhältnisse betrachtet. Die Berechnungen zeigen, dass unter Berücksichtigung konstanter Neubildungsverhältnisse und stationärer (Niederschlag – Neubildung) Leakage-Randbedingungen der Grundwasserspiegel ohne Nassabbau Phase II wieder auf das Niveau vor Beginn des Nassabbaus I im Stadtwald Radolfzell ansteigt. Durch die Erweiterung Phase II liegt der berechnete Grundwasserspiegel gut 1 m unter dem berechneten, angestiegenen Wasserspiegel ohne Nassabbau Phase II. Wichtig ist hierbei festzuhalten, dass nach ausreichender Erholungszeit nach

Beendigung des Abbaus Phase II das Wasserspiegelniveau wie vor dem Abbau wieder erreicht wird.

Die Prognoseberechnungen zeigen, dass der Einfluss des Nassabbaus Phase II mit dem bisherigen Einfluss des Nassabbaus Phase I vergleichbar ist, der bisher keine negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse und das Grundwasserdargebot gezeigt hat. Dies betrifft hauptsächlich die Schüttungsmenge der Frauenwiesquelle, die durch andere Einflüsse (Sanierung Sickerstränge, Klimawandel und schwankende lokale Niederschläge (Einfluss auf die oberflächennahe Komponente)) stärker beeinflusst wird.

Durch die Nassabbauerweiterung Phase II sind für die Abstrommenge in Richtung Böhringer Kiesfeld (mit Frauenwiesquelle und Mangesser Bach) vergleichbare Auswirkungen wie während des Nassabbaus Phase I zu erwarten. Das prognostizierte Grundwasserpotenzial im Stockwerk D (418/422) ändert sich um ca. 0,4 m und der Grundwasserabstrom reduziert sich um gut einen 1 l/s.

Die mittlere Reduzierung der Schüttungsmenge während der Abbauphase II bewegt sich im Bereich von knapp 0,6 l/s (ohne Berücksichtigung Klimawandel).

Die Berechnungen haben auch ergeben, dass die Erweiterung des Nassabbaus Phase II keinen signifikanten Einfluss auf die Lage der Grundwasserscheide hat. Die Lage der Grundwasserscheide bleibt auch während der Auskiesung der Phase II und unter Berücksichtigung des Klimawandels erhalten. Sie trennt somit auch den Bereich des Kiesnassabbaus von den Einzugsgebieten der Trinkwasserfassungsanlagen im Westen und Süden.

Prognose Verfüllung

Eine Verfüllung des Sees Phase I mit dem anfallenden Feinmaterial des Nassabbaus Phase II bis auf das Höhenniveau von 403 m NN hat keinen signifikanten Einfluss auf die Grundwasserverhältnisse, sofern die Verfüllung in dem Bereich mit den größten Seetiefen erfolgt. Dadurch ist auf Grund der Geometrie der Seebasis in Teilbereichen eine Unterströmung gegeben und bei einer maximalen Auffüllhöhe bis ca. 405 m NN auch die Durchströmung des

Sees gewährleistet. In der Phase II erfolgt die Auffüllung allerdings nur bis 395 m NN.

Prognose Klimawandel

Die Auswirkung des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung in den Jahren des geplanten Nassabbaus Phase II wird mit ca. 12% geringeren Neubildungsraten nach ca. 15 Jahren angenommen. Dies entspricht pro Jahr 0,8%. Diese Annahme stützt sich auf Ergebnisse zum Klimawandel der LUBW und des LGRB, die ein Rückgang der Grundwasserneubildung von ca. 20 - 25% für den Zeitraum 2020 – 2050 prognostizieren.

Berechnungen mit einer 12% geringeren Neubildungsrate während des Nassabbaus Phase II wirken sich nicht auf die Grundwasserscheide trotz eines Rückgangs des Grundwasserspiegels aus.

Der Abstrom aus dem Bereich des Stadtwaldes Radolfzell am Ende Abbau Phase II verringert sich um ca. 2,5 - 3,0 l/s. Der Einfluss auf die Quellschüttung (ca. 1/3 bis 1/2 der Abstrommenge) liegt damit nach 15 Jahren Abbau Phase II bei einer Reduzierung unter 1,5 l/s.

6. Grundwassermonitoring

Bestehendes Monitoring Phase I

Im Planfeststellungsbeschluss für den Kiesnassabbau im Stadtwald Radolfzell (Phase I) vom 21.05.2008 (Az. 2124-692.410-302/05) ist im Kapitel 6 „Überwachung, Gewässer-Monitoring, Beweissicherung“ der Nebenbestimmungen und Hinweise ein Untersuchungsprogramm vorgegeben. Dieses Programm beinhaltet Wasserspiegelmessungen (kontinuierlich und monatlich), hydrochemische Untersuchungen von See- und Grundwasser, sowie Sedimentanalysen aus dem Baggersee.

Die Gewässer-Probennahmen werden 2 x jährlich während der Frühjahrszirkulation und am Ende der Sommerstagnation in Anlehnung an den Leitfaden (LUBW 2004) durchgeführt. Das Monitoringprogramm wird seit 2008 durchgeführt; die Ergebnisse werden in Jahresberichten dokumentiert und liegen dem Auftraggeber und dem Landratsamt Konstanz vor (s. Tab. 4).

Im Zuge des fortlaufenden Abbaus wurden zu einem frühen Zeitpunkt (vor 2013) urspr. im Monitoring mitbeobachtete Aufschlüsse (78/422-0, 181/422-8) beseitigt und folglich seit über einem Jahrzehnt nicht mehr gemessen. Diese Messstellen sind nicht in der Auflistung der Tab. 4 und den Abbildungen 6.1 bzw. 6.2 aufgeführt.

Die Analyseparameter (See-, Grundwasser) im Zeitraum 2008 – 2022 entsprechen dem Mindest-Untersuchungsumfang gem. Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“ Anlage PF-UVU-N3 (ohne Isotope, ohne Schwefelwasserstoff und ohne Profilmessungen in den Grundwassermessstellen).

Tab. 4 Übersicht Monitoring Grund- und Seewasser Phase I (2009 – 2022) und Bestandsaufnahme Phase II im Jahr 2023

Grundwasseraufschluss			Monitoring 2009 - 2022			Bestandsaufnahme 2023			
EDV-Nr	LUBW-Nr.	alte Bezeichnung	DS	Lichtlot	Chemie	DS	Lichtlot	Chemie	Isotope
143	0129/422-1	DP 7T Waldheim	x		x	x		x	x
144	0130/422-6	DP 7F Waldheim	x		x	x		x	x
340	2018/422-8 **	BK 10T/94 SW R`zell		x	x		x	x	x
2484	2251/422-0	KB 5T/04 SW Radolfzell	x		x	x		x	x
2480	2245/422-5	KB 2/04 SW Radolfzell		x			x		
2481	2247/422-6	KB 3/04 SW Radolfzell	x			x			
106	0104/422-8	KB 2/64 SW Radolfzell		x			x		
225	0239/422-4	P 81 Schray		x			x		
2482	2249/422-7**	KB 4T/04 SW Radolfzell		x	x		x	x	x
2483	2250/422-4**	KB 4F/04 SW Radolfzell		x	x		x	x	x
297	0350/422-5	T 1 Schray	x		x	x		x	x
1781	2256/422-7	BK 5a/97 Sw Radolfzell		x			x		
367	2234/422-3	KB T1/95 SW Radolfzell		x	x		x	x	x
164	0155/422-0*	B 13 Weiherhof	x	x		x	x		
307	0418/422-0	P 8/94 Frauenwiesqu.	x		x	x		x	x
475	2076/422-5*	P 20 Frauenwiesquelle	x	x	x	x	x	x	x
-	0113/422	Frauenwiesquelle neu						x	x
4952	-	Baggersee	x		x	x		x	x
5660	-	SWR 1/20		x			x	x	x
5684	-	SWR 2/20	x			x		x	x
5697	-	SWR 3/21		x			x	x	x
5685	-	SWR 4/20	x			x		x	x
5686	-	SWR 5/20	x			x		x	x
5715	-	SWR 5a/21	x			x			

DS Datensammler (kontinuierliche Wasserspiegelmessungen)

*: Datensammler eingebaut ab Mai 2022

** Lichtlotmessung nur 2 x jährlich bei Probennahme

Isotope stabile Isotope Sauerstoff-18 ($\delta^{18}\text{O}$) und Deuterium ($\delta^2\text{H}$)

Chemie MindestuntersuchungsumfangPF-UVU-N3 Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“, LfU 2004

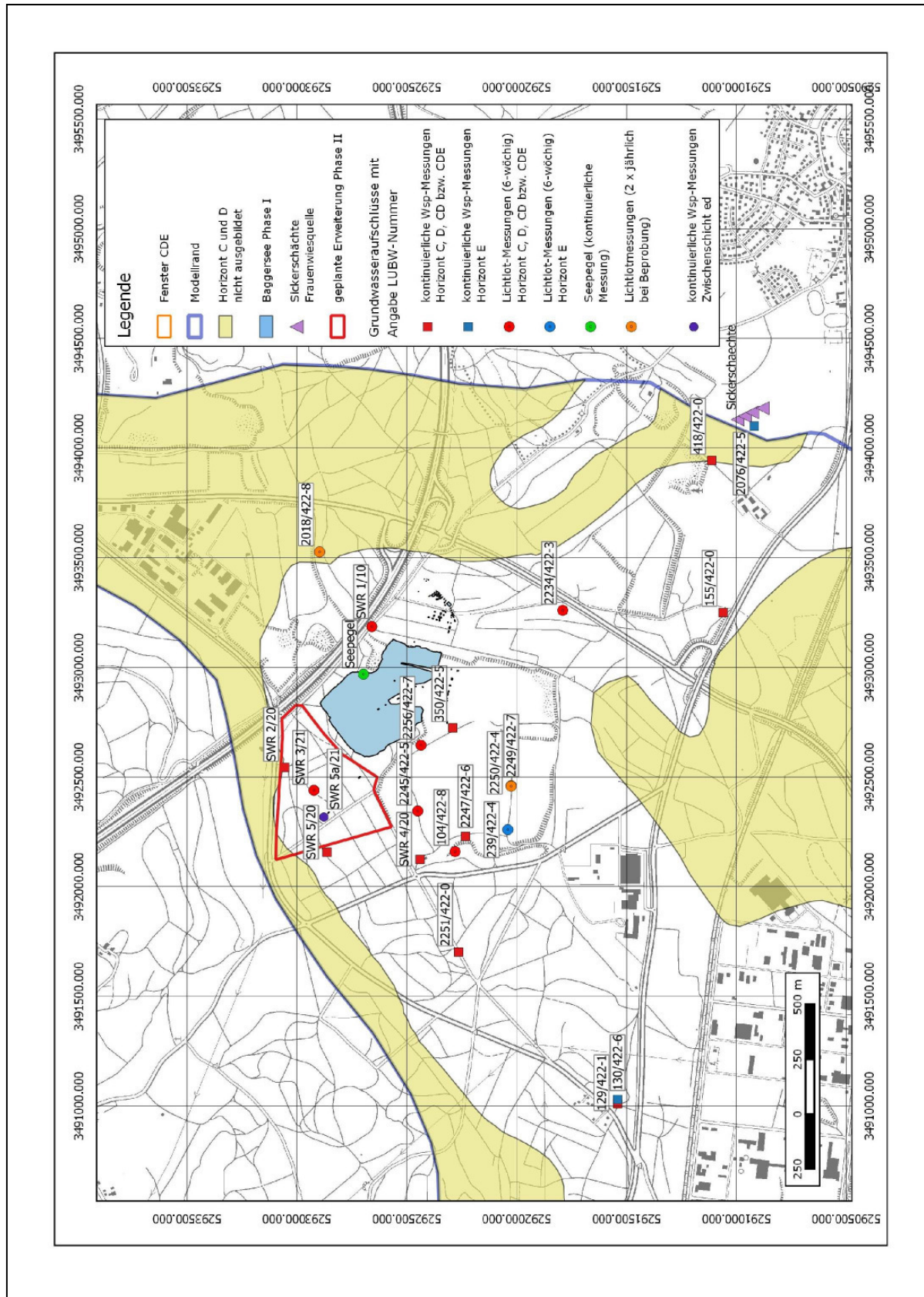


Abb. 6.1 Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2023 Monitoring Abbauphase I

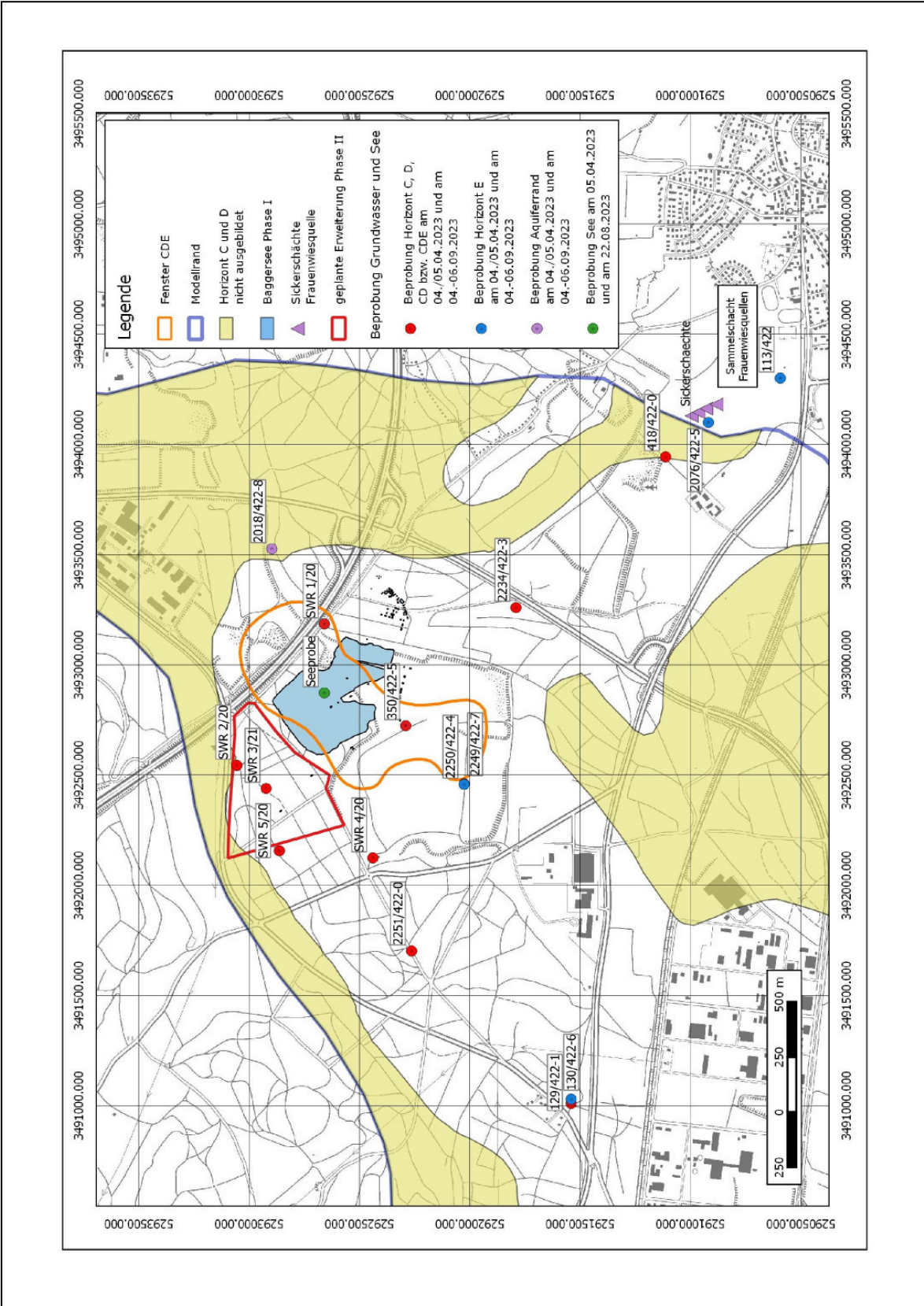


Abb. 6.2 Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2023
Monitoring Abbauphase I

Bestandsaufnahme 2023 und abgestimmtes Monitoring ab 2025

Eine Übersicht des 2023 durchgeführten Monitoringprogramms (Bestandsaufnahme 2023) bieten die Tabelle 4 und die Abbildungen 6.1 und 6.2.

Im Rahmen dieser Bestandsaufnahme (s. Anlagen 5 und 6) erfolgte 2023 eine erste erweiterte Sammlung der hydrochemischen, isotopenhydrologischen und hydraulischen Datengrundlagen.

Die Beprobungen im Rahmen der Bestandsaufnahme 2023 wurden

- Im April 2023 (Grundwasser 4./05.04.2023, Seewasser-Mischprobe am 06.04.2023)
- Im August/September 2023 (Grundwasser 04. – 06.09.2023, Seewasser Epi-, Hypolimnion und über Grund am 22.08.2023)

durchgeführt.

Die Bestandsaufnahme beinhaltet im Besonderen die Ergänzung isotopenhydrologischer und z. T. auch hydrochemischer Untersuchungen am Grund- und Seewasser bei Berücksichtigung der 2020 und 2021 neu eingerichteten Grundwassermessstellen, sowie der genutzten Quellschächte der „Frauenwiesquellen“. Die urspr. im Rahmen der Bestandsaufnahme vorgesehene Beprobung und Analytik der Wässer aus den ungenutzten Quellschächten der Frauenwiesquelle konnte nicht umgesetzt werden, da die alten Quellschächte nicht mehr für eine Probennahme zugänglich waren.

Für die Bewertung der weiteren Entwicklung des Sees werden wie bisher limnologische Untersuchungen am Seewasser und Analysen am Seebodensediment durchgeführt.

Eine Bewertung und Darstellung der hydrogeologischen, hydrochemischen, isotopenhydrologischen und limnologischen Verhältnisse im See der Abbauphase I für das Jahr 2023 ist in dem Monitoringbericht / Bestandsaufnahme 2023 in Anlage 6 zusammengestellt. In diesem Bericht werden die für ein weiterführendes Monitoring repräsentativen Aufschlüsse vorgeschlagen und ein endgültiges Monitoringprogramm ab 2025 (vor Beginn

des Nassabbaus der Phase II – Erweiterung Nassabbau) zur Abstimmung mit den Genehmigungs- und Fachbehörden vorgelegt.

Die Ergebnisse mit Bewertung der Entwicklung im Grund- und Seewasser werden fortlaufend in einem jährlichen Monitoringbericht zur Verfügung gestellt.

Bis zur Entscheidung eines endgültig mit den Fach-/Genehmigungsbehörden abgestimmten Monitoringprogramms werden die im Rahmen der Bestandsaufnahme 2023 festgelegten Wasserspiegelmessungen vorläufig beibehalten.

Die Frühjahrsbeprobung 2024 in den Grundwassermessstellen und dem Baggersee wurde wieder im Rahmen der Auflagen des Abbaus See Phase I durchgeführt, ergänzend wurden ausgewählte Grundwassermessstellen und das Seewasser auf die stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium analysiert.

7. Zusammenfassung

Anlass und durchgeführte Erkundungsmaßnahmen

Im Zuge der geplanten Erweiterung des Kies-Nassabbaus im Stadtwald Radolfzell (Abbauphase II) durch die Firma Meichle + Mohr GmbH, Immenstaad wurden weitere rohstoff- und hydrogeologische Erkundungen notwendig. Im Zeitraum 2020 - 2022 wurden folgende Maßnahmen ausgeführt:

- Bohrarbeiten incl. Einrichtung von 6 neuen Grundwassermessstellen
- Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen in ausgewählten Grundwasseraufschlüssen
- Wasserspiegel-Stichtagsmessungen
- Bohrlochmessungen (Leitfähigkeits- und Temperatur-Logs)
- Hydrochemische Untersuchungen an Grundwasserproben
- Weiterführung eines Grundwassermonitorings für Abbauphase I
- Interpretation der Erkundungsergebnisse mit Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse in einem konzeptionellen Modell
- Aktualisierung eines Grundwasserströmungsmodells
- Prognoseberechnungen mit dem Grundwasserströmungsmodell

Zielsetzung

Die o. g. Maßnahmen dienen neben der Erkundung der rohstoffgeologischen Verhältnisse insbesondere auch der Abschätzung der Auswirkungen der geplanten Abbauerweiterung auf das Grundwasservorkommen. Im Rahmen des Scopingtermins am 20.05.2022 wurden folgende Anforderungen an das Vorhaben definiert:

- Keine nachteiligen hydraulischen und hydrochemischen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das genutzte Grundwasser (Grundwassergüte und Fließsystem)
- Anpassung Grundwasser-Monitoring – Programm für Phase II
- Ausschluss möglicher qualitativer und quantitativer Beeinträchtigung der „Frauenwiesquellen“ (Zone III B)
- Abschätzung Quellschüttung „Frauenwiesquellen“ unter Berücksichtigung Klimawandel und Abbauerweiterung
- Ausschluss Beeinträchtigung der Trinkwasserfassungsanlagen Überlingen am Ried, Brunnengruppe Münchried und Rielasingen-Worblingen

Mit Unterstützung des aktualisierten Grundwasserströmungsmodells wurden nachfolgende Prognoseberechnungen durchgeführt:

- Auswirkung Erweiterung Nassabbau Phase II auf die Grundwasserfließverhältnisse (Seespiegelkippung)
- Auswirkung Erweiterung Nassabbau Phase II auf die Grundwasserscheide zum „Singener Becken“ und damit auf die Trinkwasserbrunnen der Münchriedgruppe, Rielasingen-Worblingen und ZV Überlingen/Ried
- Auswirkung Einspülung Waschschlamm in See Phase I (Reduzierung der Durchflussfläche im Stockwerk CD)
- Auswirkung Klimawandel und Erweiterung Kiesnassabbau auf Schüttung „Frauenwiesquellen“

Ergebnisse, Aussagen

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und Prognoseberechnungen sind folgende Schlussfolgerungen zu treffen:

- die geplante Erweiterung Nassabbau Phase II liegt außerhalb der Einzugsgebiete der fachtechnisch abgegrenzten bzw. rechtskräftig ausgewiesenen Wasserschutzgebiete für die Trinkwasserfassungsanlagen Überlingen am Ried, Brunnengruppe Münchried und Rielasingen-Worblingen
- die Grundwasserscheide nach Osten zum Stadtgebiet Singen bleibt erhalten
- die Teilverfüllung See Phase I hat keinen merklichen Einfluss auf die Grundwasserfließverhältnisse und den Abstrom nach Süden („Frauenwiesquellen“)
- dass seit 2009 durchgeführte Grundwassermonitoring (Abbauphase I) zeigt keine grundwassergefährdenden Auswirkungen auf das genutzte Grundwasservorkommen
- die Schüttung der „Frauenwiesquellen“ wird durch den bestehenden Nassabbau (See Phase I) und der geplanten Abbauerweiterung (Phase II) vorübergehend während der Abbauphase nur geringfügig um knapp 0,6 l/s reduziert; durch den prognostizierten Klimawandel ist mit einer vergleichsweise deutlich höheren Abnahme der Schüttungsrate von bis zu 1,5 l/s (nach 15 Jahren) zu rechnen. Durch Sanierungsmaßnahmen an den Sickerleitungen der „Frauenwiesquellen“ ist eine kurzfristige Erhöhung der Schüttungsmenge um bis zu 5 l/s zu beobachten. Vergleicht man die Schüttungsdaten von 1996 – 2009 (Mittel 12,26 l/s) mit den gefilterten bzw. plausibilisierten Schüttungsdaten ab April 2021/2022 (Mittel 14,78 l/s) ist ein langfristiger Anstieg der Quellschüttung um 2,52 l/s festzustellen.
- dass im Nassabbau nutzbare, qualitativ hochwertige Kies-Sand-Vorkommen im Stockwerk CD mit einer mittleren Mächtigkeit von 51 m verspricht bei einer Abbaufäche von ca. 221.613 m² ein Rohstoffvolumen von 11,3 Mio. m³ (ohne Berücksichtigung von Böschungen und sonstigen Abbauverlusten).

Bewertung, Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse und Prognoseberechnungen ergeben keine Hinweise auf eine nachteilige Auswirkung des geplanten Abbauvorhabens auf die öffentliche Trinkwasserversorgung der Stadt Singen, Zweckverband Überlingen am Ried und Gemeinde Rielasingen-Worblingen.

Die Schüttungsrate der „Fauenwiesquellen“ wird durch die Freilegung von Grundwasser im Zuge des Nassabbaus nur minimal beeinträchtigt. Selbst bei Berücksichtigung des Einflusses durch den Klimawandel ist die Versorgung der Stadt Radolfzell mit Trinkwasser aus den „Fauenwiesquellen“ nicht gefährdet. Von der Gesamtschüttung wird derzeit nur ein Teil für Trinkwasserversorgung genutzt. Bei Rückgang der Schüttungsrate steht die bisher nicht genutzte Menge zur Verfügung steht.

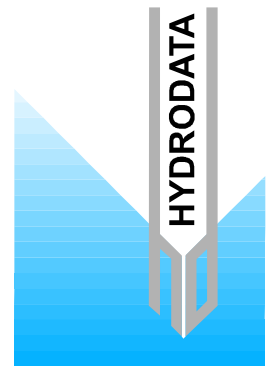
Die bisherigen Monitoring-Ergebnisse lassen keine Rückschlüsse zu, dass die Güte des aus den „Fauenwiesquellen“ genutzten Grundwassers nachteilig beeinträchtigt wird.

Durch die Weiterführung bzw. Anpassung des Grundwasser-Monitoring-programms mit Wasserspiegelmessungen, Grundwasseranalysen und limnologischen Seewasseruntersuchungen wird die Güte des von den „Fauenwiesquellen“ erschlossenen Grundwasservorkommens überwacht.

Das Rohstoffvorkommen ist hinsichtlich Qualität und Quantität als abbauwürdig einzustufen.

Anlage 1

**Bohrdokumentation SWR 1/20, SWR 2/20,
SWR 4/20 und SWR 5/20**



**Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell Phase II
Landkreis Konstanz
Dokumentation der 1. Bohrkampagne
Messstellen
SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 u. SWR 5/20**

Projekt:	Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II Dokumentation der Ende 2020/Anfang 2021 durchgeführten Bohrarbeiten
Auftraggeber:	Meichle & Mohr GmbH Steigwiesen 5 88090 Immenstaad
Maßnahmen:	<ul style="list-style-type: none">- Abteufen von 4 Bohraufschlüssen incl. Ausbau zu 3- und 5-Zoll-Grundwassermess- stellen- Vermessungsarbeiten
Ausführungszeitraum:	Oktober 2020 – Februar 2021
Projektnummer:	88090/2020-040-01/939

Bericht erstellt:

Radolfzell, den 09.06.2021

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

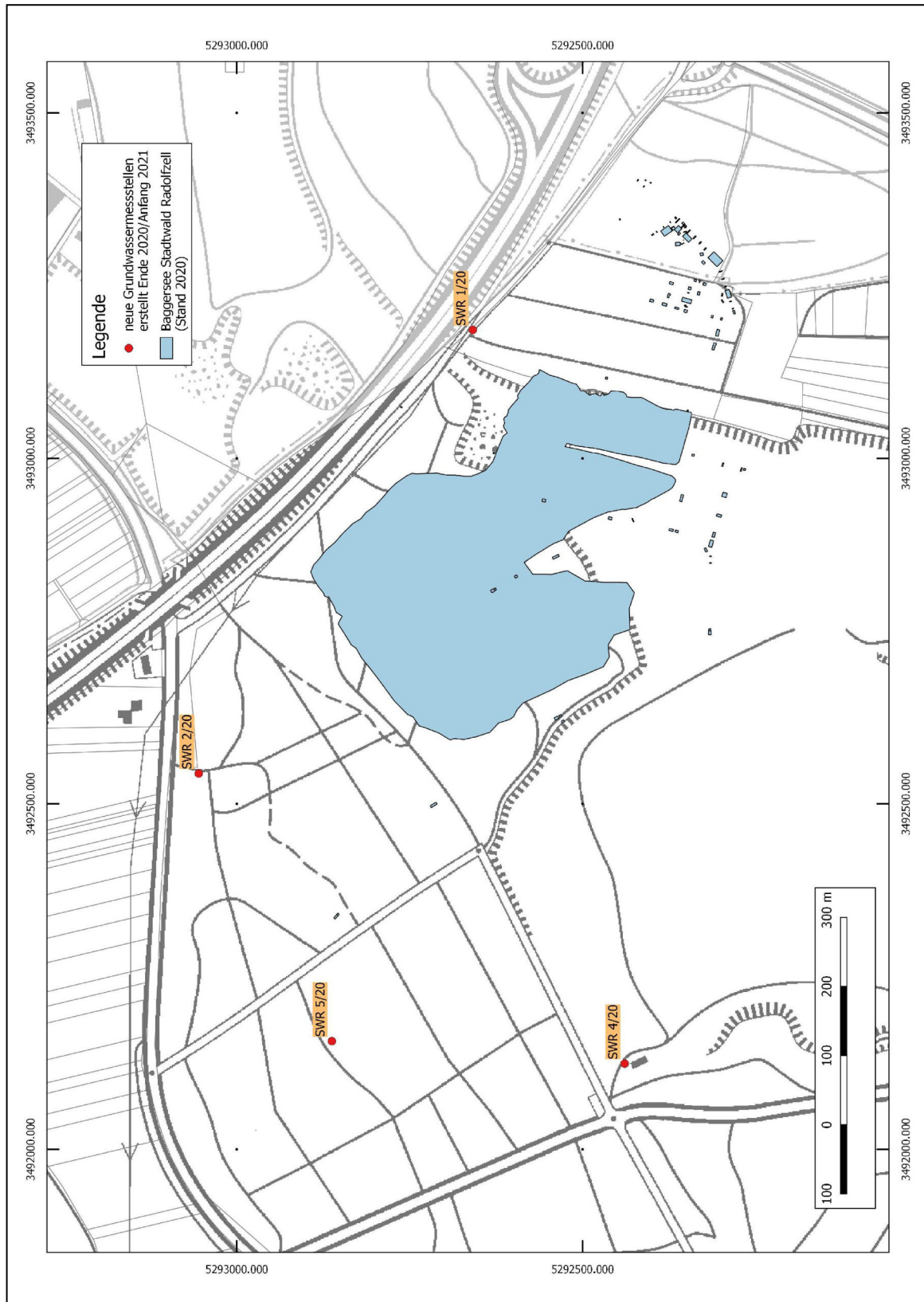


Abb. 1 Lage der Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkung	4
2. Durchgeführte Untersuchungen	4
3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	5
3.1 Bohrarbeiten und Grundwasserverhältnisse	5
3.2 Einmessarbeiten.....	7

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lage der Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20.....	2
--------	---	---

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20	6
--------	--	---

Anlagen

- Ergebnismitteilung Einmessarbeiten (Meichle & Mohr GmbH)
- Dokumentation der Bohrarbeiten

1. Vorbemerkung

Im Zuge der geplanten Erweiterung des Kiesnassabbaus im Stadtwald Radolfzell wurden im Auftrag der Meichle & Mohr GmbH 4 Aufschlussbohrungen bis max. 80 m unter Gelände abgeteuft und zu Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Bohrungen dienten der Erkundung der rohstoffgeologischen Verhältnisse (Kiesbasis, Kiesmächtigkeit) im geplanten Erweiterungsgebiet. Alle 4 Aufschlüsse wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut und wurden nach ihrer Fertigstellung in das seit Beginn des Nassabbaus begleitende Grundwassermonitoring integriert.

Die Darstellung und die Interpretation der Monitoringergebnisse erfolgen zu gegebener Zeit in einem separaten Bericht.

Im vorliegenden Bericht werden die ausgeführten Bohr- und Vermessungsarbeiten gemäß Punkt 11 der Nebenbestimmungen und Hinweise aus der Bohrgenehmigung des Landratsamtes Konstanz vom 06.10.2020 (AZ 22.4-692.220-224/20) dokumentiert.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Folgende Maßnahmen wurden im Zeitraum Oktober 2020 – Februar 2021 durchgeführt:

- Abteufen von 4 Erkundungsbohrungen incl. Ausbau zu 3- bzw. 5-Zoll-Grundwassermessstellen (s. Tab. 1 und Abb. 1)
- Einmessarbeiten (Lagekoordinaten und Höhe m+NN)
- Ausrüstung der Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 mit Datensammler zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Wasserspiegelschwankungen und der Temperatur

3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

3.1 Bohrarbeiten und Grundwasserverhältnisse

Im Zeitraum vom 20.10.2020 – 03.02.2021 wurden insgesamt 4 Bohrungen von der Fa. Terrasond GmbH & Co.KG aus Günzburg-Deffingen bis max. 80,00 m unter Gelände abgeteuft und zu 3- bzw. 5-Zoll-Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Ergebnisse der Bohrarbeiten sind in der Anlage (Bohrprofile, Ausbaupläne, Fotodokumentation) dokumentiert. Eine Kurzübersicht zu den wichtigsten Daten der Bohrungen bietet die Tabelle 1. Die Lage der neu eingerichteten Grundwasseraufschlüsse geht aus der Abbildung 1 hervor.

Angetroffene Schichten und Grundwasserverhältnisse

Alle 4 Bohraufschlüsse erschließen die quartäre Auffüllung des Singener Beckenkomplexes und durchteuften die gemäß der Definition aus dem Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen übernommenen hydraulischen Gliederung die kiesig-sandig ausgebildeten Stockwerke E und CD bzw. CDE.

Die Bohrung SWR 1/20 erschließt die sandigen Kiese des Fensters CDE und wurde als unvollkommene Messstelle von 12 – 25 m ausgebaut. Die drei weiteren Aufschlüsse haben ein trockenes Stockwerk E angetroffen, welches durch hydraulisch abdichtende Zwischenschichtsedimente von dem unteren Stockwerk CD getrennt ist. Gespanntes Grundwasser wurde nach Durchteufen der Zwischenschichtsedimente im Stockwerk CD angebohrt.

Der am 14.04.2021 gemessene Grundwasserspiegel bewegt sich zwischen 417,25 m NN und 417,32 m NN (s. Tab. 1). Die Bohrergebnisse passen sich damit gut in die bisherigen Vorstellungen bzgl. des hydrogeologischen Aufbaus im Stadtwald Radolfzell ein.

Die Bohrung SWR 5/20 zeigt einen heterogenen Aufbau der Zwischenschicht bestehend aus tonigen, z.T. sandigen Beckensedimenten, matrixgestützten Diamikten („Moränensedimente“) und sandig-schluffigen Kiesen. In diesen Kiesen wurde Grundwasser angetroffen, welches hydraulisch getrennt vom Grundwasser aus Stockwerk CD ist.

Die Basis von Stockwerk CD wurde nur in Bohrung SWR 4/20 erschlossen. Sie besteht aus graugrünen bis rotbraunen Tonmergeln der Unteren Süßwassermolasse.

Die Messstellen SWR 2, SWR 4 und SWR 5 wurden mit Datensammlern zur kontinuierlichen Aufzeichnung des Wasserspiegels ausgerüstet. Die Ergebnisse der Wasserspiegelmessungen werden in einem separaten Monitoringbericht dargestellt.

Tab. 1 Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II –
Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20

HD-EDV	TK	NAME	KENNUNG	RW (Gauss-Krüger)	HW (Gauss-Krüger)	UTM Zone 32T Ostwert	UTM Zone 32T Nordwert
5660	8220	SWR 1/20	GWM	3493185,93	5292658,73	32493112,64	5290980,11
5684	8220	SWR 2/20	GWM	3492543,95	5293055,15	32492470,92	5291376,37
5685	8220	SWR 4/20	GWM	3492124,13	5292438,99	32492051,26	5290805,44
5686	8220	SWR 5/20	GWM	3492156,61	5292862,54	32492083,72	5291183,84

HD-EDV	TK	NAME	KENNUNG	m u. GOK	m u. POK	ET [m]	Filterstrecke [m u. GOK]	Ausbau ø [mm]	Wasser angebohrt [m u. GOK]	Wsp 14.04.21 [m NN]
5660	8220	SWR 1/20	GWM	427,27	428,74	25,0	12,0 - 25,0	80	11,93	417,25
5684	8220	SWR 2/20	GWM	434,70	435,46	78,0	22,0 - 52,0	125	23,74	417,32
5685	8220	SWR 4/20	GWM	426,54	427,30	68,0	16,0 - 54,0	125	15,04	417,26
5686	8220	SWR 5/20	GWM	434,63	435,52	80,0	35,0 - 55,0	125	14,03	417,26

RW	Rechtswert
HW	Hochwert
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m u. POK	Meter unter Pegeloberkante
m NN	Meter über Normalnull (Meeresspiegel)

3.2 Einmessarbeiten

Die neu erstellten Messstellen sind in der Abbildung 1 und in der Anlage dargestellt. Sie liegen auf der Gemarkung Friedingen, Fl.Stck. 3271 (SWR 2/29 und Fl.Stck 2279 (SWR 4/20; SWR 5/20) bzw. auf der Gemarkung Überlingen, Fl.Stck 1807/1 (SWR 1/20).

Die Messstellen wurden nach Lage und Höhe von der Meichle & Mohr GmbH nach Abschluss der Bohrarbeiten eingemessen (s. Anlage und Tab. 1).

Die Lagekoordinaten in Tabelle 1 sind im Gauß-Krüger- und auch im UTM Zone 32T-Format angegeben; die Originaleinmessung der Meichle & Mohr GmbH in der Anlage gibt Gauss-Krüger-Werte an.

Anlagen

- Ergebnismitteilung Einmessarbeiten
(Meichle & Mohr GmbH)
- Dokumentation der Bohrarbeiten
SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20



3491778.79

5292199.71

5293227.71

349318.79



www. **GisInfoService** .de

Datum:
17.02.2021

Es gelten die Copyright- und
Nutzungsbedingungen der Dienstleister
Siehe:
<https://www.gisinfoservice.de/ueber-uns/nutzungsbedingungen>

GWM:

SWR 1 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5660

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3493185,93
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292658,734
UTM E	32493112,640
UTM N	5290980,108
Geländeoberkante in mNN (GOK)	427,27
Pegeloberkante in mNN (POK)	428,737

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	20. - 25.10.20
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	219
Filterdurchmesser in mm:	80

Bohrteufe in m:	25,00
Ausbauteufe in m:	25,00
Filterstrecke von - bis in m:	12,0 - 25,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 14.04.2021	11,49
GW angebohrt in m u. GOK am 28.10.2020 8:45 Uhr	11,93
GW Anstieg in m u. GOK am 28.10.2020 9:00 Uhr	11,74

Bemerkungen:

Anlagen:

Fotodokumentation

Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

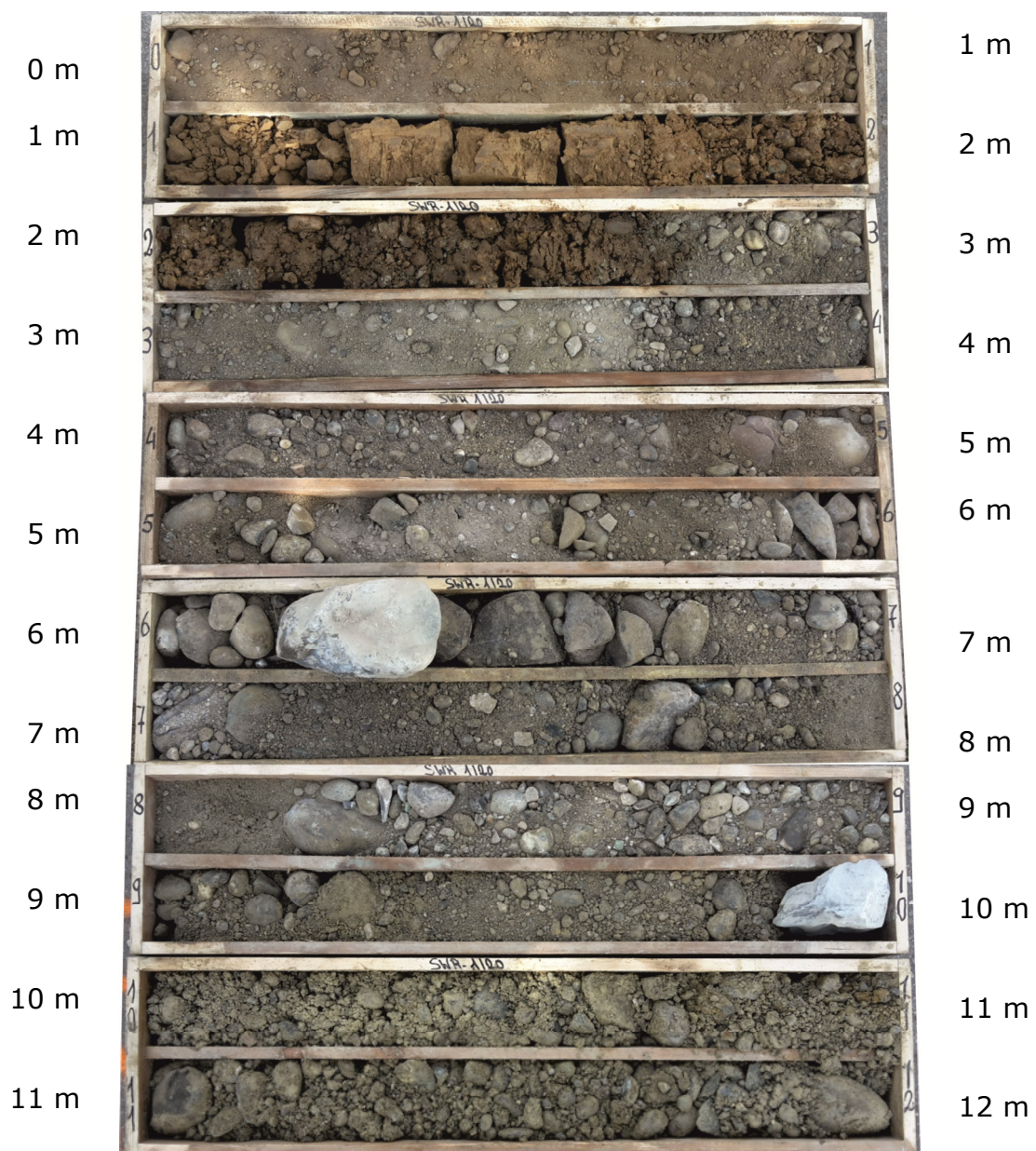
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

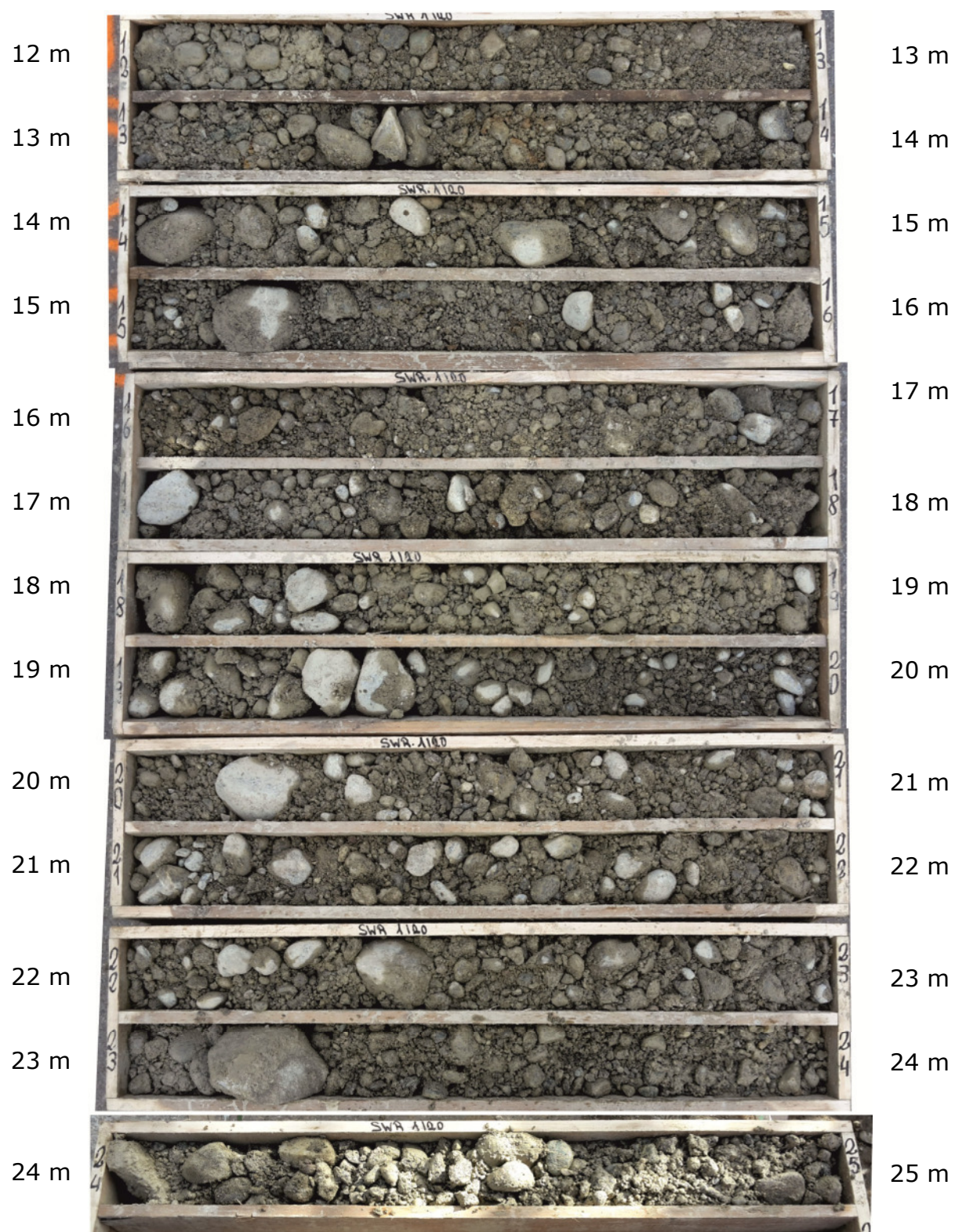
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch

Bohrfirma: Terrasond, Günzburg

Bohrzeitraum: 20.10.2020 – 25.10.2020

Fotodokumentation der Bohrung SWR 1/20 [5660]





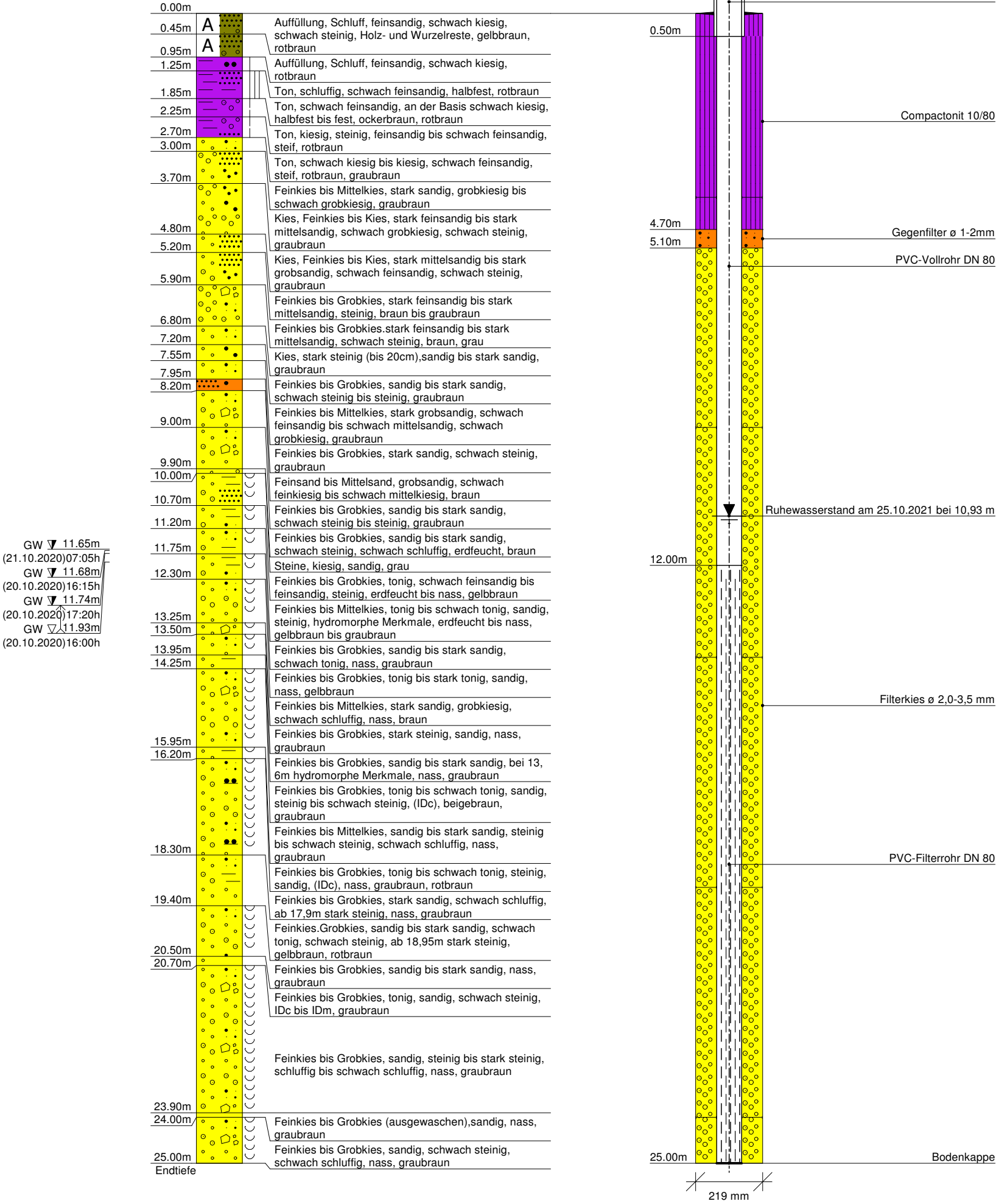
Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 100 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5660

SWR 1/20

Ansatzpunkt:GOK

Messstellenausbau



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 10
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 1/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 20.10.2020 bis: 25.10.2020 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	25 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =				BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF = BK mit fester Kernumhüllung ... =			
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend				ram = rammend druck = drückend				schlag = schlagend greif = greifend			
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr				HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe				Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde			
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil				HA = Hand F = Freifall V = Vibro				DR = Druckluft HY = Hydraulik			
9.1.2.3 Spülhilfe: WS = Wasser LS = Luft				SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum				d = direkt id = indirekt			

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spülhilfe				Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen
0,00	25,00	BK	ram	Schap	180	DR	-	219	194	25,00	

9.3 Bohrkronen				9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr.	ø	Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr.	ø	Außen/Innen: /	1						
3	Nr.	ø	Außen/Innen: /	2						
4	Nr.	ø	Außen/Innen: /	3						
5	Nr.	ø	Außen/Innen: /	4						
6	Nr.	ø	Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 11.93 m, Anstieg bis 11.65 m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 11.65 m unter Ansatzpunkt bei 13,00 m Bohrtiefe											
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr von m bis m ø mm			Filterschüttung Art von m bis m Körnung mm				Sperrschicht von m bis m Art			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
1	12.00	25.00	80	Gegenfilter	4.70	5.10	1-2	0.00	4.70	Compactonit	1,00 m
				Filterkies	5.10	25.00	2-3,5				

11 Sonstige Angaben											
Datum: 25.10.2020 Firmenstempel: Unterschrift: <u>gez. Stefan Langenwalter</u>											

DC

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 3		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
0.45	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, schwach kiesig, schwach steinig						
	b) Holz- und Wurzelreste						
	c)	d)	e) gelbbraun, rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
0.95	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.25	a) Ton, schluffig, schwach feinsandig						
	b)						
	c) halbfest	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.85	a) Ton, schwach feinsandig						
	b) an der Basis schwach kiesig						
	c) halbfest bis fest	d)	e) ockerbraun, rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
2.25	a) Ton, kiesig, steinig, feinsandig bis schwach feinsandig						
	b)						
	c) steif	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 4		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
2.70	a) Ton, schwach kiesig bis kiesig, schwach feinsandig						
	b)						
	c) steif	d)	e) rotbraun, graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
3.00	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
3.70	a) Kies, Feinkies bis Kies, stark feinsandig bis stark mittelsandig, schwach grobkiesig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
4.80	a) Kies, Feinkies bis Kies, stark mittelsandig bis stark grobsandig, schwach feinsandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
5.20	a) Feinkies bis Grobkies, stark feinsandig bis stark mittelsandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 5		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
5.90	a) Feinkies bis Grobkies, stark feinsandig bis stark mittelsandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) braun, grau				
	f)	g)	h) i)				
6.80	a) Kies, stark steinig (bis 20cm), sandig bis stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
7.20	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig bis steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
7.55	a) Feinkies bis Mittelkies, stark grobsandig, schwach feinsandig bis schwach mittelsandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
7.95	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 6		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
8.20	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
9.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig bis steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
9.90	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
10.00	a) Steine, kiesig, sandig						
	b)						
	c)	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
10.70	a) Feinkies bis Grobkies, tonig, schwach feinsandig bis feinsandig, steinig						
	b)						
	c) erdfeucht bis nass	d)	e) gelbbraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 7		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
11.20	a) Feinkies bis Mittelkies, tonig bis schwach tonig, sandig, steinig						
	b) hydromorphe Merkmale						
	c) erdfeucht bis nass	d)	e) gelbbraun bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
11.75	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach tonig			Wasseranstieg 11.65m u. AP 21.10.2020 Wasseranstieg 11.68m u. AP 20.10.2020 Wasseranstieg 11.74m u. AP 20.10.2020			
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
12.30	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis stark tonig, sandig			Grundwasser 11.93m u. AP 20.10.2020			
	b)						
	c) nass	d)	e) gelbbraun				
	f)	g)	h) i)				
13.25	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, schwach schluffig						
	b)						
	c) nass	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
13.50	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig, sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 8		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
13.95	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig						
	b) bei 13,6m hydromorphe Merkmale						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
14.25	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis schwach tonig, sandig, steinig bis schwach steinig						
	b) (IDc)						
	c)	d)	e) beigebraun, graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
15.95	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, steinig bis schwach steinig, schwach schluffig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
16.20	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis schwach tonig, steinig, sandig						
	b) (IDc)						
	c) nass	d)	e) graubraun, rotbraun				
	f)	g)	h)	i)			
18.30	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach schluffig						
	b) ab 17,9m stark steinig						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 9		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
19.40	a) Feinkies.Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach tonig, schwach steinig						
	b) ab 18,95m stark steinig						
	c)	d)	e) gelbbraun, rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
20.50	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
20.70	a) Feinkies bis Grobkies, tonig, sandig, schwach steinig						
	b) IDc bis IDm						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
23.90	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig bis stark steinig, schluffig bis schwach schluffig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
24.00	a) Feinkies bis Grobkies (ausgewaschen), sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 10		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
25.00 Endtiefe	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig, schwach schluffig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Pumpversuch

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Bohrung Nr.

SWR 1/20

Blatt: 1

Auftr.Nr.: 2020-1105

Datum: 26.10.2020

Ausgeführt von: St. Lagenwalter

Pumpeneinlauf bei 54,40 m

Ablaufleitung	35,00	m
---------------	-------	---

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 1/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]Blatt: 2

Auftr.Nr.: 2020-1105

Datum: 26.10.2020

Pumpeneinlauf bei 54,40 m

Ablaufleitung	35,00	m
---------------	-------	---

Ausgeführt von: St. Lagenwalter

[illegible]

GWM:

SWR 2 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5684

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492543,951
Hochwert (Gauss-Krüger)	5293055,154
UTM E	32492470,915
UTM N	5291376,370
Geländeoberkante in mNN (GOK)	434,7
Pegeloberkante in mNN (POK)	435,46

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	27.10.- 03.12.20
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 178
Filterdurchmesser in mm:	125

Bohrteufe in m:	78,00
Ausbauteufe in m:	52,00
Filterstrecke von - bis in m:	22,0 - 52,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 14.04.2021	18,14
GW angebohrt in m u. GOK am 28.10.2020 8:45 Uhr	23,74
GW Anstieg in m u. GOK am 28.10.2020 9:00 Uhr	22,67

Bemerkungen:

Anlagen:

Fotodokumentation

Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

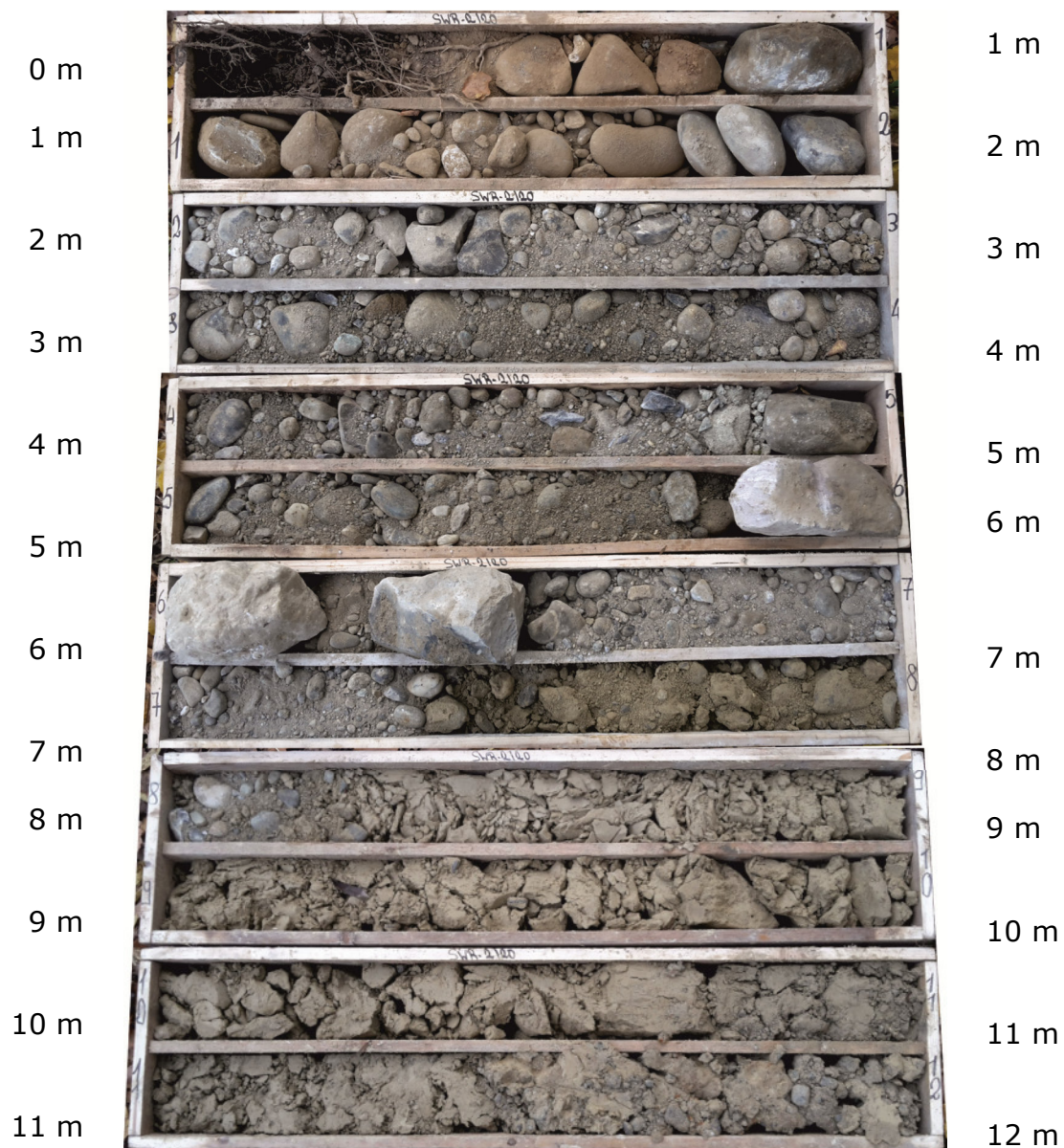
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

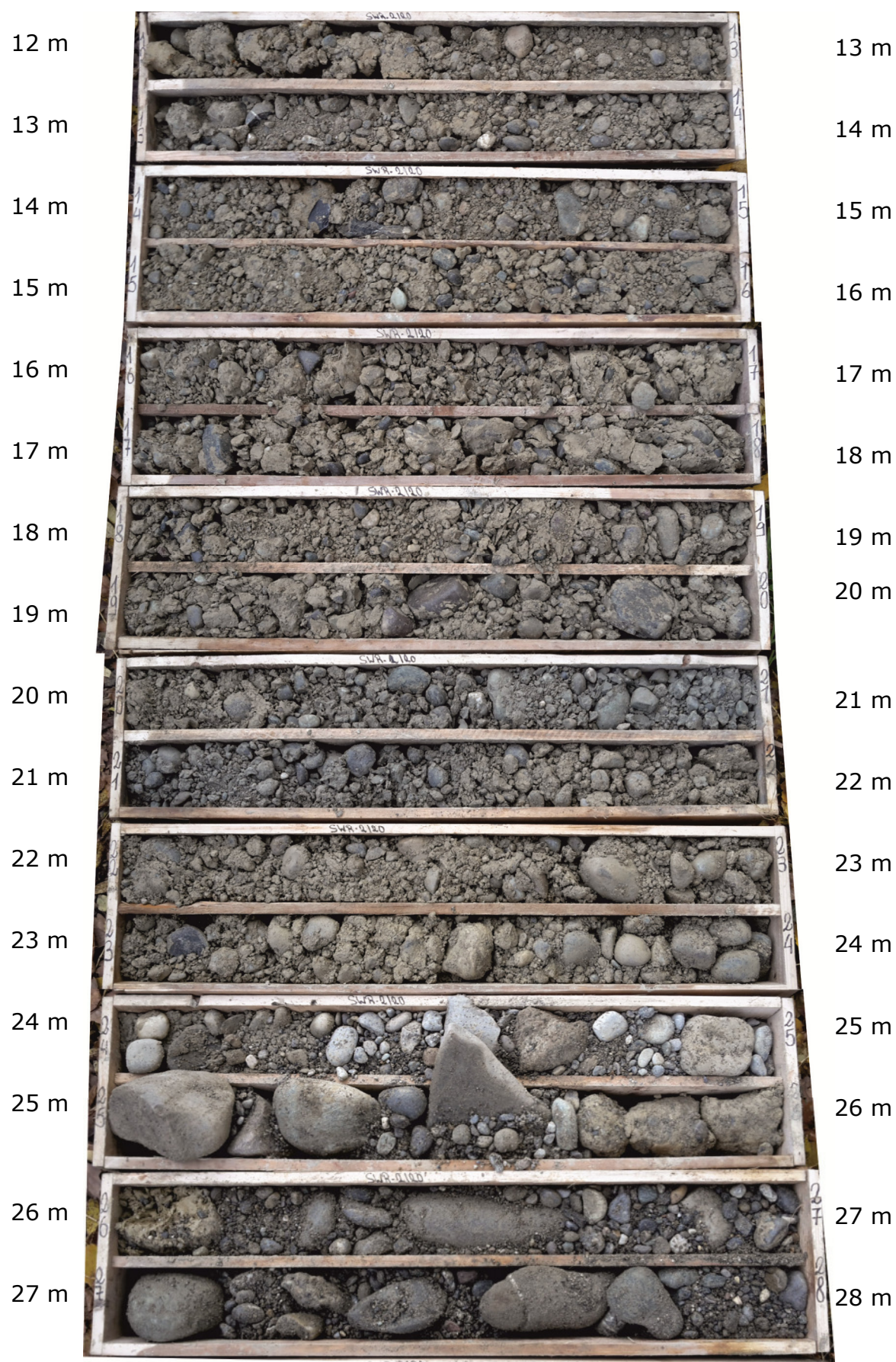
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch

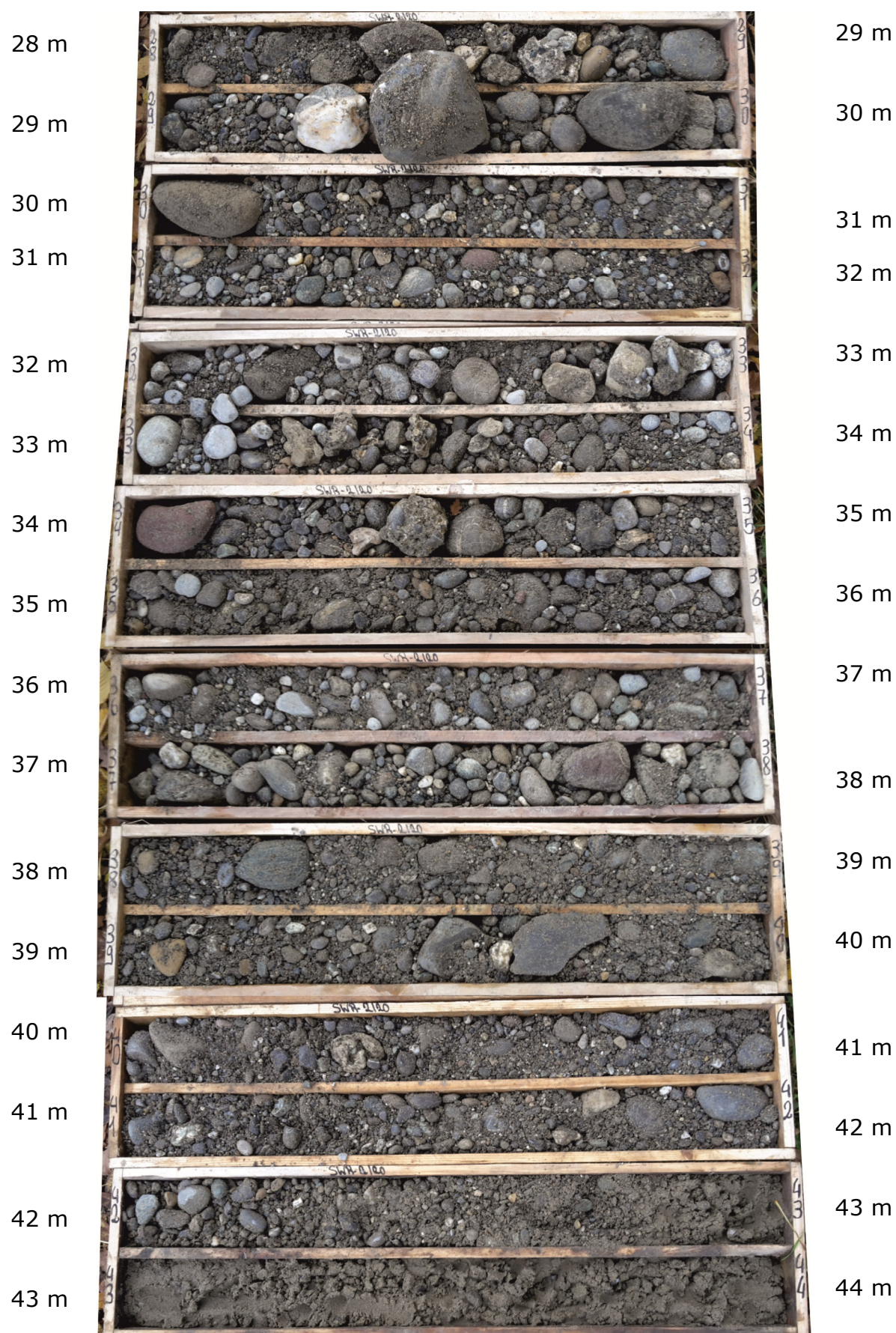
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg

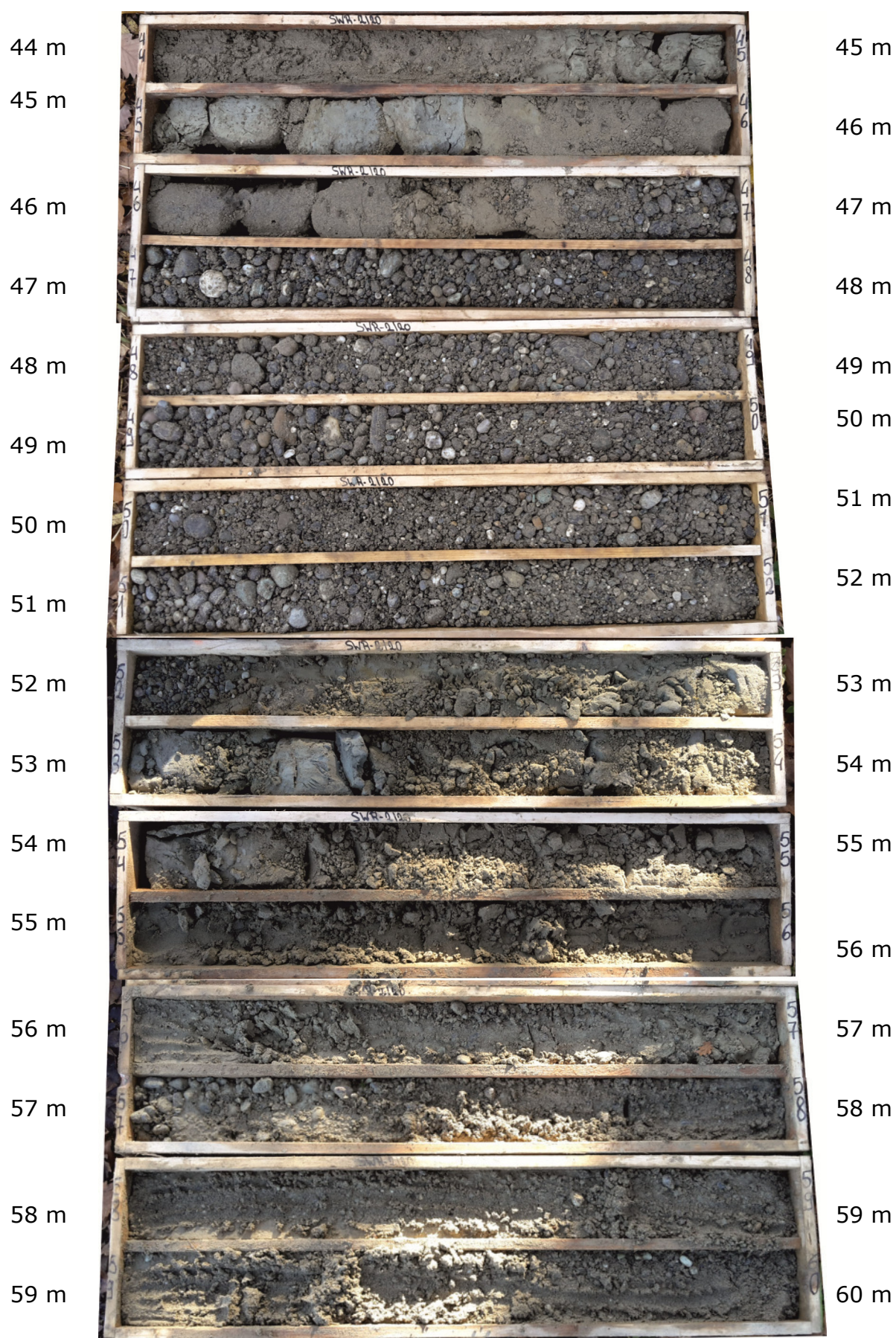
Bohrzeitraum: 27.10.2020 – 03.12.2020

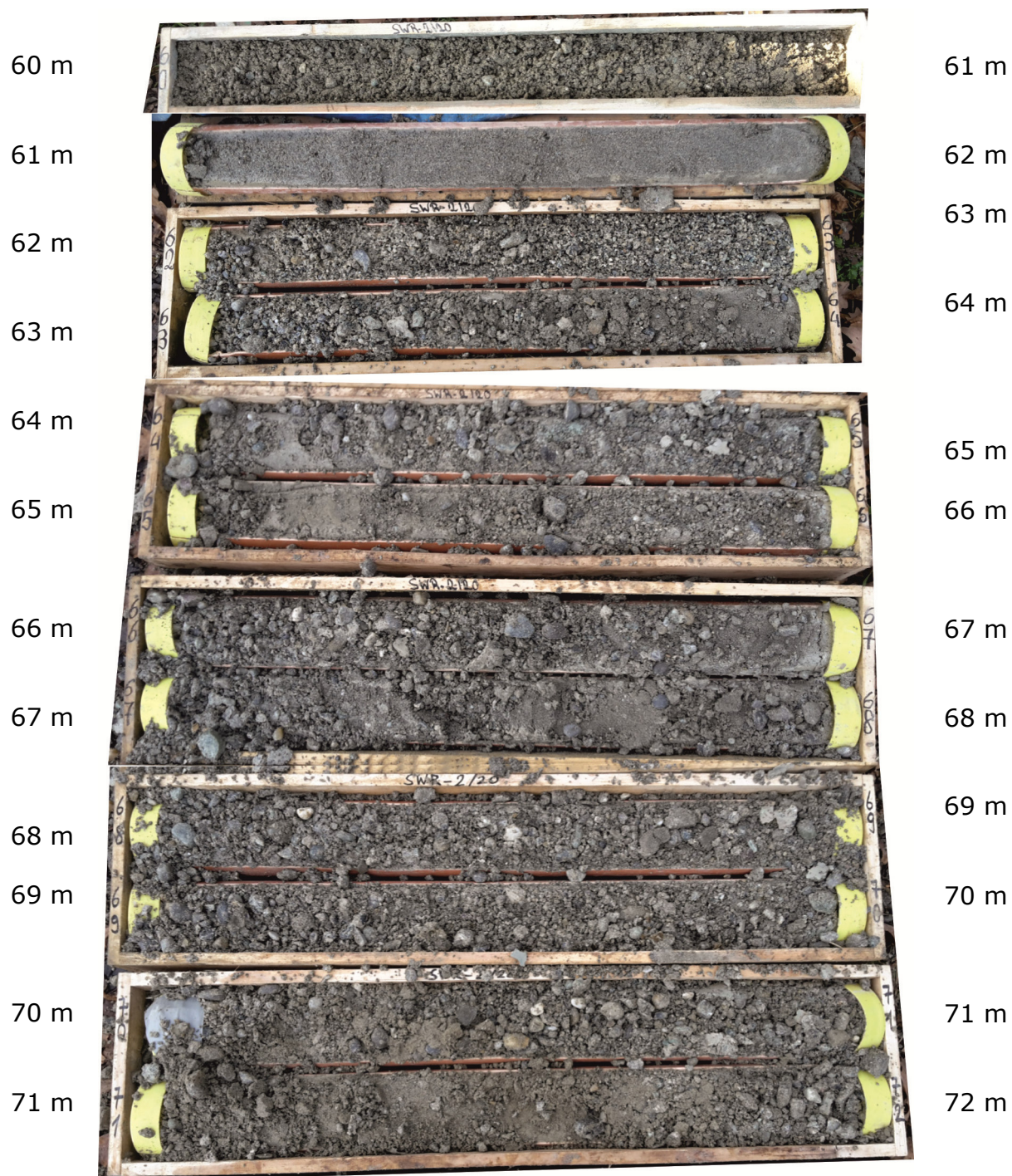
Fotodokumentation der Bohrung SWR 2/20 [5684]

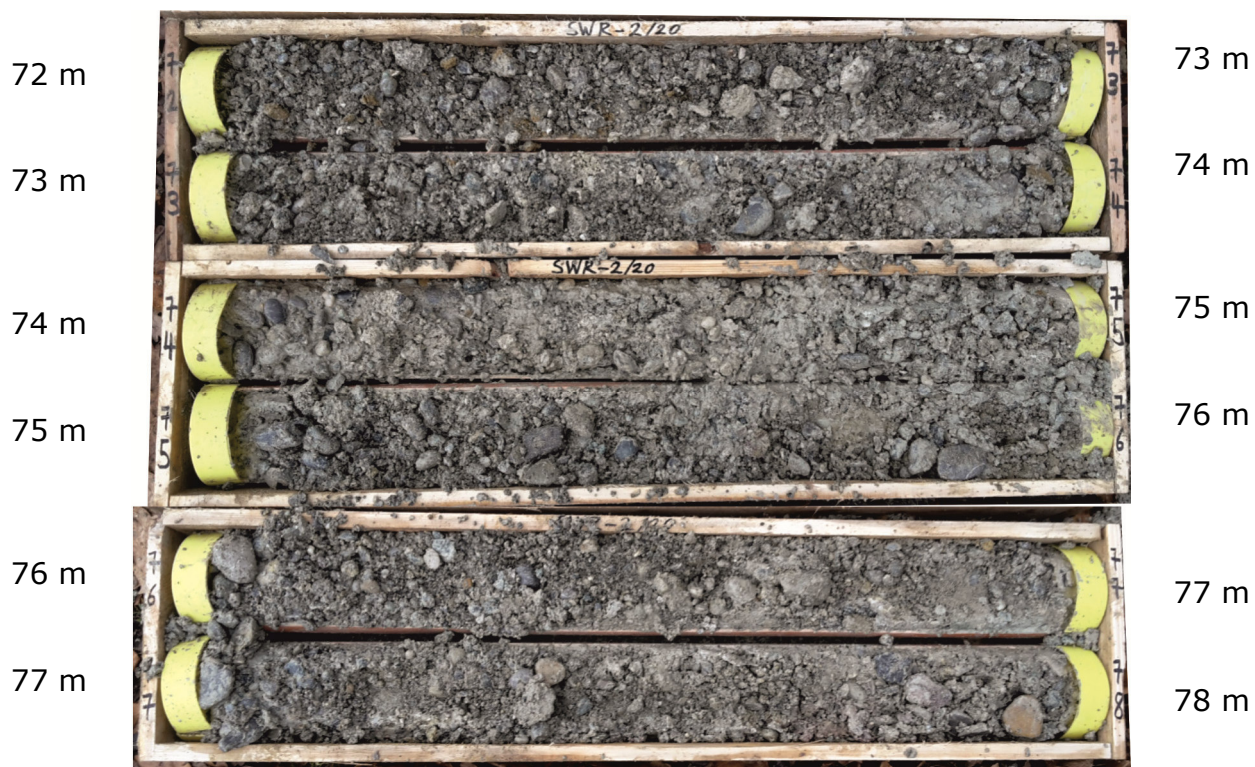






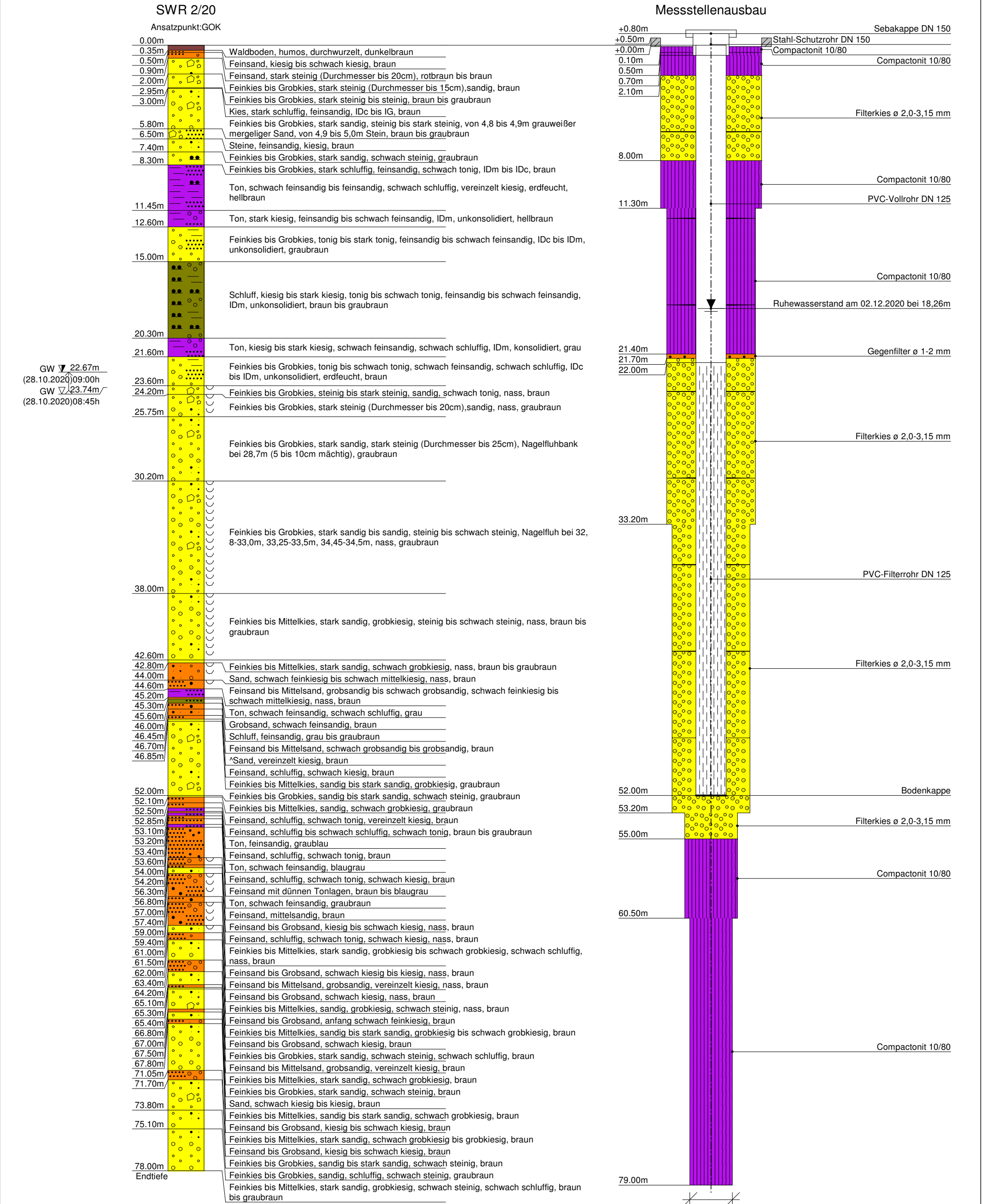






Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 250 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5684



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 15
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 2/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 27.10.2020 bis: 03.12.2020 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	78 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit Gewinnung Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF = BK mit fester Kernumhüllung ... =	
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend	
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde	
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik	
9.1.2.3 Spülhilfe: WS = Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spül-hilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0,00	11,30	BK	ram	Schap	368	DR	-	419	391	11,30	
11,30	33,20	BK	ram	Schap	324	DR	-	368	340	33,20	
33,20	53,20	BK	ram	Schap	273	DR	WS-Auflast	324	299	53,20	
53,20	60,50	BK	ram	Schap	180/140	DR	-	219	194	60,50	
60,50	78,00	BK	ram	Schap	140	F	DS	178	156	78,00	

9.3 Bohrkronen				9.4 Geräteführer-Wechsel					
1	Nr:	ø	Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz	Grund
2	Nr:	ø	Außen/Innen: /	1					
3	Nr:	ø	Außen/Innen: /	2					
4	Nr:	ø	Außen/Innen: /	3					
5	Nr:	ø	Außen/Innen: /	4					
6	Nr:	ø	Außen/Innen: /						

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 23.74 m, Anstieg bis 22.67 m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 22.67 m unter Ansatzpunkt bei 23,80 m Bohrtiefe											
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr			Filterschüttung				Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
1	22.00	52.00	125	Filterkies	2.10	8.00	2,0-3,15	0.10	0.50	Compactonit 10/80	0,00 m
				Filtersand	21.40	21.70	1,0-2,0	0.50	2.10	Compactonit 10/80	
				Filterkies	21.70	55,00	2,0-3,15	8.00	11.30	Compactonit 10/80	

11 Sonstige Angaben	

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 3			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.35	a) Waldboden, humos							
	b) durchwurzelt							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
0.50	a) Feinsand, kiesig bis schwach kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
0.90	a) Feinsand, stark steinig (Durchmesser bis 20cm)							
	b)							
	c)	d)	e) rotbraun bis braun					
	f)	g)	h)	i)				
2.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig (Durchmesser bis 15cm), sandig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
2.95	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig bis steinig							
	b)							
	c)	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 4		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
3.00	a) Kies, stark schluffig, feinsandig						
	b) IDc bis IG						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
5.80	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, steinig bis stark steinig						
	b) von 4,8 bis 4,9m grauweißer mergeliger Sand, von 4,9 bis 5,0m Stein						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
6.50	a) Steine, feinsandig, kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
7.40	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
8.30	a) Feinkies bis Grobkies, stark schluffig, feinsandig, schwach tonig						
	b) IDm bis IDc						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 5		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
11.45	a) Ton, schwach feinsandig bis feinsandig, schwach schluffig						
	b) vereinzelt kiesig						
	c) erdfeucht	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i)				
12.60	a) Ton, stark kiesig, feinsandig bis schwach feinsandig						
	b) IDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i)				
15.00	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis stark tonig, feinsandig bis schwach feinsandig						
	b) IDc bis IDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
20.30	a) Schluff, kiesig bis stark kiesig, tonig bis schwach tonig, feinsandig bis schwach feinsandig						
	b) IDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
21.60	a) Ton, kiesig bis stark kiesig, schwach feinsandig, schwach schluffig						
	b) IDm, konsolidiert						
	c)	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 6		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
23.60	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis schwach tonig, schwach feinsandig, schwach schluffig			Wasseranstieg 22.67m u. AP 28.10.2020			
	b) IDc bis IDm, unkonsolidiert						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
24.20	a) Feinkies bis Grobkies, steinig bis stark steinig, sandig, schwach tonig			Grundwasser 23.74m u. AP 28.10.2020			
	b)						
	c) nass	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
25.75	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig (Durchmesser bis 20cm), sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
30.20	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, stark steinig (Durchmesser bis 25cm)						
	b) Nagelfluhbank bei 28,7m (5 bis 10cm mächtig)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
38.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig bis sandig, steinig bis schwach steinig						
	b) Nagelfluh bei 32,8-33,0m, 33,25-33,5m, 34,45-34,5m						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung Nr. SWR 2/20

Blatt 7

Datum:
27.10.2020-
03.12.2020

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
42.60	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, steinig bis schwach steinig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
42.80	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
44.00	a) Sand, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
44.60	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig bis schwach grobsandig, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
45.20	a) Ton, schwach feinsandig, schwach schluffig							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 8		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
45.30	a) Grobsand, schwach feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
45.60	a) Schluff, feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) grau bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
46.00	a) Feinsand bis Mittelsand, schwach grobsandig bis grobsandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
46.45	a) ^Sand						
	b) vereinzelt kiesig						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
46.70	a) Feinsand, schluffig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 9		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
46.85	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
52.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
52.10	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
52.50	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig						
	b) vereinzelt kiesig						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
52.85	a) Feinsand, schluffig bis schwach schluffig, schwach tonig						
	b)						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 10			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
53.10	a) Ton, feinsandig							
	b)							
	c)	d)	e) graublau					
	f)	g)	h)	i)				
53.20	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
53.40	a) Ton, schwach feinsandig							
	b)							
	c)	d)	e) blaugrau					
	f)	g)	h)	i)				
53.60	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
54.00	a) Feinsand mit dünnen Tonlagen							
	b)							
	c)	d)	e) braun bis blaugrau					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 11			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
54.20	a) Ton, schwach feinsandig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
56.30	a) Feinsand, mittelsandig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
56.80	a) Feinsand bis Grobsand, kiesig bis schwach kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
57.00	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
57.40	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig, schwach schluffig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 12			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
59.00	a) Feinsand bis Grobsand, schwach kiesig bis kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
59.40	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig							
	b) vereinzelt kiesig							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
61.00	a) Feinsand bis Grobsand, schwach kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
61.50	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, grobkiesig, schwach steinig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
62.00	a) Feinsand bis Grobsand, anfang schwach feinkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 13		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
63.40	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
64.20	a) Feinsand bis Grobsand, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
65.10	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
65.30	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig						
	b) vereinzelt kiesig						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
65.40	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 14		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
66.80	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
67.00	a) Sand, schwach kiesig bis kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
67.50	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
67.80	a) Feinsand bis Grobsand, kiesig bis schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
71.05	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig bis grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 15			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
71.70	a) Feinsand bis Grobsand, kiesig bis schwach kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
73.80	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
75.10	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schluffig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
78.00 Endtiefe	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, schwach steinig, schwach schluffig							
	b)							
	c)	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Bohrung Nr.: **SWR 2/20**

Durchführungszeit: 28.10.-02.12.2020

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe / m	UK Verrohrg. / m	Bohrtiefe / m
angebohrt	28.10.2020	08:45 Uhr	23,74 m	22,90 m	23,80 m
eingespiegelt	28.10.2020	09:00 Uhr	22,67 m	22,90 m	23,80 m
eingespiegelt	28.10.2020	17:55 Uhr	23,17 m	28,10 m	28,30 m
eingespiegelt	29.10.2020	07:05 Uhr	22,81 m	28,10 m	28,30 m
eingespiegelt	29.10.2020	16:30 Uhr	23,09 m	37,00 m	37,00 m
eingespiegelt	02.11.2020	11:40 Uhr	22,79 m	37,00 m	37,00 m
eingespiegelt	02.11.2020	17:40 Uhr	23,88 m	45,40 m	45,70 m
eingespiegelt	03.11.2020	07:00 Uhr	23,64 m	45,40 m	45,70 m
eingespiegelt	03.11.2020	17:25 Uhr	20,81 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	04.11.2020	07:05 Uhr	20,41 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	04.11.2020	15:00 Uhr	20,38 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	05.11.2020	07:10 Uhr	20,38 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	05.11.2020	17:20 Uhr	21,09 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	09.11.2020	10:10 Uhr	19,22 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	09.11.2020	17:35 Uhr	19,34 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	10.11.2020	07:10 Uhr	18,93 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	10.11.2020	17:45 Uhr	1,84 m	59,60 m	59,60 m
eingespiegelt	11.11.2020	07:10 Uhr	1,81 m	59,60 m	59,60 m
eingespiegelt	11.11.2020	17:50 Uhr	0,98 m	54,20 m	58,60 m
eingespiegelt	12.11.2020	07:15 Uhr	1,07 m	60,00 m	60,00 m
eingespiegelt	12.11.2020	09:00 Uhr	1,07 m	61,00 m	61,00 m
eingespiegelt	17.11.2020	07:15 Uhr	1,09 m	61,00 m	61,00 m
eingespiegelt	17.11.2020	17:45 Uhr	0,83 m	66,00 m	66,00 m
eingespiegelt	18.11.2020	07:10 Uhr	1,31 m	66,00 m	66,00 m
eingespiegelt	18.11.2020	16:10 Uhr	1,74 m	70,00 m	71,00 m
eingespiegelt	23.11.2020	10:35 Uhr	1,89 m	70,00 m	71,00 m
eingespiegelt	23.11.2020	17:50 Uhr	0,24 m	73,00 m	73,00 m
eingespiegelt	24.11.2020	07:20 Uhr	0,60 m	73,00 m	73,00 m
eingespiegelt	24.11.2020	17:55 Uhr	0,11 m	76,00 m	76,00 m

Hauptsitz Günzburg
Tel.: 0 82 21/ 9 06-0 info@terrasond.de
Fax: 0 82 21/ 9 06-40 www.terrasond.de

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]Bohrung Nr.: **SWR 2/20**

Durchführungszeit: 28.10.-02.12.2020

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 2/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Blatt:

1

Auftr.Nr.:

2020-1105

Datum:

02.12.2020

Pumpeneinlauf bei

51,60

m

Ausgeführt von:

St. Lagenwalter

Ablaufleitung

53,00

m

Meßstelle	DN 125							
Höhe ROK	1,00 m ü.GOK							
Uhrzeit	Abstichmaße ab Meßpunkt GOK							Wassermenge l/sec
0:00:00	18,87							
0:01:00	18,87	schwach sandig				trüb		
0:02:00	18,87					trüb		2,5
0:03:00	18,87	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:04:00	18,86					fast klar		
0:06:00	18,86					klar		
0:08:00	18,86	Pumpe bewegt				klar		2,5
0:10:00	18,84					klar		
0:15:00	18,84	Pumpe bewegt				klar		
0:20:00	18,83					klar		
0:30:00	18,81	Pumpe bewegt				klar		2,5
0:40:00	18,79					klar		
0:50:00	18,77					klar		
1:00:00	18,76	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:10:00	18,73					klar		
1:20:00	18,71					klar		
1:30:00	18,69	Pumpe bewegt				klar		
1:40:00	18,68					klar		
1:50:00	18,67	Pumpe bewegt				klar		2,5
2:00:00	18,67					klar		
		Pumpe aus						
0:00:00	18,67	Wiederanstieg						
0:01:00	18,31							
0:02:00	18,26							
0:03:00	18,26							
0:04:00	18,26							
0:06:00	18,26							
0:08:00	18,21							

GWM:

SWR 4 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5685

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492124,132
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292438,993
UTM E	32492051,262
UTM N	5290805,436
Geländeoberkante in mNN (GOK)	426,54
Pegeloberkante in mNN (POK)	427,297

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	07.12.2020 - 13.01.2021
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 219
Filterdurchmesser in mm:	125

Bohrteufe in m:	68,00
Ausbauteufe in m:	54,00
Filterstrecke von - bis in m:	16,0 - 54,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u. POK am 14.04.2021	10,04
GW angebohrt in m u. GOK am 09.12.2020 16:50 Uhr	15,04
GW Anstieg in m u. GOK am 09.12.2020	14,83

Bemerkungen:

Anlagen:

Fotodokumentation

Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

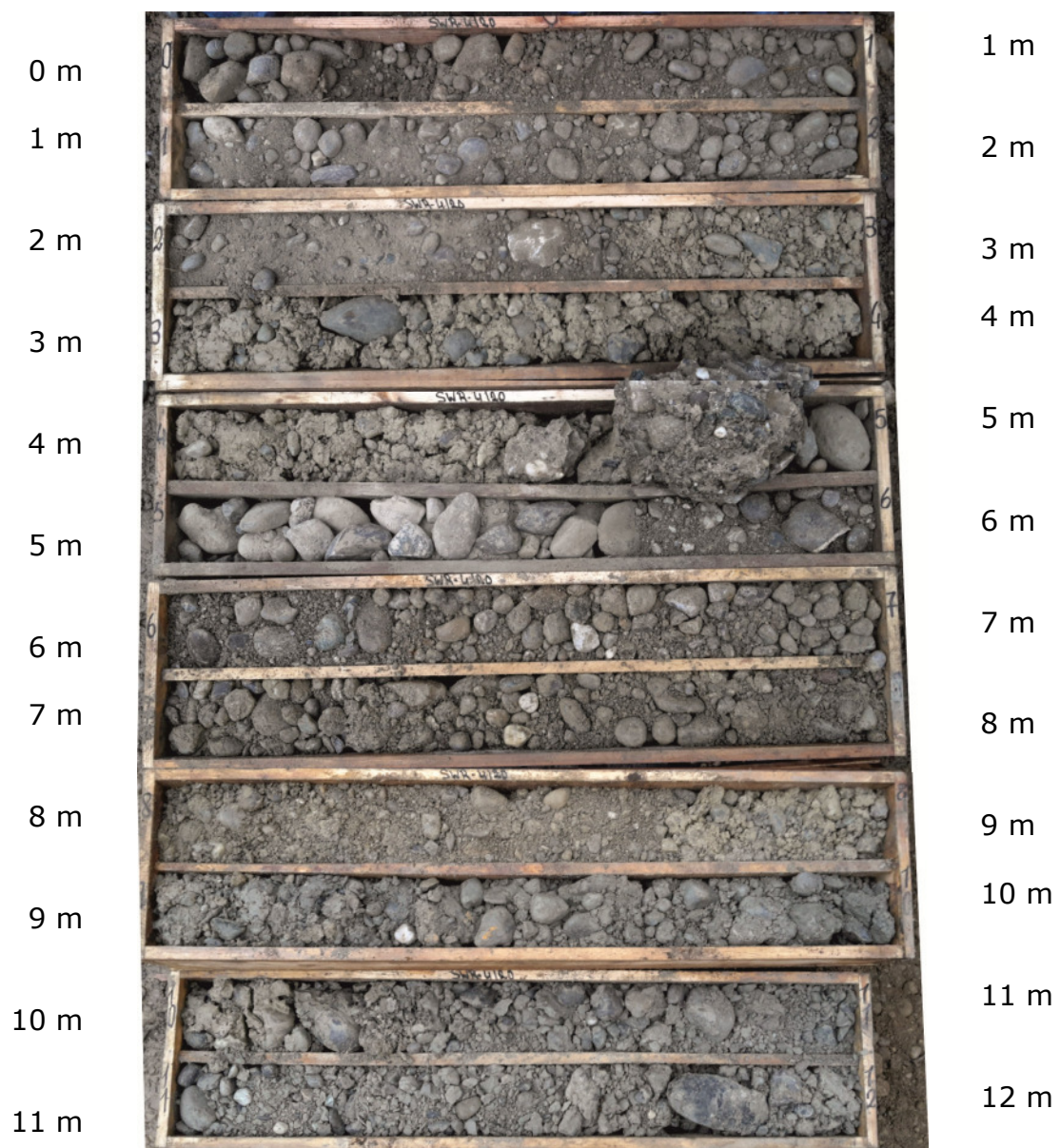
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

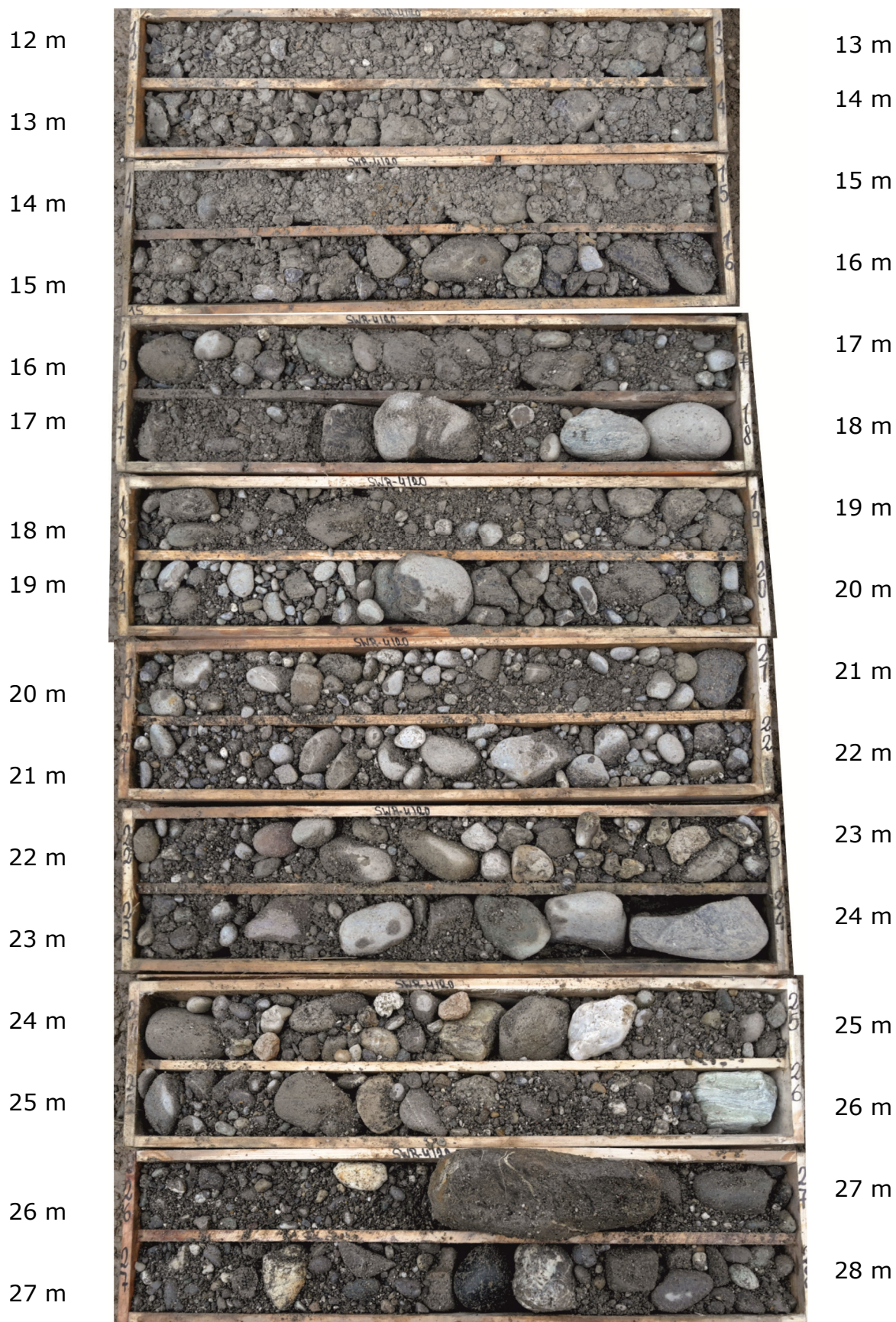
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch

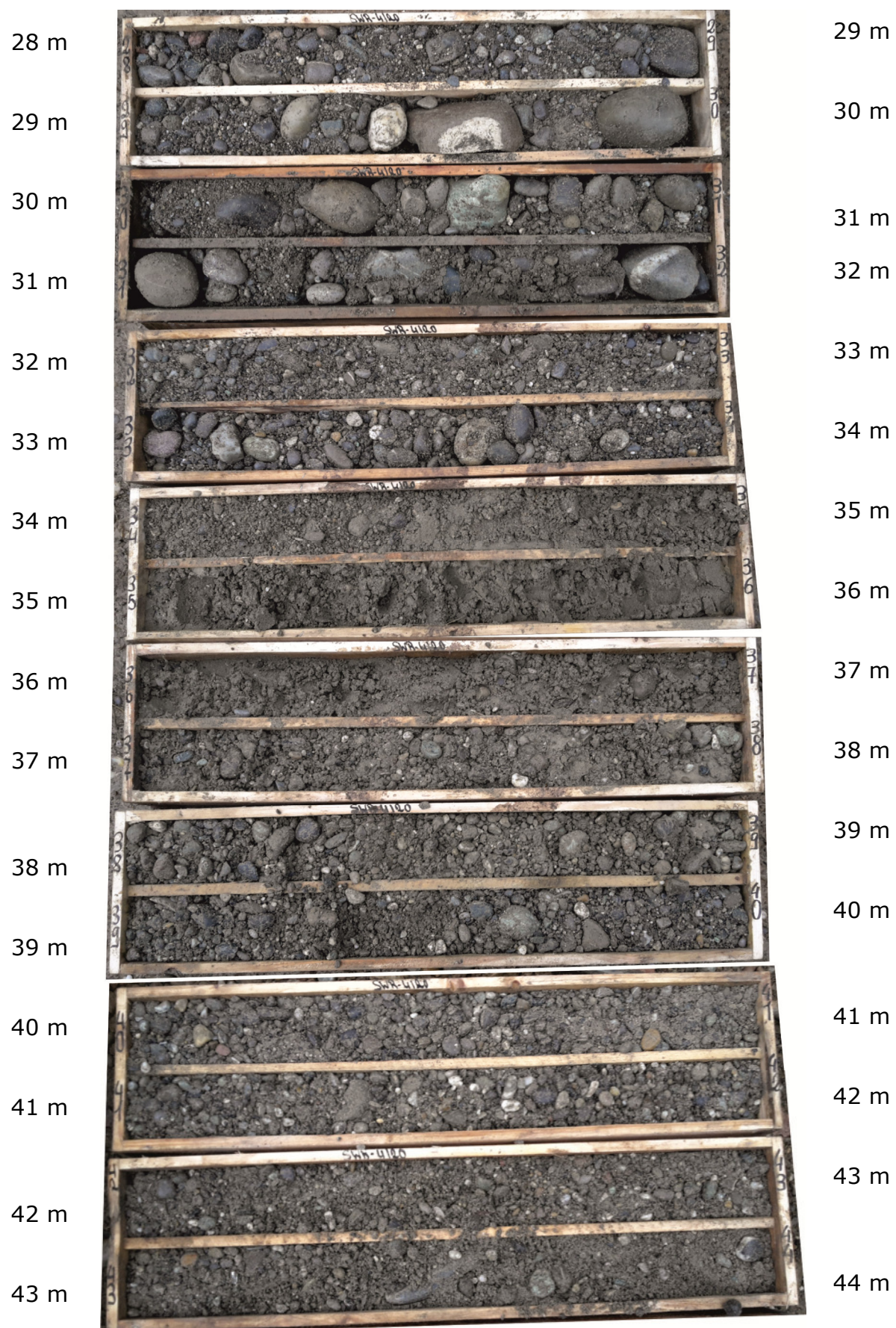
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg

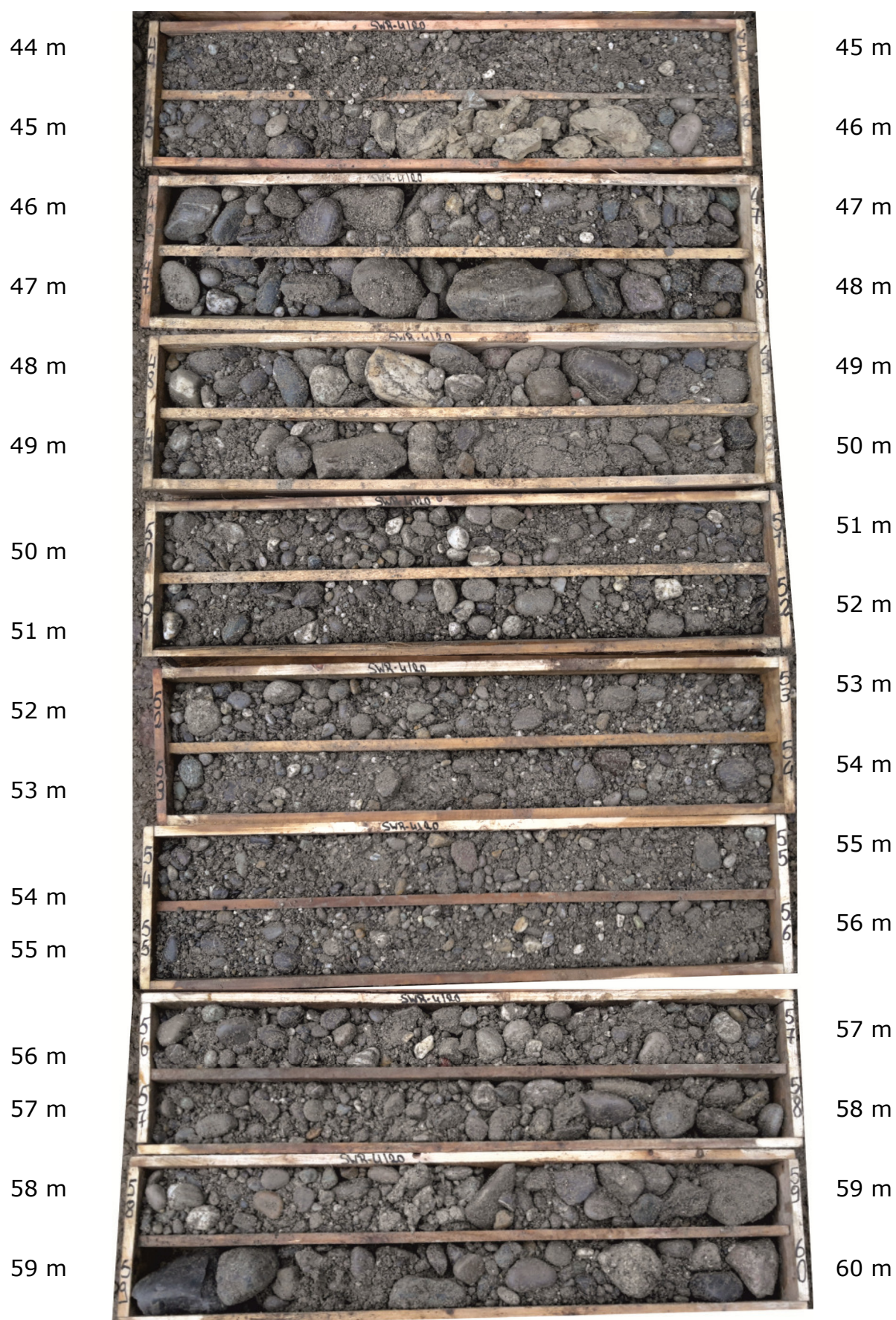
Bohrzeitraum: 07.12.2020 – 13.01.2021

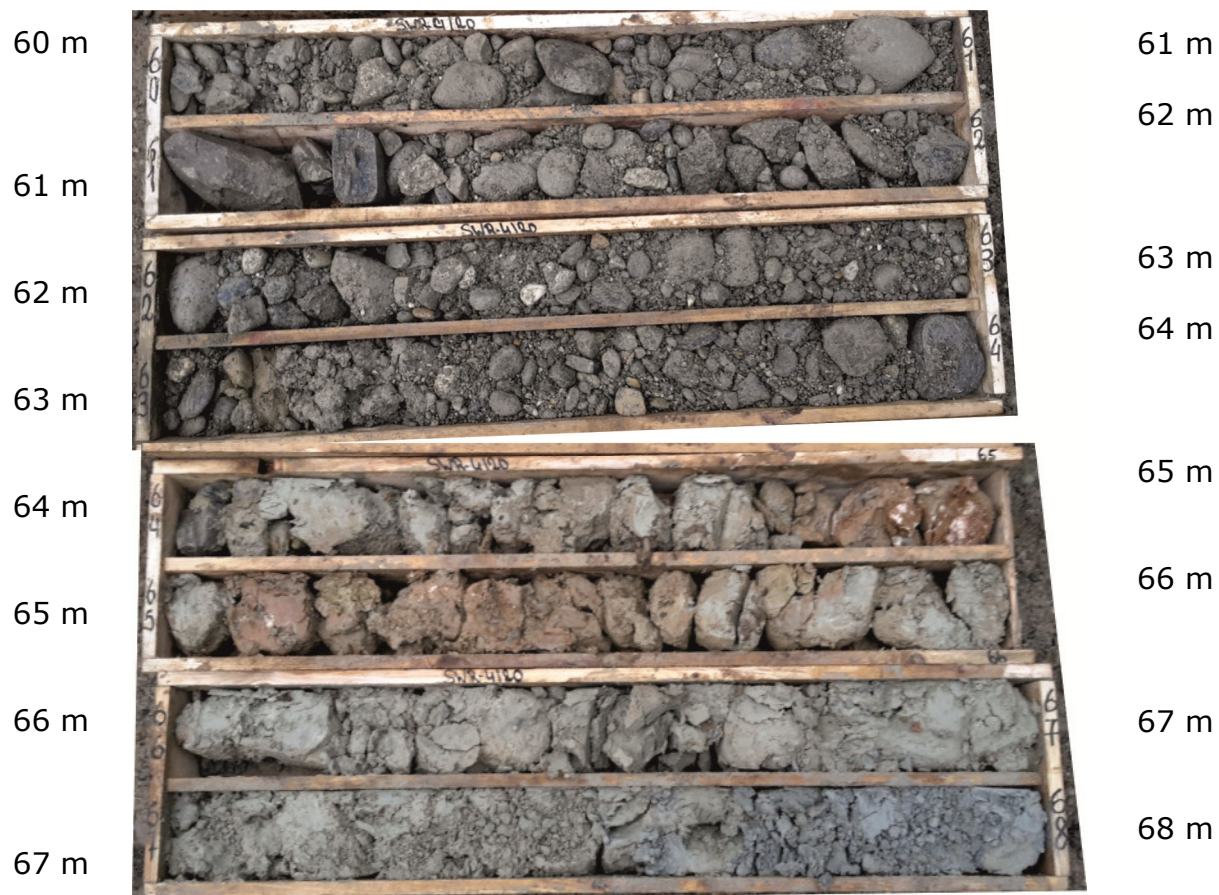
Fotodokumentation der Bohrung SWR 4/20 [5685]





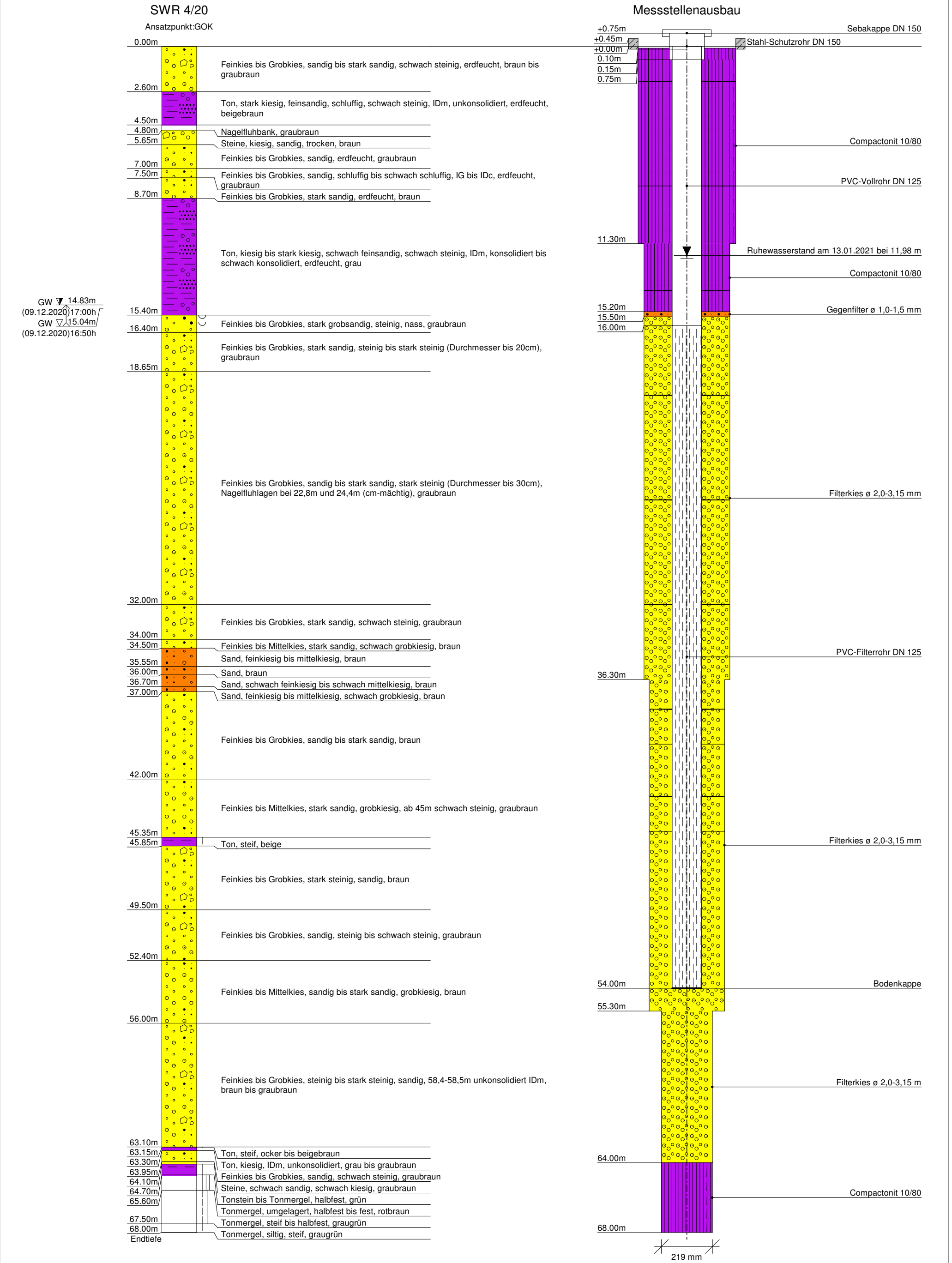






Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 200 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5685



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 9
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 4/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 07.12.2020 bis: 13.01.2021 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	68 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik				BP = Bohrung mit durchgehender BKR = BK mit richtungsorientierter							
9.1 Kurzzeichen				Kernentnahme							
9.1.1 Bohrverfahren				BKB = BK mit beweglicher							
9.1.1.1 Art:				Kernumhüllung							
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BS = Sondierbohrungen	BKF = BK mit fester Kernumhüllung	... =							
9.1.1.2 Lösen:				schlag = schlagend							
rot = drehend	ram = rammend	druck = drückend	greif = greifend								
9.1.2 Bohrwerkzeug				Schn = Schnecke ... =							
9.1.2.1 Art:				Spi = Spirale ... =							
EK = Einfachkernrohr	HK = Hohlkrone	Kis = Kiespumpe	... =								
DK = Doppelkernrohr	VK = Vollkrone	Ven = Ventilbohrer									
TK = Dreifachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Mei = Meißel									
S = Seilkernrohr	D = Diamantkrone	SN = Sonde									
	Gr = Greifer										
	Schap = Schappe										
9.1.2.2 Antrieb:				DR = Druckluft							
G = Gestänge	HA = Hand	F = Freifall	HY = Hydraulik								
SE = Seil	V = Vibro										
9.1.2.3 Spülhilfe:				d = direkt							
WS = Wasser	SS = Sole	DS = Dickspülung	id = indirekt								
LS = Luft	Sch = Schaum										
9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung		Tiefe m	Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm		
0,00	11,30	BK	ram	Schap	368	DR	-	419	391	11,30	
11,30	36,30	BK	ram	Schap	324	DR	-	368	340	36,30	
36,30	55,30	BK	ram	Schap	273	DR	-	324	299	55,30	
55,30	68,00	BK	ram	Schap	180	DR	-	219	194	68,00	
9.3 Bohrkronen											
1	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	9.4 Geräteführer-Wechsel						
2	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
3	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	1						
4	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	2						
5	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	3						
6	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	4						
10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser	erstmalig	angetroffen	bei	15.04 m, Anstieg bis	14.83	m	unter	Ansatzpunkt			
Höchster	gemessener	Wasserstand	14.83 m unter	Ansatzpunkt bei	15,20	m	Bohrtiefe				
Verfüllung:	m	bis	m	Art:	von:	m	bis:	m	Art:		
Nr	Filterrohr			Art	Filterschüttung			Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
von m	bis m	ø mm	von m		bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art		
1	16.00	54.00	125	Gegenfilter	15.20	15.50	1,0-1,5	0.10	15.20	Compactonit 10/80	0,00 m
				Filterkies	15.50	64.00	2,0-3,15	64.00	68.00	Compactonit 10/80	
11 Sonstige Angaben											
Wasserstände siehe Beiblatt											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Datum: 13.01.2021</div> <div>Firmenstempel:</div> <div>Unterschrift: _____</div> </div>											

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 3		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
2.60	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
4.50	a) Ton, stark kiesig, feinsandig, schluffig, schwach steinig						
	b) IDm, unkonsolidiert						
	c) erdfeucht	d)	e) beigebraun				
	f)	g)	h) i)				
4.80	a) Nagelfluhbank						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
5.65	a) Steine, kiesig, sandig						
	b)						
	c) trocken	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
7.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 4		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
7.50	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schluffig bis schwach schluffig						
	b) IG bis IDc						
	c) erdfeucht	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
8.70	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
15.40	a) Ton, kiesig bis stark kiesig, schwach feinsandig, schwach steinig			Wasseranstieg 14.83m u. AP 09.12.2020 Grundwasser 15.04m u. AP 09.12.2020			
	b) IDm, konsolidiert bis schwach konsolidiert						
	c) erdfeucht	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
16.40	a) Feinkies bis Grobkies, stark grobsandig, steinig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
18.65	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, steinig bis stark steinig (Durchmesser bis 20cm)						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 5		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
32.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, stark steinig (Durchmesser bis 30cm)						
	b) Nagelfluhlagen bei 22,8m und 24,4m (cm-mächtig)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
34.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
34.50	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
35.55	a) Sand, feinkiesig bis mittelkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
36.00	a) Sand						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 6		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
36.70	a) Sand, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
37.00	a) Sand, feinkiesig bis mittelkiesig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
42.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
45.35	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig						
	b) ab 45m schwach steinig						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
45.85	a) Ton						
	b)						
	c) steif	d)	e) beige				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 7		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
49.50	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig, sandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
52.40	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig bis schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
56.00	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
63.10	a) Feinkies bis Grobkies, steinig bis stark steinig, sandig						
	b) 58,4-58,5m unkonsolidiert IDm						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
63.15	a) Ton						
	b)						
	c) steif	d)	e) ocker bis beigebraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 8		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
63.30	a) Ton, kiesig						
	b) IDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) grau bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
63.95	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
64.10	a) Steine, schwach sandig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
64.70	a) Tonstein bis Tonmergel						
	b)						
	c) halbfest	d)	e) grün				
	f)	g)	h)	i)			
65.60	a) Tonmergel						
	b) umgelagert						
	c) halbfest bis fest	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 9		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
67.50	a) Tonmergel						
	b)						
	c) steif bis halbfest	d)	e) graugrün				
	f)	g)	h) i)				
68.00 Endtiefe	a) Tonmergel, siltig						
	b)						
	c) steif	d)	e) graugrün				
	f)	g)	h) i)				

Hauptsitz Günzburg
Tel.: 0 82 21/ 9 06-0 info@terrasond.de
Fax: 0 82 21/ 9 06-40 www.terrasond.de

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]Bohrung Nr.: **SWR 4/20**

Durchführungszeit: 07.12.2020 - 13.01.2021

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 4/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Blatt:

1

Auftr.Nr.:

2020-1105

Datum:

12.-13.01.2021

Ausgeführt von:

St. Lagenwalter

Pumpeneinlauf bei 53,50 m

Ablaufleitung 30,00 m

Meßstelle	DN 125							
Höhe ROK	0,75 m ü.GOK							
Uhrzeit	Abstichmaße ab Meßpunkt GOK							Wassermenge l/sec
0:00:00	12,07							
0:01:00	12,10	Pumpe bewegt				trüb		
0:02:00	12,10					trüb, sandig		
0:03:00	12,09					trüb, sandig		2,5
0:04:00	12,09					trüb		
0:06:00	12,09	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:08:00	12,08					trüb, sandig		
0:10:00	12,07	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:15:00	12,07	Pumpe bewegt				schwach trüb		2,5
0:20:00	12,05	Pumpe bewegt				fast klar		
0:30:00	12,03					fast klar		
0:40:00	12,01	Pumpe bewegt				klar		2,5
0:50:00	11,99	Pumpe bewegt				klar		
1:00:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
1:10:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:20:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
1:30:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
1:40:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:50:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
2:00:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		2,5
		Pumpe aus						
0:00:00	11,98							
0:01:00	11,98							
0:02:00	11,98							
0:03:00	11,98							
0:04:00	11,98							
0:06:00	11,98							
0:08:00	11,98							
0:10:00	11,98							

GWM:

SWR 5 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5686

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492156,607
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292862,543
UTM E	32492083,724
UTM N	5291183,836
Geländeoberkante in mNN (GOK)	434,63
Pegeloberkante in mNN (POK)	435,523

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	14.01.2021 - 03.02.2021
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 219
Filterdurchmesser in mm:	125

Bohrteufe in m:	80,00
Ausbauteufe in m:	55,00
Filterstrecke von - bis in m:	35,0 - 55,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u. POK am 14.04.2021	18,26
GW angebohrt in m u. GOK am 19.01.2021 11:20 Uhr	14,03
GW Anstieg in m u. GOK am 19.01.2021 11:40 Uhr	13,96

Bemerkungen:

Anlagen:

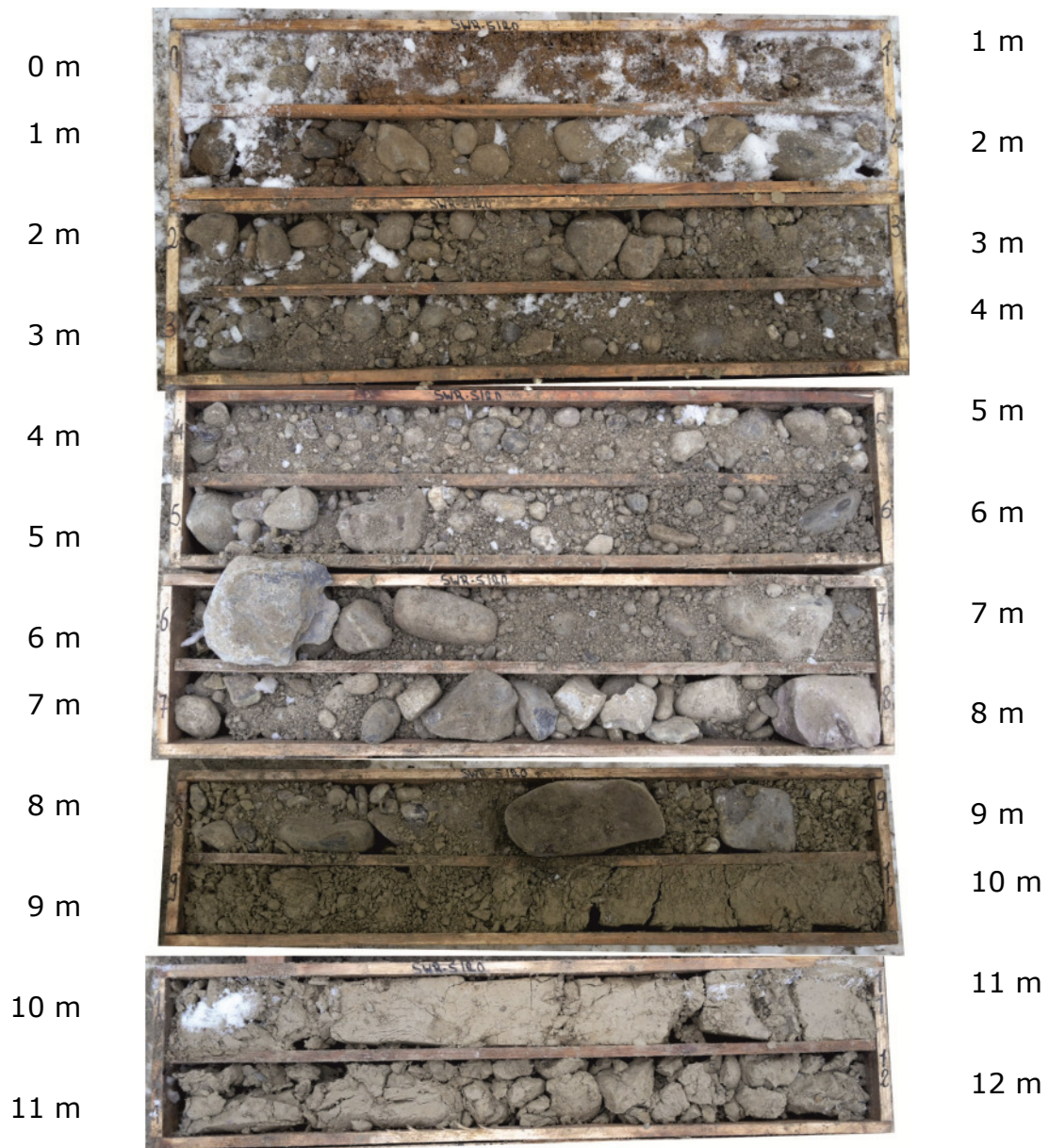
Fotodokumentation

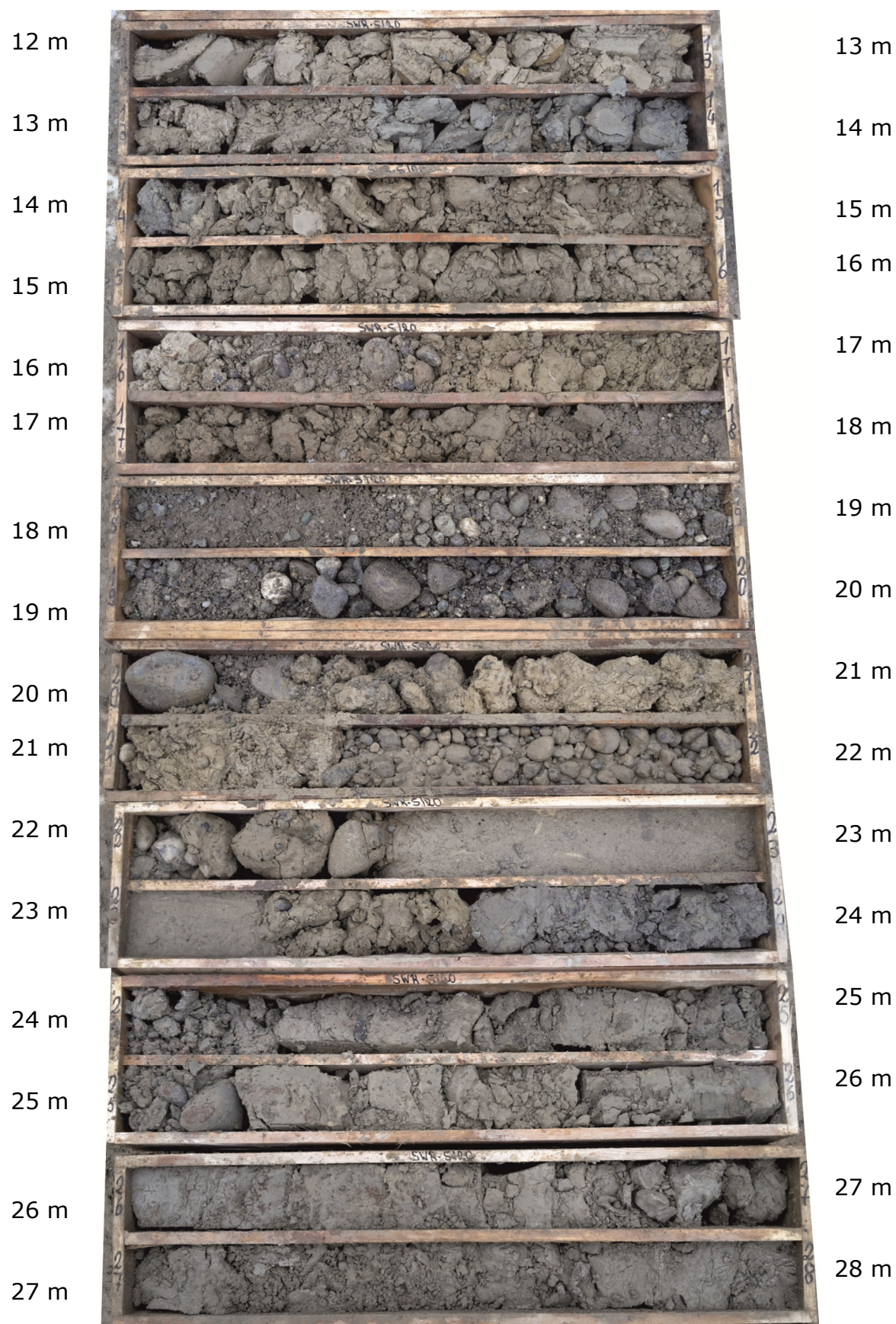
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

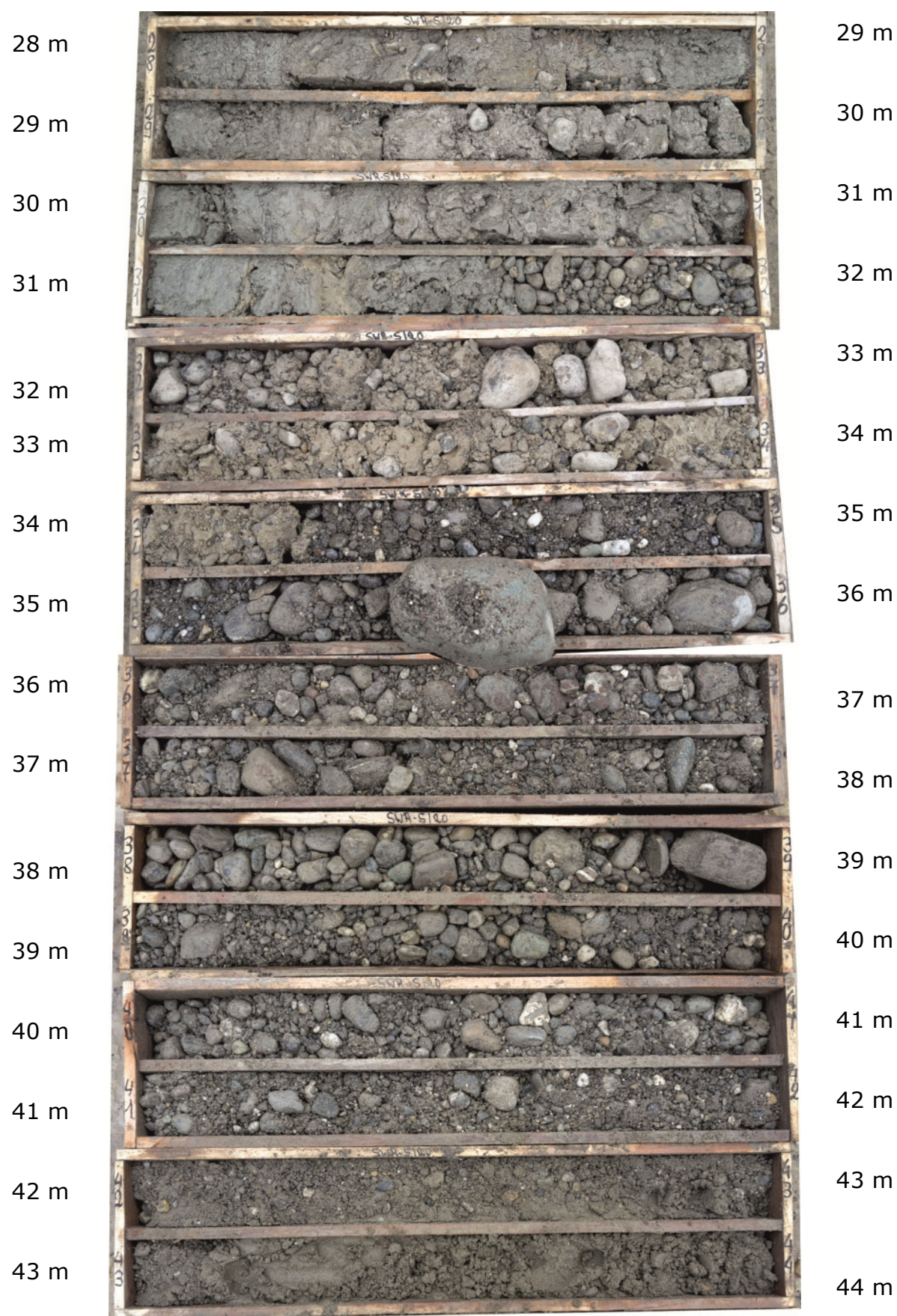
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

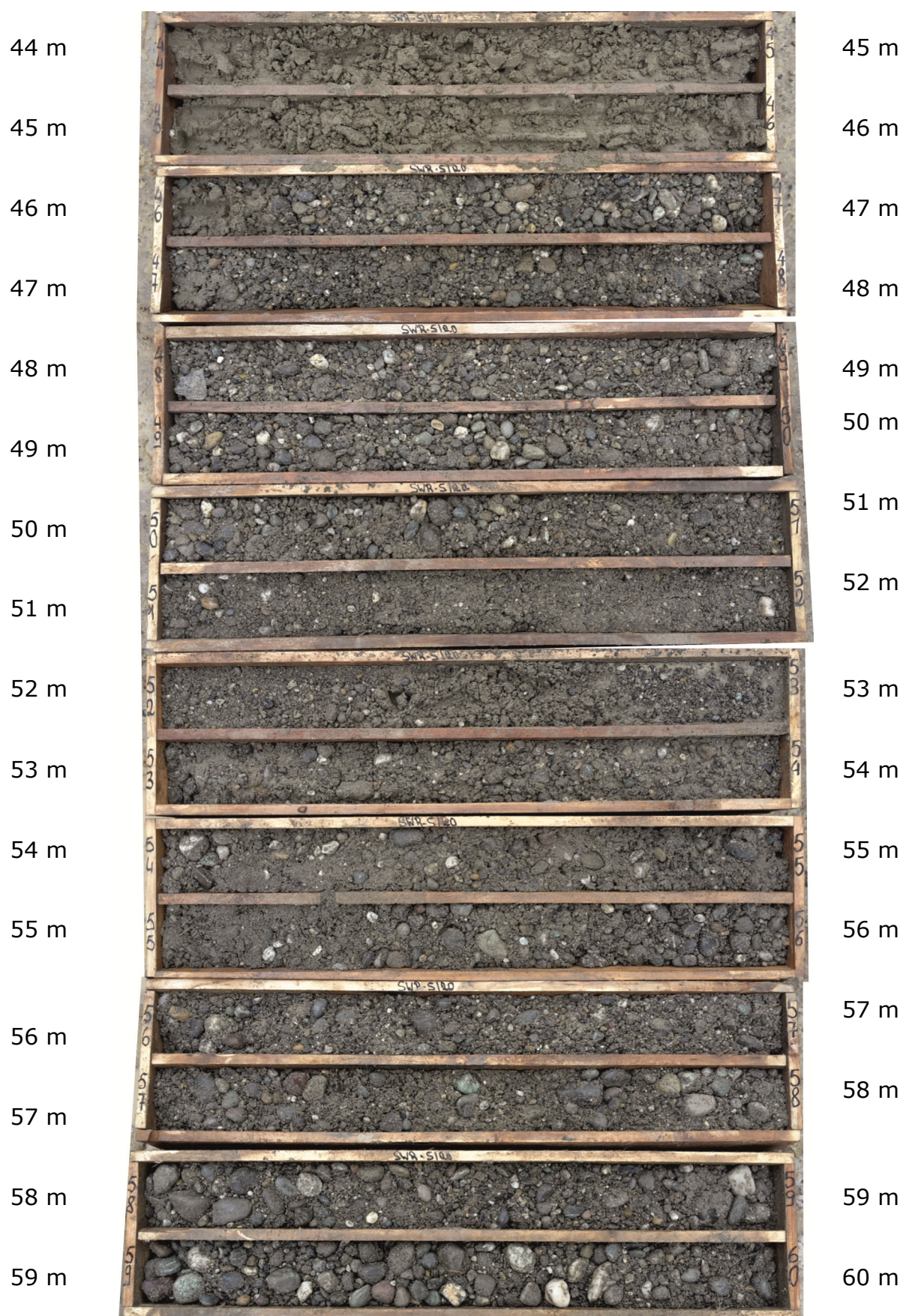
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg
Bohrzeitraum: 14.01.2021 – 03.02.2021

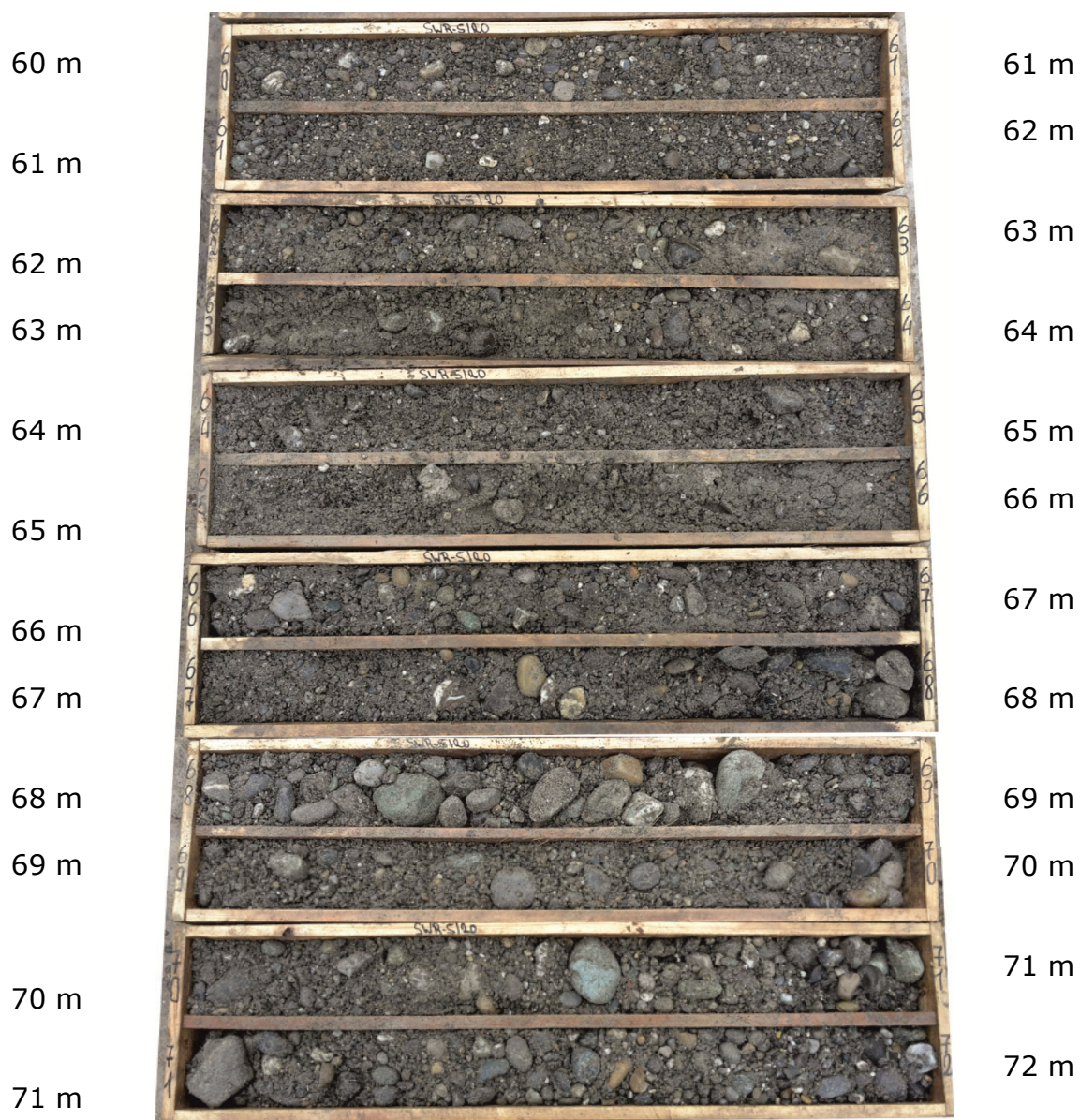
Fotodokumentation der Bohrung SWR 5/20 [5686]







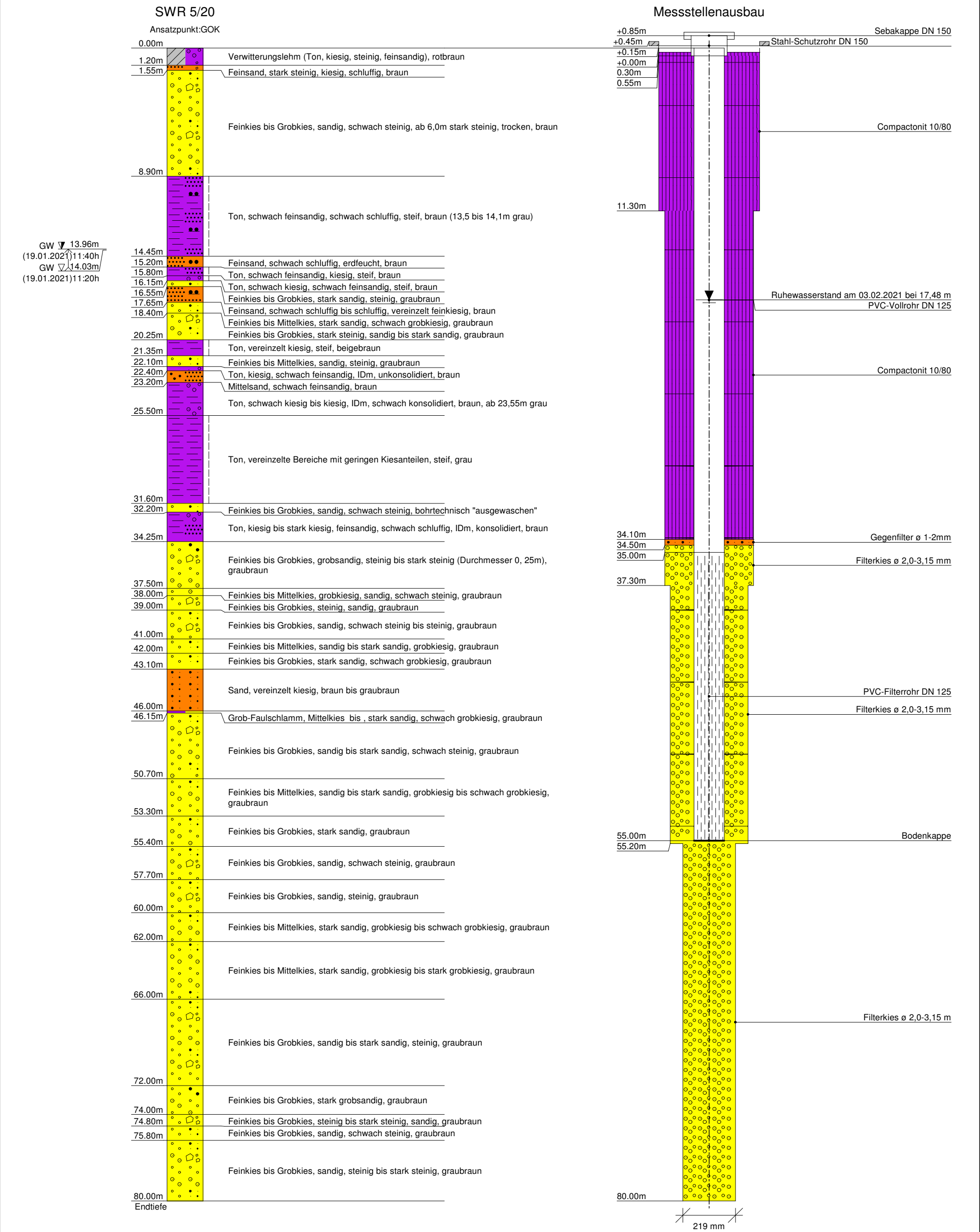






Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 250 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5686



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 10
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 5/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 14.01.201 bis: 03.02.2021 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	80 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben				BKR = BK mit richtungsorientierter Kermentnahme			
9.1 9.1 Kurzzeichen											
9.1.1 Bohrverfahren											
9.1.1.1 Art:				BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben				BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung			
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben				BS = Sondierbohrungen				BKF = BK mit fester Kernumhüllung			
... =				... =				... =			

9.1.1.2 Lösen:				ram = rammend				schlag = schlagend			
rot = drehend				druck = drückend				greif = greifend			

9.1.2 Bohrwerkzeug				HK = Hohlkrone				Schn = Schnecke ... =			
9.1.2.1 Art:				VK = Vollkrone				Spi = Spirale ... =			
EK = Einfachkernrohr				H = Hartmetallkrone				Kis = Kiespumpe ... =			
DK = Doppelkernrohr				D = Diamantkrone				Ven = Ventilbohrer			
TK = Dreifachkernrohr				Gr = Greifer				Mei = Meißel			
S = Seilkernrohr				Schap = Schappe				SN = Sonde			

9.1.2.2 Antrieb:				HA = Hand				DR = Druckluft			
G = Gestänge				F = Freifall				HY = Hydraulik			
SE = Seil				V = Vibro							

9.1.2.3 Spülhilfe:				SS = Sole				d = direkt			
WS = Wasser				DS = Dickspülung				id = indirekt			
LS = Luft				Sch = Schaum							

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0,00	11,30	BK	ram	Schap	368	DR	-	419	391	11,30	
11,30	37,30	BK	ram	Schap	324	DR	-	368	340	37,30	
37,30	55,20	BK	ram	Schap	273	DR	-	324	299	55,20	
55,20	80,00	BK	ram	Schap	180	DR	-	219	199	80,00	

9.3 Bohrkronen				9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr:	ø	Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr:	ø	Außen/Innen: /	1						
3	Nr:	ø	Außen/Innen: /	2						
4	Nr:	ø	Außen/Innen: /	3						
5	Nr:	ø	Außen/Innen: /	4						
6	Nr:	ø	Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 14.03 m, Anstieg bis 13.96 m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 13.96 m unter Ansatzpunkt bei 16,40 m Bohrtiefe											
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr			Filterschüttung				Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
1	35.00	55.00	125	Gegenfilter	34.10	34.50	1-2	0.30	34,10	Compactonit	0,00
				Filterkies	34.50	80,00	2,0-3,15				

11 Sonstige Angaben											
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div>Datum: 03.02.2021</div> <div>Firmenstempel:</div> <div>Unterschrift: _____</div> </div>											

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 3		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
1.20	a) Verwitterungslehm (Ton, kiesig, steinig, feinsandig)						
	b)						
	c)	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.55	a) Feinsand, stark steinig, kiesig, schluffig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
8.90	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b) ab 6,0m stark steinig						
	c) trocken	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
14.45	a) Ton, schwach feinsandig, schwach schluffig			Wasseranstieg 13.96m u. AP 19.01.2021 Grundwasser 14.03m u. AP 19.01.2021			
	b)						
	c) steif	d)	e) braun (13,5 bis 14,1m grau)				
	f)	g)	h) i)				
15.20	a) Feinsand, schwach schluffig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 4		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
15.80	a) Ton, schwach feinsandig, kiesig						
	b)						
	c) steif	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
16.15	a) Ton, schwach kiesig, schwach feinsandig						
	b)						
	c) steif	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
16.55	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
17.65	a) Feinsand, schwach schluffig bis schluffig						
	b) vereinzelt feinkiesig						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
18.40	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 5		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
20.25	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig, sandig bis stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
21.35	a) Ton						
	b) vereinzelt kiesig						
	c) steif	d)	e) beigebraun				
	f)	g)	h) i)				
22.10	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
22.40	a) Ton, kiesig, schwach feinsandig						
	b) IDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
23.20	a) Mittelsand, schwach feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 6		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
25.50	a) Ton, schwach kiesig bis kiesig						
	b) IDm, schwach konsolidiert						
	c)	d)	e) braun, ab 23,55m grau				
	f)	g)	h) i)				
31.60	a) Ton						
	b) vereinzelte Bereiche mit geringen Kiesanteilen						
	c) steif	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
32.20	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b) bohrtechnisch "ausgewaschen"						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
34.25	a) Ton, kiesig bis stark kiesig, feinsandig, schwach schluffig						
	b) IDm, konsolidiert						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
37.50	a) Feinkies bis Grobkies, grobsandig, steinig bis stark steinig (Durchmesser 0, 25m)						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 7			
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
38.00	a) Feinkies bis Mittelkies, grobkiesig, sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
39.00	a) Feinkies bis Grobkies, steinig, sandig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
41.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig bis steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
42.00	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
43.10	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 8			
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
46.00	a) Sand							
	b) vereinzelt kiesig							
	c)	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
46.15	a) Grob-Faulschlamm, Mittelkies bis , stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
50.70	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
53.30	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
55.40	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 9		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
57.70	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
60.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
62.00	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
66.00	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis stark grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
72.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 10		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
74.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark grobsandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
74.80	a) Feinkies bis Grobkies, steinig bis stark steinig, sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
75.80	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
80.00 Endtiefe	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig bis stark steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Hauptsitz Günzburg
Tel.: 0 82 21/ 9 06-0 info@terrasond.de
Fax: 0 82 21/ 9 06-40 www.terrasond.de

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]Bohrung Nr.: **SWR 5/20**

Durchführungszeit: 19.01.-03.02.2021

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 5/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Blatt:

1

Auftr.Nr.:

2020-1105

Datum:

03.02.2021

Ausgeführt von:

St. Lagenwalter

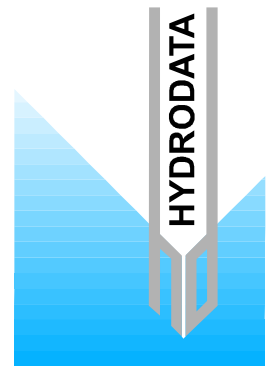
Pumpeneinlauf bei 54,40 m

Ablaufleitung 35,00 m

Meßstelle	DN 125							
Höhe ROK	0,00							
Uhrzeit	Abstichmaße ab Meßpunkt GOK							Wassermenge l/sec
0:00:00	18,74							
0:01:00	18,76					trüb, sandig		
0:02:00	18,76					trüb, sandig		
0:03:00	18,74	Pumpe bewegt				trüb		2,5
0:04:00	18,74					trüb		
0:06:00	18,74	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:08:00	18,73					schwach trüb		2,5
0:10:00	18,71	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:15:00	18,68					schwach trüb		
0:20:00	18,66	Pumpe bewegt				schwach trüb		2,5
0:30:00	18,61	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:40:00	18,49					klar		
0:50:00	18,22					klar		
1:00:00	17,96	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:10:00	17,84					klar		
1:20:00	17,76					klar		
1:30:00	17,69	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:40:00	17,60					klar		
1:50:00	17,54	Pumpe bewegt				klar		
2:00:00	17,48					klar		2,5
		Pumpe aus						
0:00:00	17,48	Wiederanstieg						
0:01:00	17,48							
0:02:00	17,48							
0:03:00	17,48							
0:04:00	17,48							
0:06:00	17,48							

Anlage 2

**Bohrdokumentation SWR 3/21 und SWR
5a/21**



Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell Phase II
Landkreis Konstanz
Dokumentation der 2. Bohrkampagne
Messstellen SWR 3/21 u. SWR 5a/21

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell, Phase II
Dokumentation der 2021 durchgeführten
Bohrarbeiten

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad

Maßnahmen: - Abteufen von 2 Bohraufschlüssen incl.
Ausbau zu 3-Zoll-Grundwassermessstellen
- Vermessungsarbeiten

Ausführungszeitraum: April – Mai 2021

Projektnummer: 88090/2020-040-01/939

Bericht erstellt: Radolfzell, den 09.06.2021

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

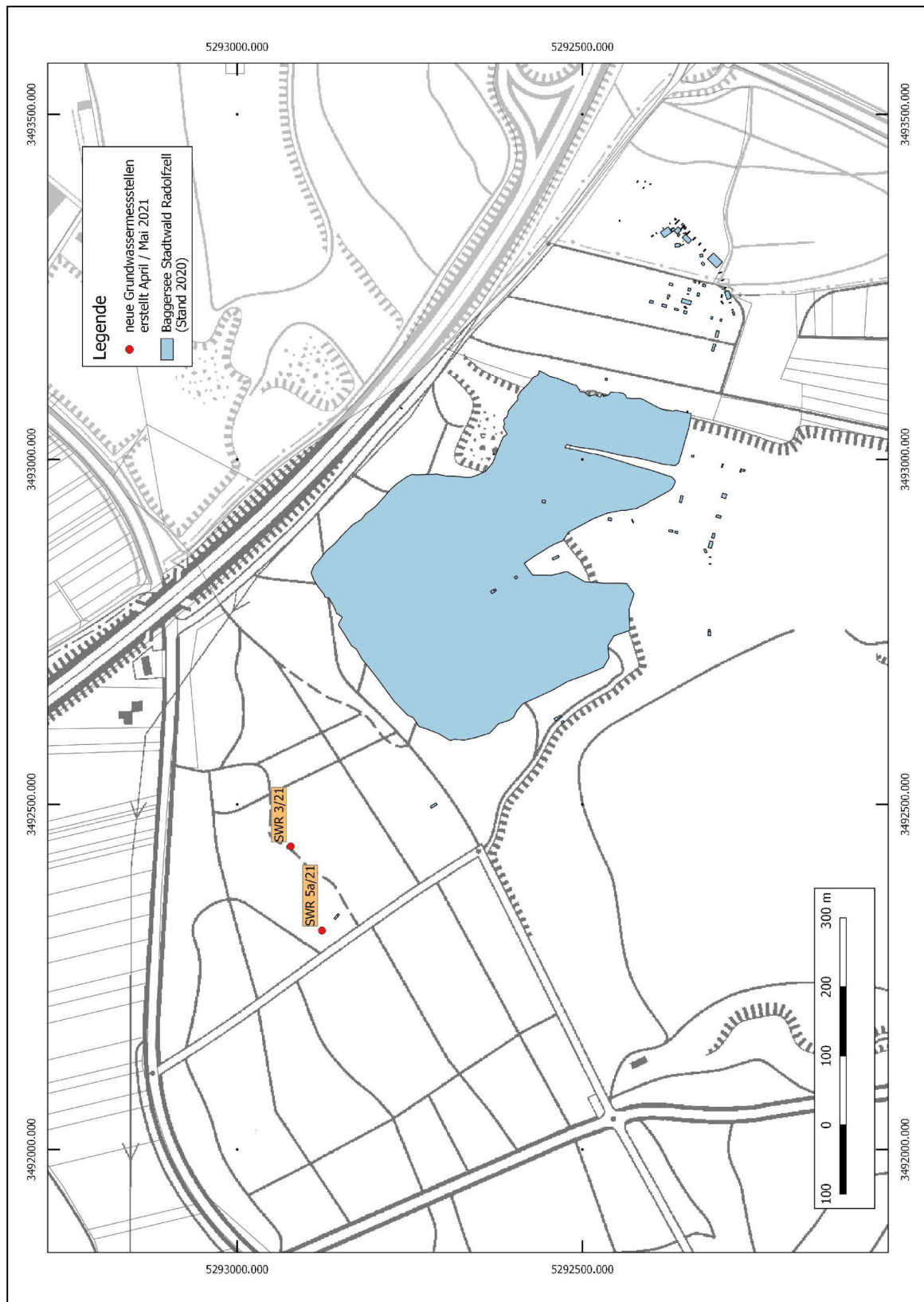


Abb. 1 Lage der Grundwassermessstellen SWR 3/21 und SWR 5a/21

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkung	4
2. Durchgeführte Untersuchungen	4
3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	5
3.1 Bohrarbeiten und Grundwasserverhältnisse	5
3.2 Einmessarbeiten.....	6

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lage der Grundwassermessstellen SWR 3/21 und SWR 5a/21.....	2
--------	---	---

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Grundwassermessstellen 2021	6
--------	---	---

Anlagen

- Ergebnismitteilung Einmessarbeiten (Meichle & Mohr GmbH)
- Dokumentation der Bohrarbeiten

1. Vorbemerkung

Im Zuge der geplanten Erweiterung des Kiesnassabbaus im Stadtwald Radolfzell wurden im Auftrag der Meichle & Mohr GmbH in Ergänzung zu den Ende 2020 / Anfang 2021 (s. Bohrdokumentation SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 vom 10.06.2021) zwei weitere Aufschlussbohrungen bis max. 70 m unter Gelände abgeteuft und zu Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Bohrungen dienten ebenfalls der Erkundung der rohstoffgeologischen und hydrogeologischen Verhältnisse (Kiesbasis, Kiesmächtigkeit) im geplanten Erweiterungsgebiet. Beide Aufschlüsse wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut und nach ihrer Fertigstellung in das seit Beginn des Nassabbaus begleitende Grundwassermonitoring integriert.

Die Darstellung und die Interpretation der Monitoringergebnisse erfolgen zu gegebener Zeit in einem separaten Bericht.

Im vorliegenden Bericht werden die ausgeführten Bohr- und Vermessungsarbeiten gemäß Punkt 11 der Nebenbestimmungen und Hinweise aus der Bohrgenehmigung des Landratsamtes Konstanz vom 29.03.2021 (AZ 22.4-692.220-83/21) dokumentiert.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Folgende Maßnahmen wurden im Zeitraum April – Mai 2021 durchgeführt:

- Abteufen von 2 Erkundungsbohrungen incl. Ausbau zu 3-Zoll-Grundwassermessstellen (s. Tab. 1 und Abb. 1)
- Einmessarbeiten (Lagekoordinaten und Höhe m+NN)
- Ausrüstung der Messstelle SWR 5a/21 mit Datensammler zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Wasserspiegelschwankungen und der Temperatur

3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

3.1 Bohrarbeiten und Grundwasserverhältnisse

Im Zeitraum vom 27.04.2021 – 03.05.2021 wurden insgesamt 2 Bohrungen von der Fa. BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH aus Bad Wurzach bis max. 70,00 m unter Gelände abgeteuft und zu 3-Zoll-Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Ergebnisse der Bohrarbeiten sind in der Anlage (Bohrprofile, Ausbaupläne, Fotodokumentation) dokumentiert. Eine Kurzübersicht zu den wichtigsten Daten der Bohrungen bietet die Tabelle 1. Die Lage der neu eingerichteten Grundwasseraufschlüsse geht aus der Abbildung 1 hervor.

Angetroffene Schichten und Grundwasserverhältnisse

Beide Bohraufschlüsse erschließen die quartäre Auffüllung des Singener Beckenkomplexes und durchteuften die gemäß der Definition aus dem Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen übernommenen hydraulischen Gliederung das Stockwerk CD und die Zwischenschichtsedimente oberhalb von Stockwerk CD. Da sich die Bohransatzpunkte im Trockenabbaubereich befinden ist das oberflächennahe, nicht Grundwasser führende Stockwerk E nur noch in Relikten angetroffen worden.

Die Bohrung SWR 3/21 erschließt die sandigen Kiese des Stockwerks CD und wurde von 21 m – 43 m verfiltert. Gespanntes Grundwasser wurde nach Durchteufen der Zwischenschichtsedimente im Stockwerk CD angebohrt. Der am 01.06.2021 gemessene Grundwasserspiegel beträgt 417,37 m NN (s. Tab. 1). Die Basis von Stockwerk CD wurde in Bohrung SWR 3/21 bei 66,90 m unter Gelände angetroffen. Sie besteht aus fest gelagerten, graugrünen bis graubraunen Fein- bis Mittelsanden.

Die Bohrung SWR 5a/21 schneidet das Stockwerk CD bei 19,60 m unter Gelände an, erschließt aber mit der Filterstrecke von 7,5 m – 9,5 m unter Gelände eine kiesig ausgebildete, Grundwasser führende Lage innerhalb der Zwischenschicht ed, die das tieferliegende Stockwerk CD hydraulisch absperrt. Das in SWR 5a/21 am 01.06.2021 gemessene Druckpotential befindet sich bei

417,94 m NN und liegt damit um ca. 0,5 m höher als das Druckpotenzial im Stockwerk CD.

Die Messstellen SWR 5a/21 wurden mit einem Datensammler zur kontinuierlichen Aufzeichnung des Wasserspiegels ausgerüstet. Die Ergebnisse der Wasserspiegelmessungen werden in einem separaten Monitoringbericht dargestellt.

Tab. 1 Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Grundwassermessstellen 2021

HD-EDV	TK	NAME	KENNUNG	RW (Gauss-Krüger)	HW (Gauss-Krüger)	UTM Zone 32T Ostwert	UTM Zone 32T Nordwert
5697	8220	SWR 3/21	GWM	3492439,37	5292922,47	492366,37	5291243,74
5715	8220	SWR 5a/21	GWM	3492317,36	5292877,27	492244,41	5291198,56

HD-EDV	TK	NAME	KENNUNG	m u. GOK	m u. POK	ET [m]	Filterstrecke [m u. GOK]	Ausbau Ø [mm]	Wasser angebohrt [m u. GOK]	Wsp 01.06.21 [m NN]
5697	8220	SWR 3/21	GWM	421,80	422,60	70,0	21,0 - 43,0	80	21,00	417,37
5715	8220	SWR 5a/21	GWM	423,41	424,39	23,5	7,5 - 9,5	80	7,8 / 21,3	417,94

RW	Rechtswert
HW	Hochwert
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m u. POK	Meter unter Pegeloberkante
m NN	Meter über Normalnull (Meeresspiegel)

3.2 Einmessarbeiten

Die neu erstellten Messstellen sind in der Abbildung 1 und in der Anlage dargestellt. Sie liegen auf der Gemarkung Friedingen Flurstück 2279.

Die Messstellen wurden nach Lage und Höhe von der Meichle & Mohr GmbH nach Abschluss der Bohrarbeiten eingemessen (s. Anlage und Tab. 1).

Die Lagekoordinaten in Tabelle 1 sind im Gauß-Krüger- und auch im UTM Zone 32T-Format angegeben; die Originaleinmessung der Meichle & Mohr GmbH in der Anlage gibt Gauss-Krüger-Werte an.

Anlagen

- Ergebnismitteilung Einmessarbeiten
(Meichle & Mohr GmbH)
- Dokumentation der Bohrarbeiten
SWR 3/21 und SWR 5a/21



Bohransatzpunkte Kieswerk 2001, "Stadtwald Radolfzell"

Punkt 1: SWR 5a/21

E: 3492317.360	N: 5292877.272	
Höhe: 424,387	POK	424,387
		-0,98
	GOK	423,407

Punkt 2: SWR 3/21

E: 3492439.365	N: 5292922.472	
Höhe: 422,597	POK	422,597
		-0,8
	GOK	421,797

GWM:

SWR 3 / 21

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5697

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492439,365
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292922,472
UTM E	492366,370
UTM N	5291243,742
Geländeoberkante in mNN (GOK)	421,797
Pegeloberkante in mNN (POK)	422,597

Bohrunternehmer	Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrung erstellt:	27. - 30.04.21
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 220
Filterdurchmesser in mm:	80

Bohrteufe in m:	70,0
Ausbauteufe in m:	43,0
Filterstrecke von - bis in m:	21,0 - 43,0
Einmessung durch:	Meichle & Mohr Hr. Mutschler
Einmessdatum:	21.05.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 01.06.2021	5,23
GW angebohrt in m u. GOK am 27.04.2021	21,00
GW Anstieg in m u. GOK am 27.04.2021	4,50

Bemerkungen:

Anlagen:

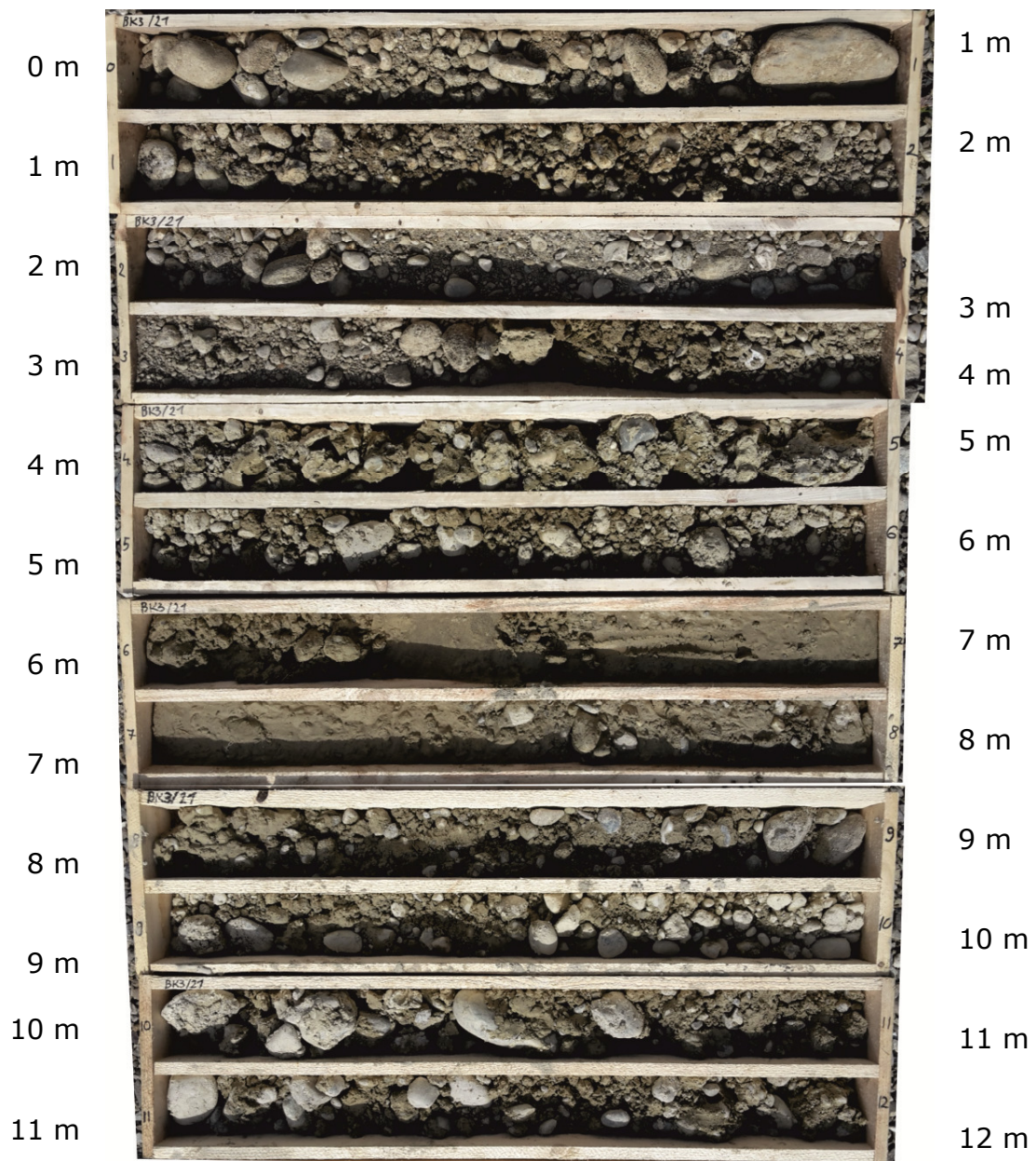
Fotodokumentation

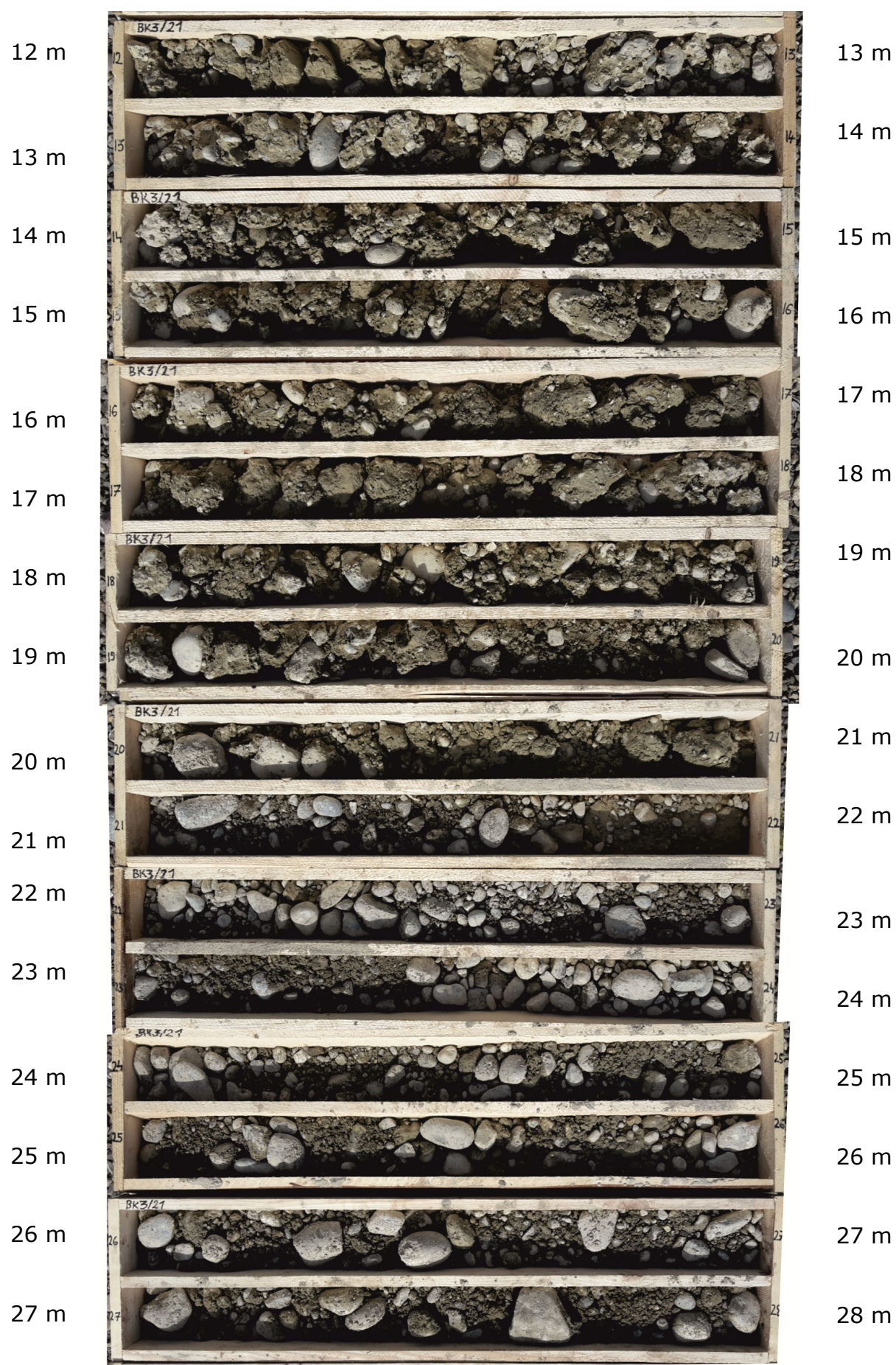
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

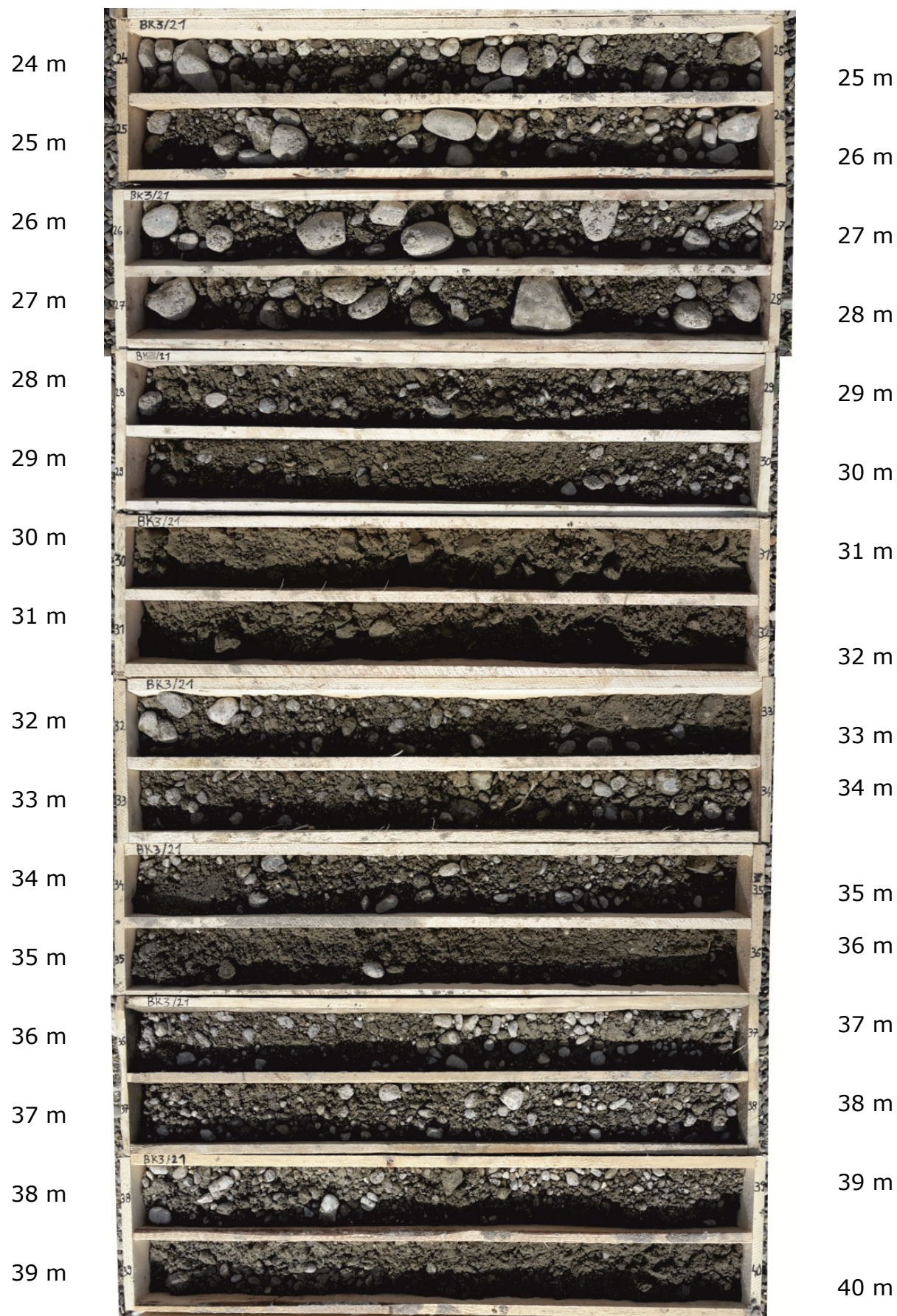
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

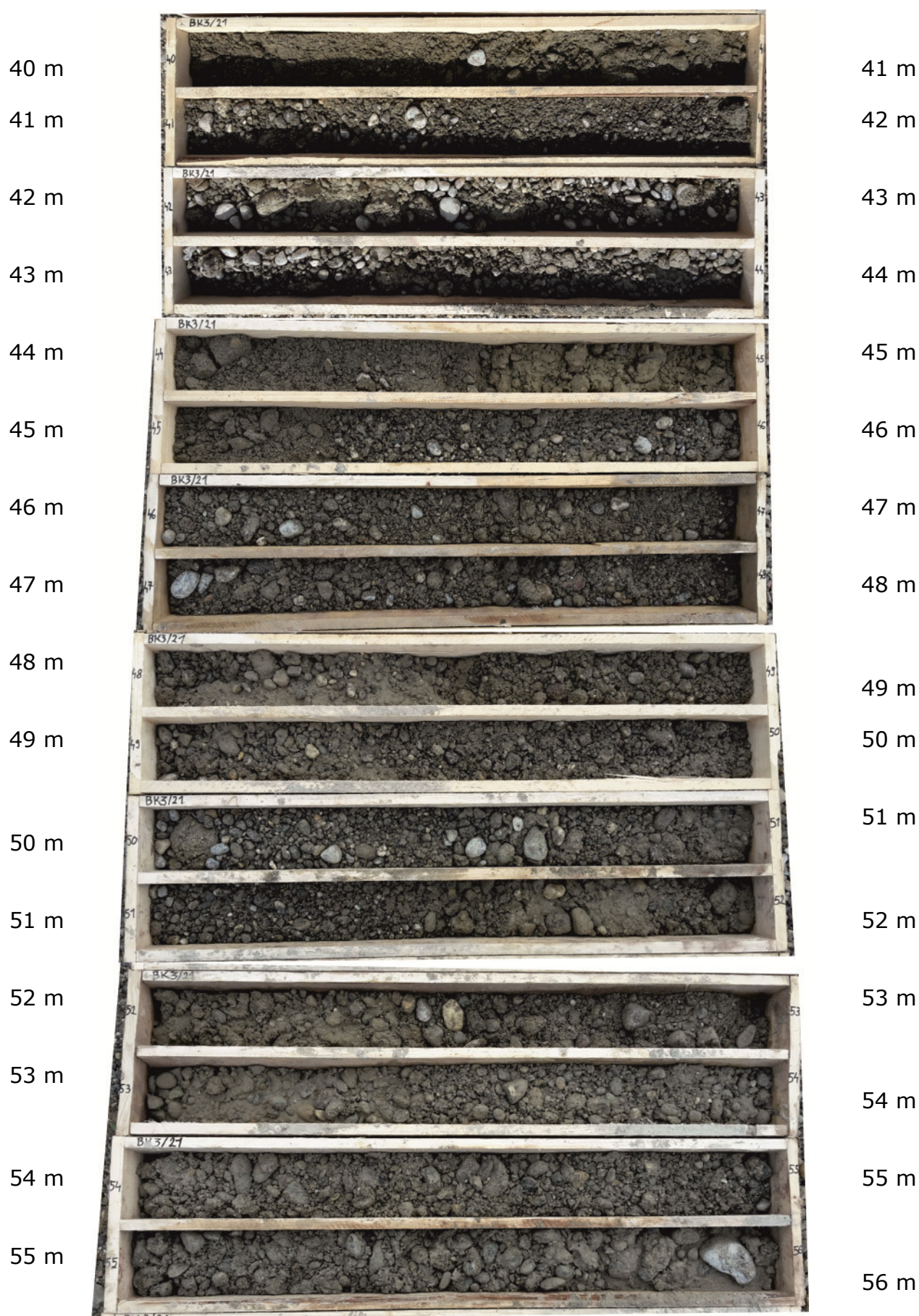
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrzeitraum: 28.04.2021 – 30.04.2021

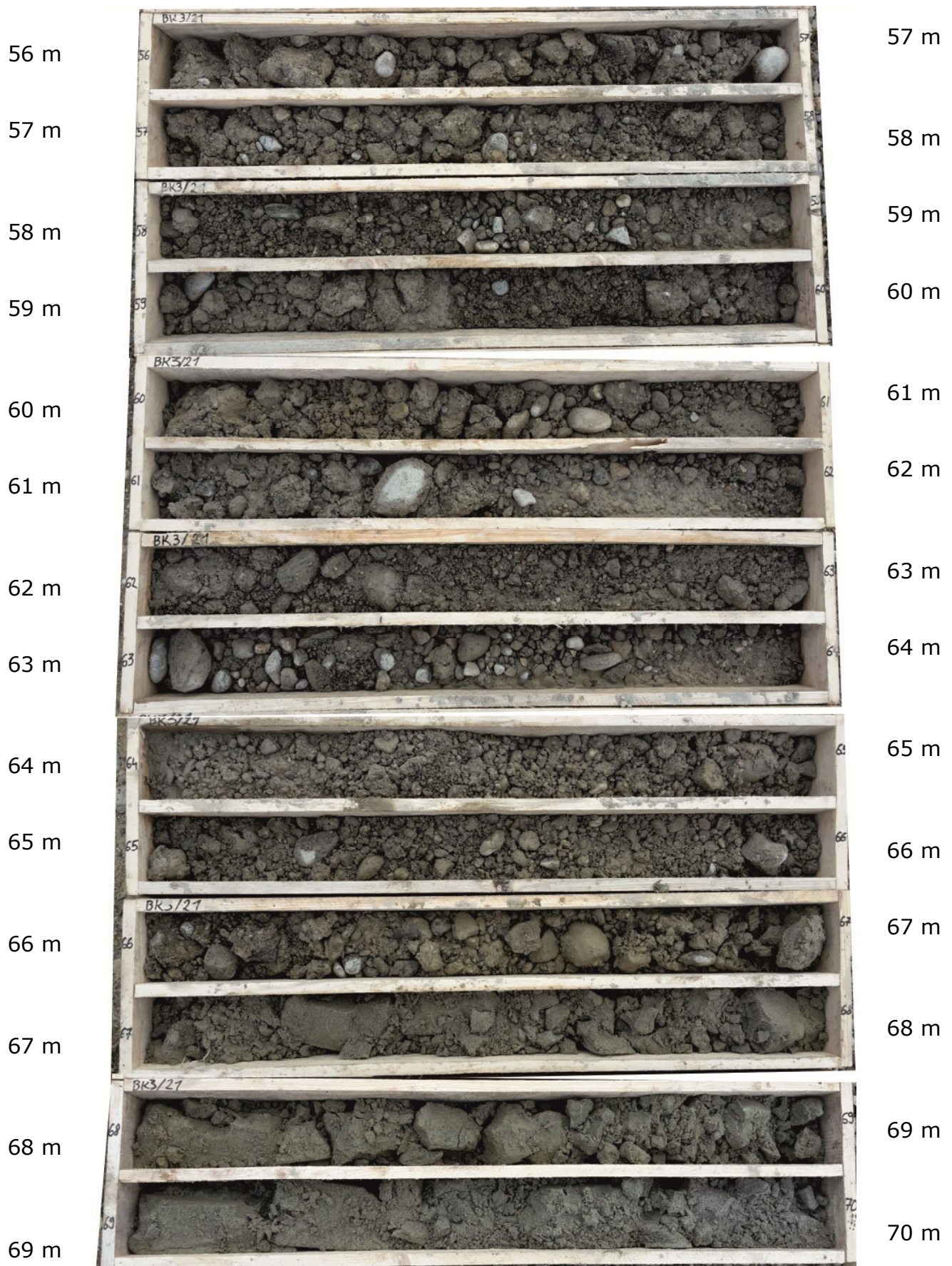
Fotodokumentation der Bohrung SWR 3/21 [5697]



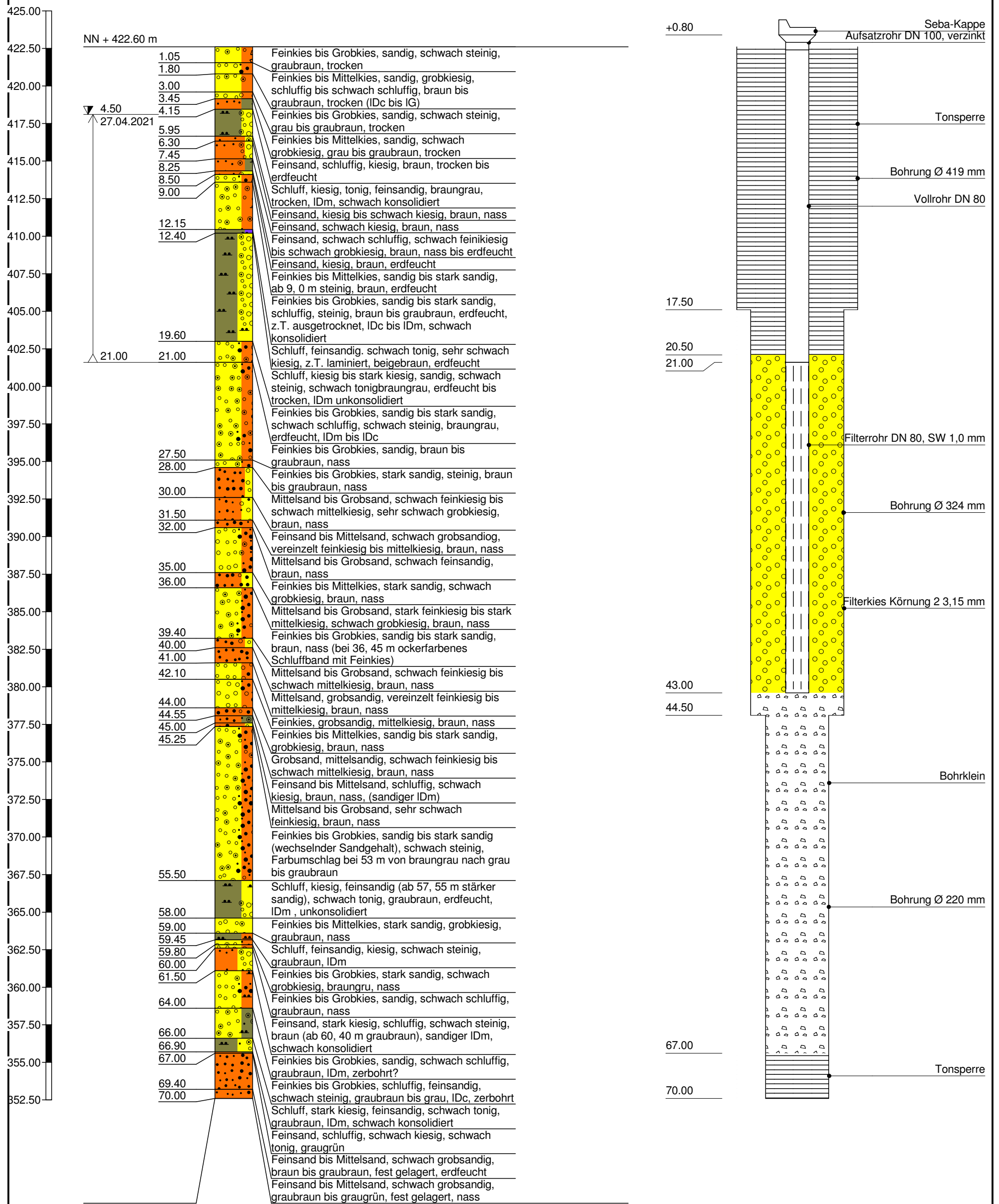








SWR 3/21



Höhenmaßstab 1:250

GWM:

SWR 5a / 21

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5715

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492317,360
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292877,272
UTM E	492244,413
UTM N	5291198,558
Geländeoberkante in mNN (GOK)	423,407
Pegeloberkante in mNN (POK)	424,387

Bohrunternehmer	Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrung erstellt:	03.05.2021
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	220
Filterdurchmesser in mm:	80

Bohrteufe in m:	23,50
Ausbauteufe in m:	9,50
Filterstrecke von - bis in m:	7,5-9,5
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	21.05.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 01.06.2021	6,45
1. GW angebohrt in m u. GOK am 03.05.2021	7,8
2. GW angebohrt in m u. GOK am 03.05.2021	21,30
GW Anstieg in m u. GOK am 03.05.2021	4,8

Bemerkungen:

Anlagen:

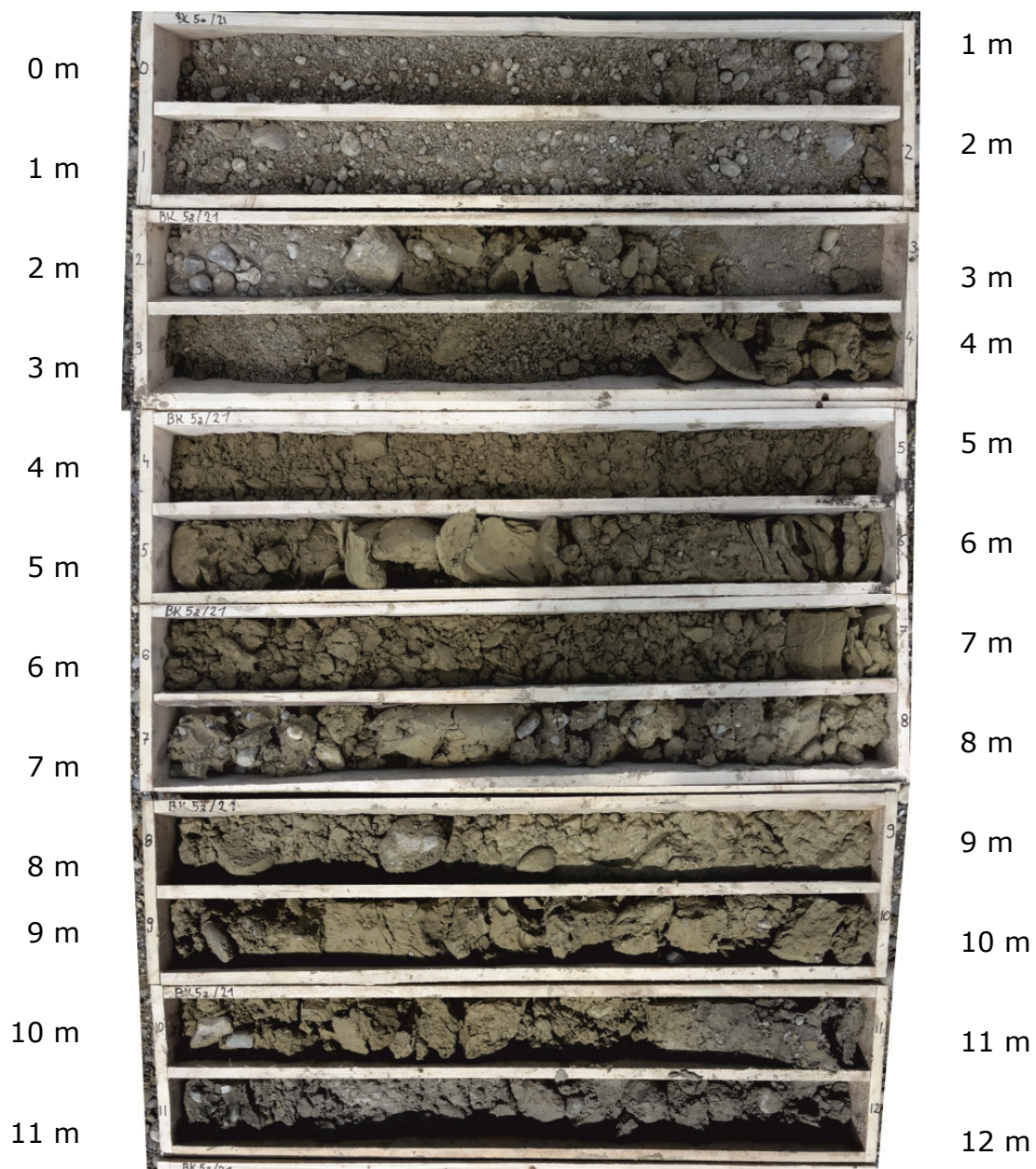
Fotodokumentation

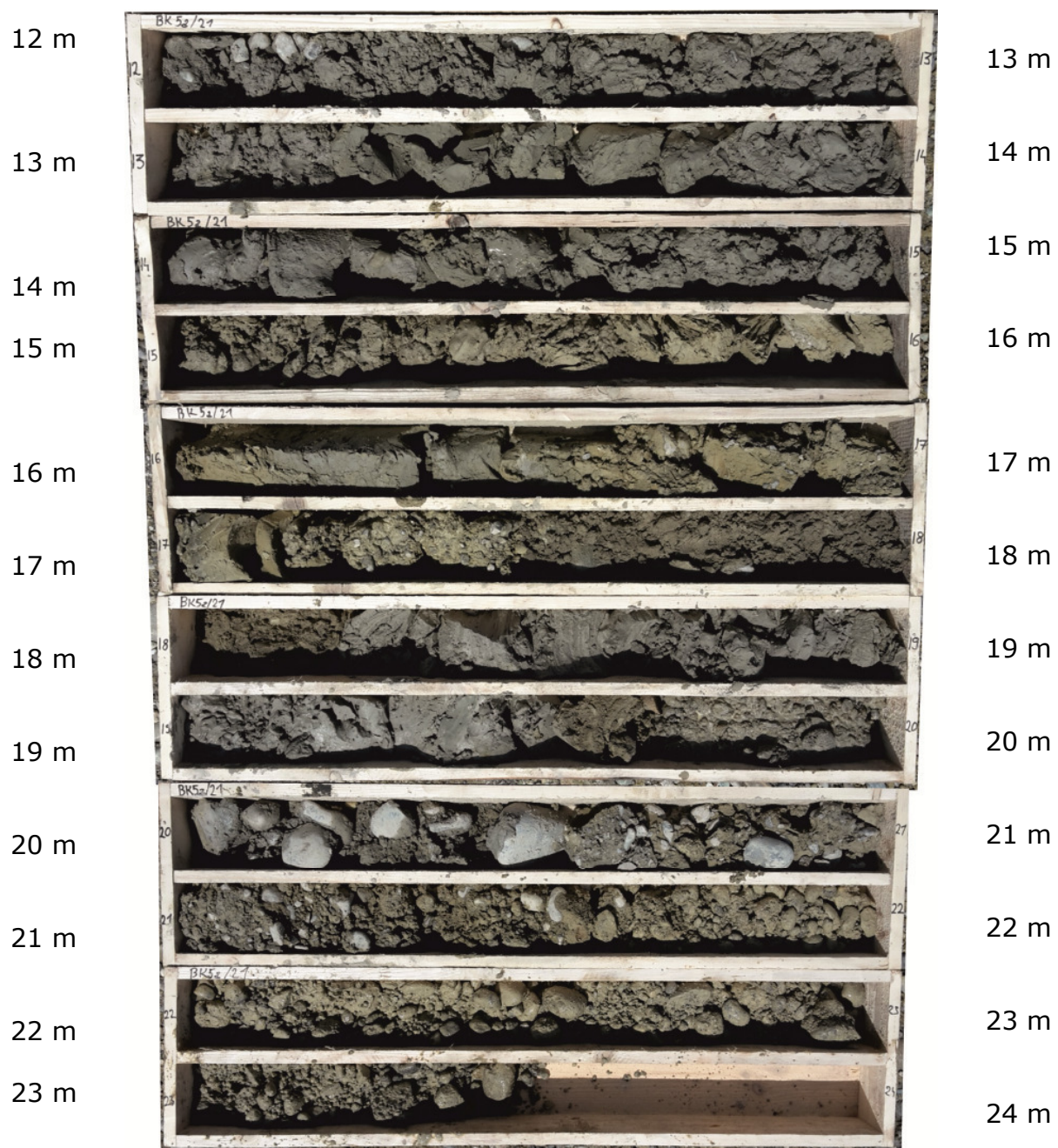
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrzeitraum: 03.05.2021

Fotodokumentation der Bohrung SWR 5a/21 [5717]



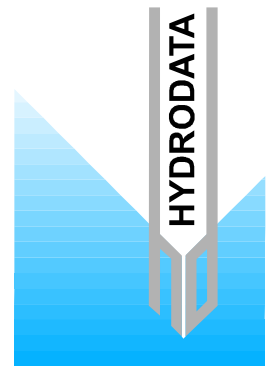


Höhenmaßstab 1:100

Anlage 3

Bericht vom 27.09.2021

**Ergänzende Untersuchungen zur
Erkundung der hydro- und
rohstoffgeologischen Verhältnisse**



Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II Landkreis Konstanz

Ergänzende Untersuchungen zur Erkundung der hydro- und rohstoffgeologischen Verhältnisse

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell, Phase II
Ergänzende Untersuchungen 2020/2021

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad

Maßnahmen:

- Bohrarbeiten incl. Einrichtung von Grundwassermessstellen
- Hydraulische Tests
- Wasserspiegelmessungen

Ausführungszeitraum: Oktober 2020 – September 2021

Projektnummer: 88090/2020-040-01/939

Bericht erstellt: Radolfzell, den 27.09.2021

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

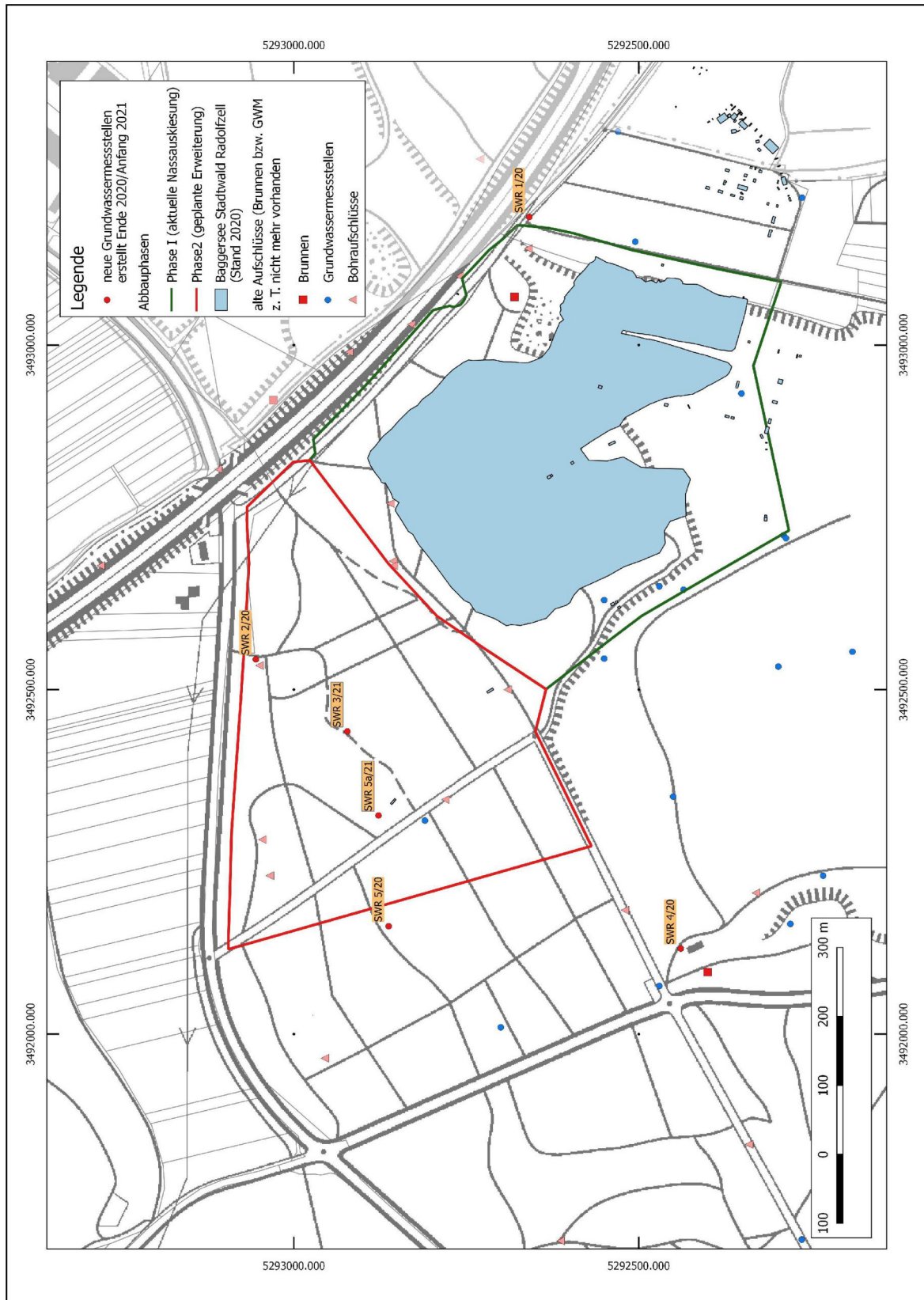


Abb. 1 Lageplan mit den Erkundungsbohrungen 2020/2021 und der geplanten Erweiterung Phase II

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkung	5
2. Durchgeführte Untersuchungen 2020/2021	6
3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	7
3.1 Bohrarbeiten und Grundwasserverhältnisse	7
3.2 Einmessarbeiten	9
3.3 Kurzpumpversuche	9
3.4 Wasserspiegelmessungen	11
4. Beschreibung der rohstoff- und hydrogeologischen Verhältnisse im Nahbereich und im weiteren Umfeld der geplanten Erweiterung (konzeptionelles Modell)	13
4.1 Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse	13
4.1.1 Aktualisierung Fenster CDE	13
4.1.2 Basis und Mächtigkeit Stockwerke E und CD	14
4.1.3 Mächtigkeit Zwischenschicht ed	19
4.1.4 Durchlässigkeit Stockwerk CD	21
4.1.5 Grundwasserfließverhältnisse Stockwerk CD	21
4.1.6 Grundwasserganglinien	24
4.2 Rohstoffgeologische Verhältnisse	27
5. Zusammenfassung	28

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lageplan mit den Erkundungsbohrungen 2020/2021 und der geplanten Erweiterung Phase II	2
Abb. 2	Aktualisierung Fenster CDE Stand 2021 mit Belegpunkten	15
Abb. 3	Basis CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell	17
Abb. 4	Mächtigkeit CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell	18
Abb. 5	Mächtigkeit Zwischenschicht ed Bereich Stadtwald Radolfzell	20
Abb. 6	Grundwassergleichen Stockwerk CD am 01.07.2021	22
Abb. 7	Grundwasserpotenzialverläufe 2006 – 2021 entlang eines hydraulischen Schnittes durch den Stadtwald Radolfzell	23

Abb. 8a	Grundwasserganglinien der neu erstellen Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/29 und SWR 5a/21 im Vergleich zu älteren Messstellen 129/422, 350/422 und dem Baggersee im Zeitraum Jan. –Sept. 2021	25
Abb. 8b	Grundwasserganglinien der neu erstellen Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/29 und SWR 5a/21 im Vergleich zu älteren Messstellen 129/422, 350/422, 418/422 und dem Baggersee im Zeitraum 2004 – 2021	25
Abb. 8c	Lage der Aufschlüsse mit den Grundwasserganglinien aus den Abbildungen 8a und 8b.....	26
Abb. 9a	Bohrgut 36 m – 40 m aus Bohrung SWR 2/20	27
Abb. 9b	Bohrgut 48 m – 52 m aus Bohrung SWR 3/21	28

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Daten zu den Grundwassermessstellen 2020/2021	8
Tab. 2a	Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Übersicht Kurz- und Stufenpumpversuche 29./30.06.2021.....	10
Tab. 2b	Ergebnisse Hydraulische Tests SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20.....	11
Tab. 3	Liste Messstellen für Grund- und Seewassermonitoring	12
Tab. 4	Wasserspiegel-Stichtagsmessungen 01.07.2021.....	13

Anlagen

Anl. 1	Dokumentation Bohrarbeiten SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 3/21, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/20
Anl. 2	Ergebnismitteilung Einmessarbeiten (Meichle & Mohr GmbH)
Anl. 3	Darstellung und Protokolle der hydraulischen Tests SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20

1. Vorbemerkung

Im Zuge der geplanten Erweiterung des Kiesnassabbaus im Stadtwald Radolfzell (Phase II) wurden im Auftrag der Meichle & Mohr GmbH ergänzende Untersuchungen im Zeitraum Oktober 2020 – September 2021 durchgeführt. Die geplante Erweiterungsfläche incl. der neuen und alten Grundwasseraufschlüsse kann der Plandarstellung in Abb. 1 entnommen werden.

Mit Hilfe von zusätzlichen Erkundungsbohrungen, hydraulischen Tests und Wasserspiegelmessungen wurden die rohstoff- und hydrogeologischen Verhältnisse im Nahbereich und im weiteren Umfeld der geplanten Abbauerweiterung näher erkundet.

Die neuen Ergebnisse verdichten bzw. aktualisieren die bestehenden Vorstellungen bzgl.

- der Verbreitung und Mächtigkeit der Grundwasserstockwerke E und CD und der Zwischenschicht ed
- der Grundwasserdruckpotenzialverteilung im Fensterbereich CD im Stadtwald Radolfzell
- der Verbreitung bzw. Ausbildung des hydraulischen Fensters CDE
- der Mächtigkeit, Verbreitung und Qualität des Kies- Sand-Vorkommens

Das bestehende numerisch-mathematische Grundwasserströmungsmodell Singen der Stadtwerke Singen wird derzeit aktualisiert und für Prognoseberechnungen im Teilgebiet Stadtwald Radolfzell zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe des Modells werden die durch die Erweiterung des Abbaus erwarteten Einflüsse im Grundwassersystem abgeschätzt und mit dem Ist-Zustand verglichen. Insbesondere wird u. a.:

- die Auswirkung der geplanten Erweiterung der Seefläche auf die sich nach Westen anschließende Grundwasserscheide zum Singener Becken

- die durch die Vergrößerung der Seefläche ausgelöste Seespiegelkipfung
- die Auswirkung auf das Grundwasserfließverhalten durch die geplante Einbringung von Waschschlamm in den aktuellen See

prognostiziert.

Der Modellberichtsteil mit dem aktualisierten konzeptionellen und numerischen Modell soll zusammen mit den Prognoseberechnungen bis ca. Ende 2021 zur Verfügung gestellt werden.

2. Durchgeführte Untersuchungen 2020/2021

Folgende Maßnahmen wurden im Zeitraum Oktober 2020 – September 2021 durchgeführt:

- Abteufen von 6 Erkundungsbohrungen incl. Ausbau zu 3- bzw. 5-Zoll-Grundwassermessstellen (s. Tab. 1 und Abb. 1)
- Einmessarbeiten (Lagekoordinaten und Höhe m+NN)
- Ausrüstung der Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21 mit Datensammler zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Wasserspiegelschwankungen und der Temperatur
- Wasserspiegel-Stichtagsmessungen im Rahmen eines erweiterten, monatlich durchgeführten Grundwassermonitorings
- Kurzpumpversuche in den neu erstellten Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20 zur Ermittlung bzw. Überprüfung der notwendigen hydraulischen Parameter (kf-Wert)
- Anpassung der konzeptionellen geologischen und hydrogeologischen Grundlagen für die Aktualisierung des numerisch-mathematischen Grundwasserströmungsmodells

Die Ergebnisse der 6 Erkundungsbohrungen 2020/2021, die zu Grundwassermessstellen ausgebaut wurden, sind in den Berichten *„Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II, Landkreis Konstanz, Dokumentation der 1. Bohrkampagne, Messstellen SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 vom 09.06.2021,“* und *„Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II, Landkreis Konstanz, Dokumentation der 2. Bohrkampagne, Messstellen SWR 3/21 und SWR 5a/21 vom 09.06.2021 „* zusammengestellt.

3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

3.1 Bohrarbeiten und Grundwasserverhältnisse

Die 6 neuen Grundwassermessstellen wurden in 2 Bohrkampagnen vom 20.10.2020 – 03.02.2021 (SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20) und vom 27.04.2021 – 03.05.2021 (SWR 3/21 und SWR 5a/21) bis max. 80,00 m unter Gelände abgeteuft und zu 3- bzw. 5-Zoll-Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Ergebnisse sind in den beiden o. g. Berichten und in Anlage 1 (Bohrprofile, Ausbaupläne, Fotodokumentation) des vorliegenden Berichtes dokumentiert.

Eine Kurzübersicht zu den wichtigsten Daten der Bohrungen bietet die Tabelle 1. Die Lage der neu eingerichteten Grundwasseraufschlüsse geht aus der Abbildung 1 hervor.

Angetroffene Schichten und Grundwasserverhältnisse

Alle 6 Bohraufschlüsse erschließen die quartäre Auffüllung des Singener Beckenkomplexes und durchteuften die gemäß der Definition aus dem Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen übernommenen hydraulischen Gliederung die kiesig-sandig ausgebildeten Stockwerke E und CD bzw. CDE.

Die Bohrung SWR 1/20 erschließt die sandigen Kiese des Fensters CDE und wurde als unvollkommene Messstelle von 12 – 25 m ausgebaut. Die fünf weiteren Aufschlüsse haben ein trockenes Stockwerk E angetroffen, welches durch hydraulisch abdichtende Zwischenschichtsedimente von dem unteren Stockwerk CD getrennt ist. Gespanntes Grundwasser wurde nach Durchteufen der Zwischenschichtsedimente im Stockwerk CD angebohrt.

Die Bohransatzpunkte SWR 3/21 und SWR 5a/21 befinden sich im Trockenabbaubereich; hier wurde das oberflächennahe, nicht Grundwasser führende Stockwerk E nur noch in Relikten angetroffen.

Der am Stichtag 01.07.2021 gemessene Grundwasserspiegel bewegt sich zwischen 417,46 m NN und 418,18 m NN (s. Tab. 1).

Tab. 1 Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Daten zu den Grundwassermessstellen 2020/2021

HD-EDV	TK	NAME	KENNUNG	RW (Gauss-Krüger)	HW (Gauss-Krüger)	UTM Zone 32T Ostwert	UTM Zone 32T Nordwert
5660	8220	SWR 1/20	GWM	3493185,93	5292658,73	32493112,64	5290980,11
5684	8220	SWR 2/20	GWM	3492543,95	5293055,15	32492470,92	5291376,37
5685	8220	SWR 4/20	GWM	3492124,13	5292438,99	32492051,26	5290805,44
5686	8220	SWR 5/20	GWM	3492156,61	5292862,54	32492083,72	5291183,84
5697	8220	SWR 3/21	GWM	3492439,37	5292922,47	492366,37	5291243,74
5715	8220	SWR 5a/21	GWM	3492317,36	5292877,27	492244,41	5291198,56

HD-EDV	TK	NAME	KENNUNG	m u. GOK	m u. POK	ET [m]	Filterstrecke [m u. GOK]	Ausbau ø [mm]	Wasser angebohrt [m u. GOK]	Wsp 01.07.21 [m NN]
5660	8220	SWR 1/20	GWM	427,27	428,74	25,0	12,0 - 25,0	80	11,93	417,48
5684	8220	SWR 2/20	GWM	434,70	435,46	78,0	22,0 - 52,0	125	23,74	417,50
5685	8220	SWR 4/20	GWM	426,54	427,30	68,0	16,0 - 54,0	125	15,04	417,46
5686	8220	SWR 5/20	GWM	434,63	435,52	80,0	35,0 - 55,0	125	14,03	417,46
5697	8220	SWR 3/21	GWM	421,80	422,60	70,0	21,0 - 43,0	80	21,00	417,49
5715	8220	SWR 5a/21	GWM	423,41	424,39	23,5	7,5 - 9,5	80	7,8 / 21,3	418,18

RW Rechtswert
 HW Hochwert
 m u. GOK Meter unter Geländeoberkante
 m u. POK Meter unter Pegeloberkante
 m NN Meter über Normalnull (Meeresspiegel)

Die Bohrungen SWR 5/20 und SWR 5a/21 zeigen einen heterogenen Aufbau der Zwischenschicht bestehend aus tonigen, z.T. sandigen Beckensedimenten, matrixgestützten Diamikten („Moränensedimente“) und sandig-schluffigen Kiesen. In diesen Kiesen wurde Grundwasser angetroffen, welches hydraulisch getrennt vom Grundwasser aus Stockwerk CD ist. Die Messstelle SWR 5a/21 schneidet das Stockwerk CD bei 19,60 m unter Gelände an, erschließt aber mit

der Filterstrecke von 7,5 m – 9,5 m unter Gelände diese kiesig ausgebildete, Grundwasser führende Lage innerhalb der Zwischenschicht ed, die das tieferliegende Stockwerk CD hydraulisch absperrt. Das in SWR 5a/21 am 01.07.2021 gemessene Druckpotential befindet sich bei 418,18 m NN und liegt damit um ca. 0,7 m höher als das Druckpotenzial im Stockwerk CD.

Die Basis von Stockwerk CD wurde nur in den Bohrungen SWR 4/20 (64,10 m u GOK) und SWR 3/21 (66,90 m u GOK) erschlossen. Sie besteht aus graugrünen bis rotbraunen Tonmergeln der Unteren Süßwassermolasse bzw. in Bohrung SWR 3/21 aus fest gelagerten, graugrünen bis graubraunen, vermutl. noch quartären Fein- bis Mittelsanden.

3.2 Einmessarbeiten

Die Lage der 2020 und 2021 neu erstellten 6 Grundwassermessstellen kann der Abbildung 1 entnommen werden. Sie liegen auf der Gemarkung Friedingen, Fl.Stck. 3271 (SWR 2/29) und Fl.Stck 2279 (SWR 3/21, SWR 4/20; SWR 5/20 und SWR 5a/21) bzw. auf der Gemarkung Überlingen, Fl.Stck 1807/1 (SWR 1/20).

Die Messstellen wurden nach Lage und Höhe von der Meichle & Mohr GmbH nach Abschluss der Bohrarbeiten eingemessen (s. Anlage 2 und Tab. 1).

Die Lagekoordinaten in Tabelle 1 sind im Gauß-Krüger- und auch im UTM Zone 32T-Format angegeben; die Originaleinmessung der Meichle & Mohr GmbH in der Anlage 2 gibt Gauß-Krüger-Werte an.

3.3 Kurzpumpversuche

Am 29.06. und am 30.06.2021 wurden Kurzpumpversuche in den neuen Grundwassermessstellen SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20 durchgeführt.

Die aus den Versuchen ermittelten Durchlässigkeiten (kf-Wert) für das Grundwasserstockwerk CD stellen wichtige Eingangsparameter für das Grundwasserströmungsmodell dar.

Der Versuchsablauf und die lineare Darstellung des Absenkungsverhaltens sind in der Anlage 3 für jeden der 3 Tests dargestellt.

In den Messstellen SWR 2/20 und SWR 5/20 wurde eine 4-Zoll-Unterwasserpumpe, in SWR 1/20 eine 3-Zoll-Unterwasserpumpe installiert; die Förderraten während der Kurzpumpversuche bewegten sich zwischen 1,17 l/s und 4,10 l/s. Die Absenkungen des Grundwasserspiegels, die mit diesen Entnahmen erzielt wurden, lagen bei 0,11 m – 0,30 m. Nach dem Kurzpumpversuch wurde zur Abschätzung des Brunnenerverlustes in jeder Messstelle noch ein 3-stufiger Stufenpumpversuch durchgeführt. In Tab. 2a können die wichtigsten Eckdaten der Kurz- und Stufenpumpversuche eingesehen werden.

Tab. 2a Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell, Phase II – Übersicht Kurz- und Stufenpumpversuche 29./30.06.2021

Messstelle	Datum	Testart	Dauer [min]	Q [l/s]	s [m]
SWR 1/20	30.06.2021	KPV	170	1,20	0,16
		SPV Stufe 1	15	0,54	0,05
		SPV Stufe 2	14	0,93	0,11
		SPV Stufe 3	14	1,15	0,15
SWR 2/20	29.06.2021	KPV	130	4,10	0,11
		SPV Stufe 1	10	1,21	0,03
		SPV Stufe 2	10	2,52	0,06
		SPV Stufe 3	10	4,01	0,11
SWR 5/20	30.06.2021	KPV	228	3,90	0,30
		SPV Stufe 1	10	1,27	0,08
		SPV Stufe 2	10	2,65	0,19
		SPV Stufe 3	10	4,00	0,32

KPV = Kurzpumpversuch / SPV = Stufenpumpversuch / s = Absenkung Grundwasserspiegel

Q = Entnahmerate Grundwasser

Bei allen 3 Pumpversuchen stellte sich ein quasistationärer Beharrungszustand kurz nach Pumpbeginn ein. Die Auswertung erfolgt mit einer näherungsweisen Bestimmung der Transmissivität T_r nach LOGAN mit

$$T_r [\text{m}^2/\text{sec}] = 1,22 \times \text{Entnahmerate} [\text{m}^3/\text{sec}] / \text{Absenkung} [\text{m}]$$

Die Stufenpumpversuche dienten der Abschätzung des Brunnenvverlustes (brunnenspezifischer Absenkungsanteil in der Messstelle an der Gesamtab-senkung). Dieser wird mit 28 % - 50 % abgeschätzt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Pumpversuchs-auswertung zusammengefasst.

Tab. 2b Ergebnisse Hydraulische Tests SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20

	Einheit	SWR 1/20	SWR 2/20	SWR 5/20
Tr ₁ (nach Logan)	m ² /sec	9,15E-03	4,55E-02	1,59E-02
Tr ₂ (Berücksichtigung BV)	m ² /sec	2,00E-02	8,90E-02	2,16E-02
M (Mächtigkeit Aquifer)	m	65	55	50
kf ₁ (Berücksichtigung T ₁)	m/sec	1,41E-04	8,27E-04	3,17E-04
kf ₂ (Berücksichtigung T ₂)	m/sec	3,08E-04	1,62E-03	4,32E-04

BV Brunnenvverlust

3.4 Wasserspiegelmessungen

Seit 2005 werden im Zuge der Abbauaktivitäten im Bereich des Stadtwaldes Radolfzell kontinuierliche Wasserspiegelmessungen in 6 ausgewählten Grundwassermessstellen und im Baggersee durchgeführt. Diese Messungen werden im Rahmen jährlicher Monitoringberichte dargestellt und bewertet.

Zur Verdichtung der hydrogeologischen Datengrundlage für die geplante Erweiterung des Nassabbaus in Phase II wurden nach der Einrichtung zusätzlicher Grundwassermessstellen Ende 2020 und Anfang 2021 vier weitere Messsysteme zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Wasserspiegel-schwankungen installiert.

Unterstützend zu den kontinuierlichen Messungen werden in einem monatlichen Intervall in ca. 10 – 12 zusätzlichen Grundwassermessstellen Wasserspiegel-Stichtagsmessungen durchgeführt.

Eine Übersicht zu den Monitoring-Aufschlüssen bietet die Tabelle 3.

Tab. 3 Liste Messstellen für Grund- und Seewassermonitoring

Messstellenbezeichnung	LUBW- Nummer	Wasserspiegelmessung	
		DS	LiLo
DP 7T Waldheim	0129/422-1	X	
DP 7F Waldheim	0130/422-6	X	
BK 10T/94 Stadtwald Radolfzell	2018/422-8		jährlich
KB 5T/04 Stadtwald Radolfzell	2251/422-0	X	
KB 2/04 Stadtwald Radolfzell	2245/422-5		X
KB 3/04 Stadtwald Radolfzell	2247/422-6	X	
KB 2/64 Stadtwald Radolfzell	0104/422-8		X
P81 Schray	0239/422-4		X
KB 4T/04 Stadtwald Radolfzell	2249/422-7		x
KB 4F/04 Stadtwald Radolfzell	2250/422-4		x
T1 Schray	0350/422-5	X	
BK 5a/97 Stadtwald Radolfzell	2256/422-7		X
KB T1/95 Stadtwald Radolfzell	2234/422-3		X
B13 Weiherhof	0155/422-0		X
P 8/94 Frauenwiesquelle	0418/422-0	X	
T4 AMB	354/422-7		X
SWR 1/20	-		X
SWR 2/20	-	X	
SWR 4/20	-	X	
SWR 5/20	-	X	
SWR 3/21	-		X
SWR 5a/21	-	X	
See	--	X	

DS : kontinuierliche Wasserspiegelmessung mit Datensammler

LiLo : Wasserspiegelmessung mit Lichtlot / 4-wöchig bzw. 1 x jährlich

Die monatliche Wasserspiegel-Stichtagsmessung vom 01.07.2021 (Messwert-tabelle s. Tab. 4) wird verwendet, um das aktuelle Grundwasserfließgeschehen im Grundwasserstockwerk CD im Stadtwald Radolfzell zu beschreiben (s. Kap. 4.1.5).

Tab. 4 Wasserspiegel-Stichtagsmessungen 01.07.2021

EdV-Nr.	LUBW-Nr.	NAME	POK [m NN]	Abstich [m u POK]	Wasserspiegel [m NN]
106	104/422-8	3401 Friedingen	430.82	13.32	417.50
143	129/422-1	Waldh.Singen DP7,T	431.68	13.84	417.84
144	130/422-6	Waldh.Singen DP7 F	431.49	12.42	419.07
164	155/422-0	B13,Weiherhof	419.39	4.39	415.00
225	239/422-4	Schray u.d.Tann P 81	421.77	3.23	418.54
297	350/422-5	"T1 Schray; 1431/422"	422.47	4.99	417.48
301	354/422-7	T4 AMB	426.03	8.64	417.39
307	418/422-0	P8	421.77	5.96	415.81
367	2234/422-3	"MT1 ; KB T1 Schädler"	426.58	9.59	416.99
2480	2245/422-5	KB2/04	421.99	4.54	417.45
2481	2247/422-6	KB3/04	422.75	5.25	417.50
2484	2251/422-0	KB5t/04	432.24	14.71	417.53
4952	-	See	419.94	2.51	417.43
5660	-	SWR 1/10	428.74	11.26	417.48
5684	-	SWR 2/20	435.46	17.96	417.50
5685	-	SWR 4/20	427.30	9.84	417.46
5686	-	SWR 5/20	435.52	18.06	417.46
5715	-	SWR 5a/21	424.39	6.21	418.18
5697	-	SWR 3/21	422.6	5.11	417.49

4. **Beschreibung der rohstoff- und hydrogeologischen Verhältnisse im Nahbereich und im weiteren Umfeld der geplanten Erweiterung (konzeptionelles Modell)**

4.1 **Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse**

4.1.1 **Aktualisierung Fenster CDE**

Auf Grundlage einer Neubewertung aller verfügbarer Bohraufschlüsse im Bereich Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell wurde das Fenster CDE überarbeitet und aktualisiert. Die Abbildung 2 zeigt eine Neuabgrenzung des CDE-Fensters im Vergleich zum Stand 2004. Generell bleibt die alte

Fensterfläche erhalten; nach Norden bzw. Nordosten zeichnet sich eine Erweiterung ab.

Die für die Abgrenzung des Fensters maßgeblich verwendeten Bohraufschlüsse sind in Abb. 2 gekennzeichnet. Es handelt sich teilweise um ältere Bohrungen, die im Spülbohrverfahren abgeteuft wurden und nur eine sehr unsichere Beschreibung des Bohrgutes zulassen. Entsprechend sind Aussagen zu den Zwischenschichtsedimenten in einigen Bohrungen nur bedingt zuverlässig; teilweise wurden die Sedimente als korngestützte Diamikte (Kies mit hohem Feinmatrixanteil; Kieskomponenten berühren sich allerdings gegenseitig) und damit nicht als hydraulisch stauende Sedimente angesprochen bzw. nachinterpretiert.

Auch in Kernbohrungen nachgewiesene Zwischenschichtsedimente mit geringen Mächtigkeiten ≤ 5 m wurden dem Fensterbereich zugeordnet, da hier eine hydraulisch abdichtende Wirkung nicht gewährleistet ist.

In den im vorliegenden Bericht dargestellten Abbildungen wird grundsätzlich die aktualisierte Interpretation des Fensters CDE verwendet.

4.1.2 Basis und Mächtigkeit Stockwerke E und CD

Basis und Mächtigkeit Stockwerk E

Die aktuellen Bohrungen von 2020/2021 bestätigen die bislang bekannte Stockwerks-Gliederung. Oberflächennah wird ein oberes Kies-Stockwerk (Stockwerk E) mit einer Mächtigkeit von 7,35 m (SWR 5/20) bzw. 7,40 m (SWR 2/20) angetroffen, welches nicht Grundwasser führend ist und in der geplanten Erweiterung Phase II zu einem großen Teil ($> 50\%$) bereits im Trockenabbau ausgeküst wurde. Die Basis des trockenen Stockwerkes E bewegt sich im Erweiterungsgebiet bei ca. 418,35 m NN (SWR 3/21) und 426,40 m NN (SWR 2/20).

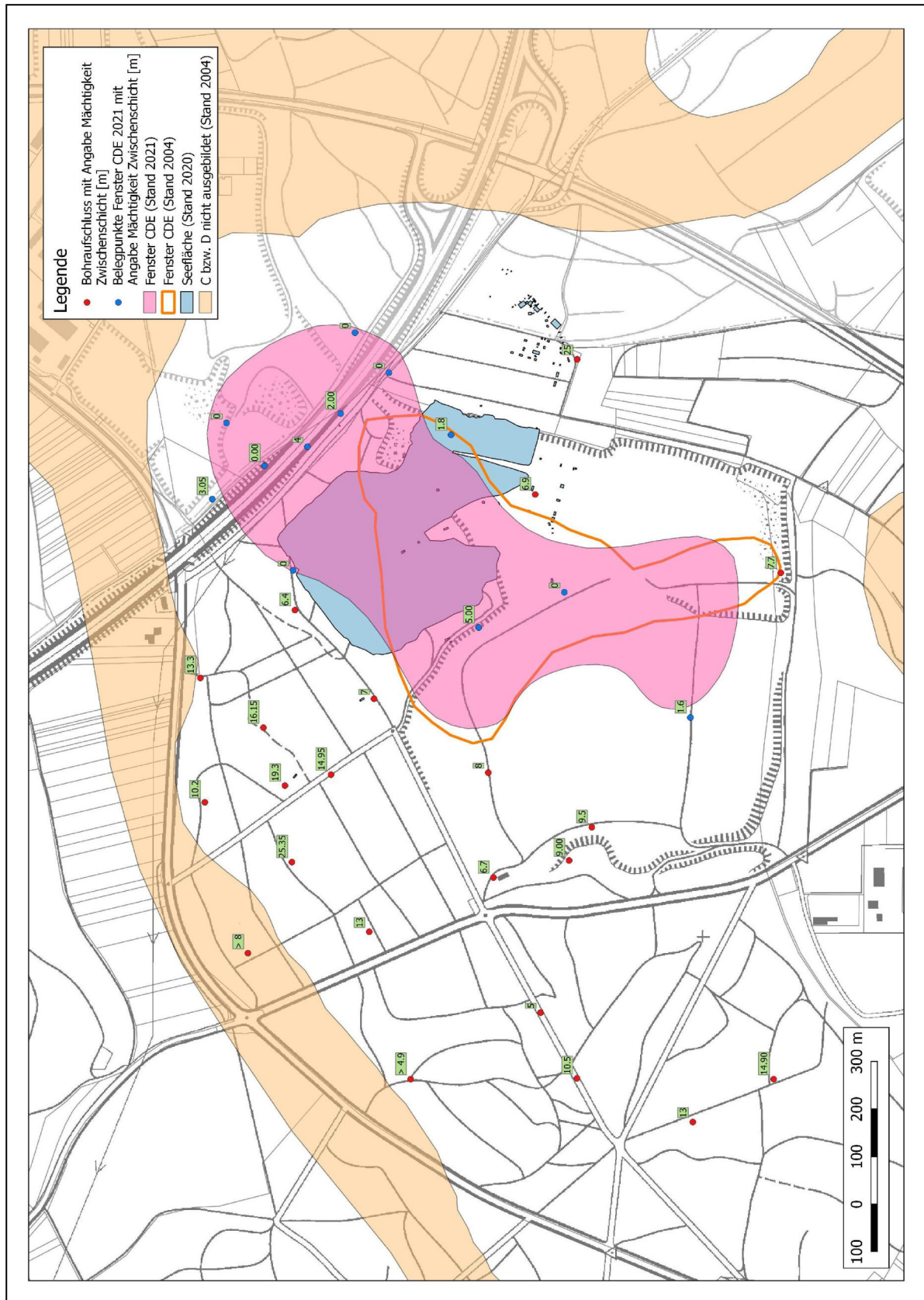


Abb. 2 Aktualisierung Fenster CDE Stand 2021 mit Belegpunkten

Basis Stockwerk CD

Die Basis des abbauwürdigen Kies-Sand-Vorkommens im unteren Stockwerk CD kann der Abbildung 3 entnommen werden.

Es zeichnet sich ein höher gelegener Bereich mit einer Basis des Stockwerks CD von über 362 m NN bis über 370 m NN im Zentrum der Abbildung, im unmittelbaren Anschluss vom Baggersee nach Süden und Südwesten ab. Ausgehend von dieser Hochzone fällt die CD-Basis in nördliche / nordwestliche Richtung auf unter 355 m NN ab. Gleiches gilt auch für die Richtung nach Osten, wo die Basis auf unter 357,50 m NN abtaucht. In der nordöstlichen Verlängerung des aktualisierten Fensters CDE (Stand 2021) bewegt sich die Kiesbasis auf einem Niveau von ca. 360 m NN, wobei man einschränkend anmerken muss, dass die in diesem Bereich vorliegenden Bohraufschlüsse mit einer Ausnahme die Basis CD nicht erschlossen haben.

Die Bohraufschlüsse der neuen Grundwassermessstellen SWR 2/20 und SWR 5/20 erreichten auf Grund bohrtechnisch bedingter Schwierigkeiten nicht die Basis von Stockwerk CD; d. h. die Basis liegt hier tiefer als 356,70 m NN (SWR 2/20 bzw. tiefer als 354,63 m NN (SWR 5/20). Nach den bisherigen Modellvorstellungen wurde die nördliche Berandung, wo Stockwerk CD noch ausgebildet ist, im Bereich der GWM SWR 2/20 interpretiert. Die aktuellen Bohrerergebnisse legen die Vermutung nahe, dass sich Stockwerk CD weiter in nördliche Richtung ausbreitet als bisher angenommen.

Mächtigkeit Stockwerk CD

Die aktuelle Mächtigkeitsverteilung von Stockwerk CD unter Einarbeitung aller neuen Bohraufschlüsse geht aus Abbildung 4 hervor. Dabei können Mächtigkeiten von 45 m bis 55 m ermittelt werden. Im aktuellen Seebereich (Phase I) und in der nordöstlichen Erweiterung vom Fenster CDE steigt die Mächtigkeit auf über 65 m an; diese Interpretation beruht allerdings nur auf 2 Bohraufschlüssen. Die Mächtigkeit von >56,40 m bei SWR 2/20 deutet wie oben bereits erwähnt entgegen den bisherigen Vorstellungen eine Ausdehnung von Stockwerk CD weiter nach Norden an.

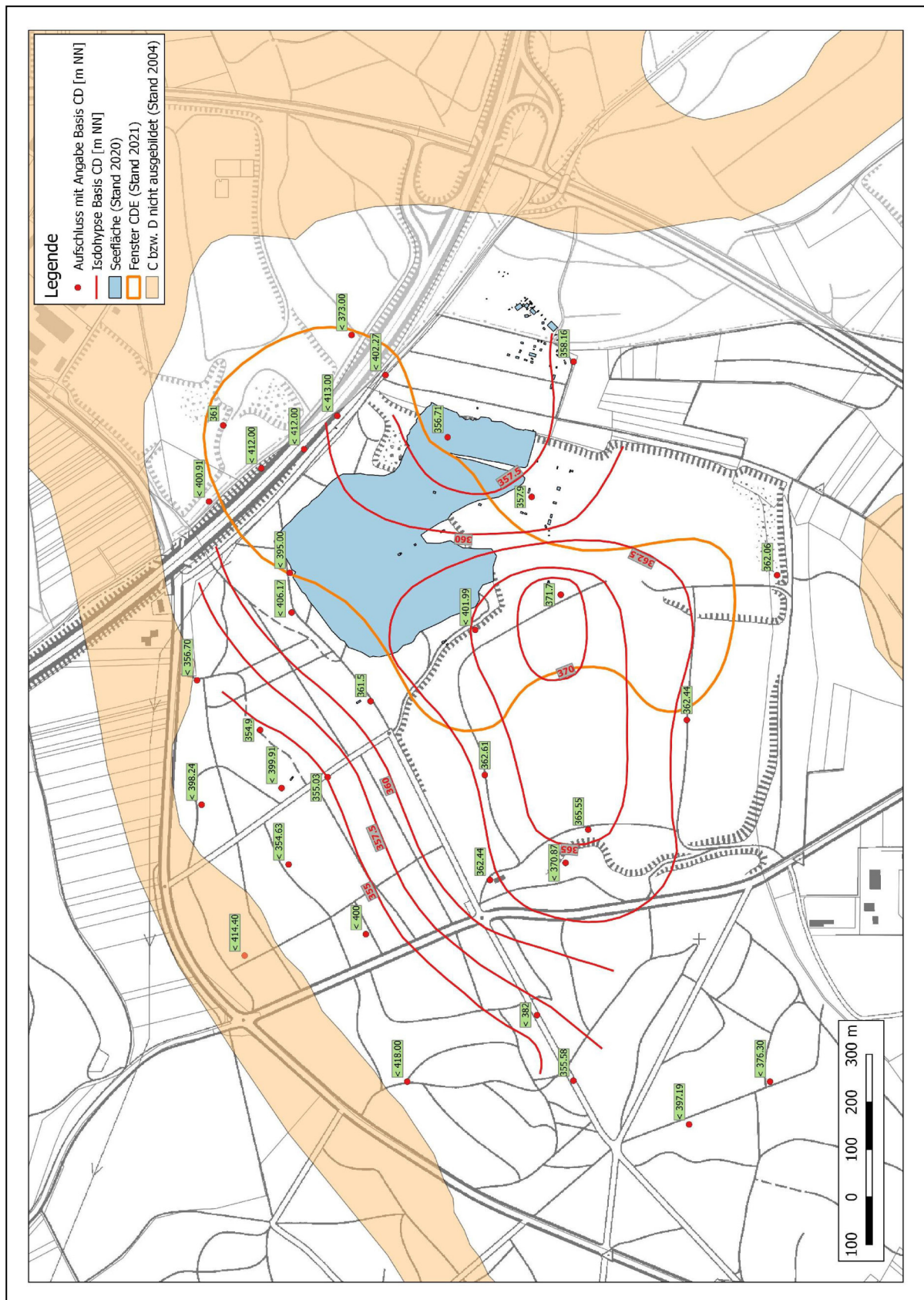


Abb. 3 Basis CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell

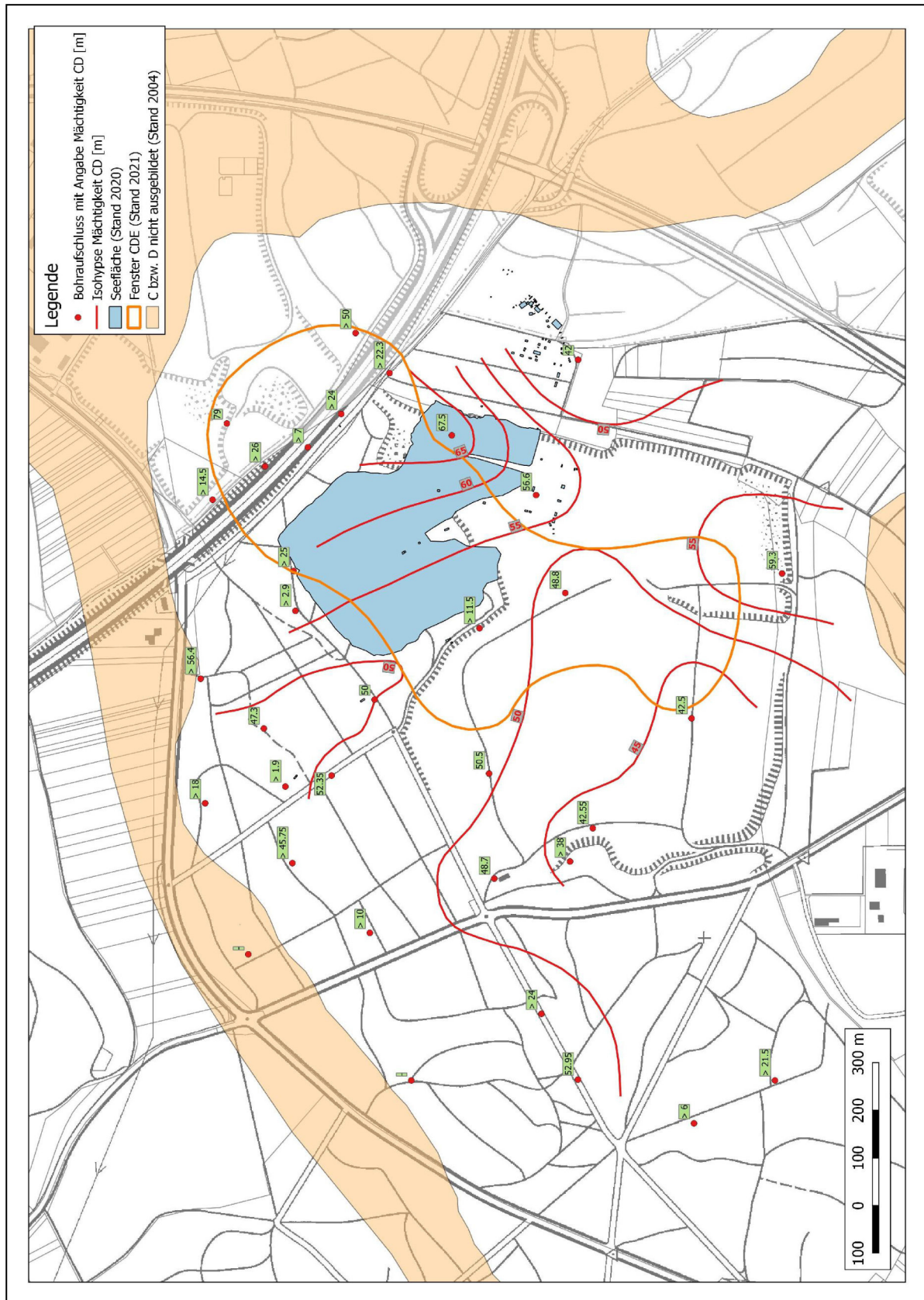


Abb. 4 Mächtigkeit CD-Horizont Bereich Stadtwald Radolfzell

4.1.3 Mächtigkeit Zwischenschicht ed

In Abbildung 5 ist die räumliche Verteilung der Mächtigkeit der Zwischenschicht „ed“ zwischen den Stockwerken E und CD dargestellt. Im Bereich des Fenster CDE und der Umgebung beträgt die Mächtigkeit erwartungsgemäß 0 Meter bzw. unter 5 m. Ausgehend vom Fenster CDE steigt die Mächtigkeit der Zwischenschichtsedimente sowohl in nordwestliche als auch südöstliche Richtung bis auf über 20 m – 25 m an. Nach Westen und Südwesten ist ein moderater Anstieg der Zwischenschichtmächtigkeit auf 5 m – 10 m zu verzeichnen.

Mächtige Zwischenschichtsedimente wurden im Bereich der neuen Messstellen SWR 5/20 und SWR 5a/21 erbohrt. Hier konnten Mächtigkeiten von 19,30 m (SWR 5a/21) bis max. 25,35 m (SWR 5/20) nachgewiesen werden.

In den beiden oben erwähnten Messstellen sowie in Bohrung SWR 3/21 wurden innerhalb der Zwischenschicht geringmächtige sandig-schluffige Kiese bzw. Sande mit wechselnden Kiesanteilen angetroffen, die eine Grundwasserführung aufweisen. Es handelt sich um ein eigenes, gespanntes Grundwasser in der Zwischenschicht, welches in der Messstelle SWR 5a/21 verfiltert wurde. Bei den Mächtigkeitsangaben im Text und in der Abbildung 5 sind diese wasserführenden Ablagerungen mit eingerechnet.

Die Zwischenschicht „ed“ besteht aus feinkörnigen Beckensedimenten (Tone, Schluffe, Feinsande) bzw. aus Moränensedimenten (matrixgestützte Diamikte = Kiese eingebettet in einer Feinmatrix), die eine natürliche, hydraulisch wirksame Stauschicht zwischen dem oberflächennahen Stockwerk E und den tieferen Stockwerk CD darstellt. Im Fensterbereich CDE ist diese Zwischenschicht durch hydraulisch durchlässige Ablagerungen ersetzt bzw. nur mit geringer Mächtigkeit ausgebildet.

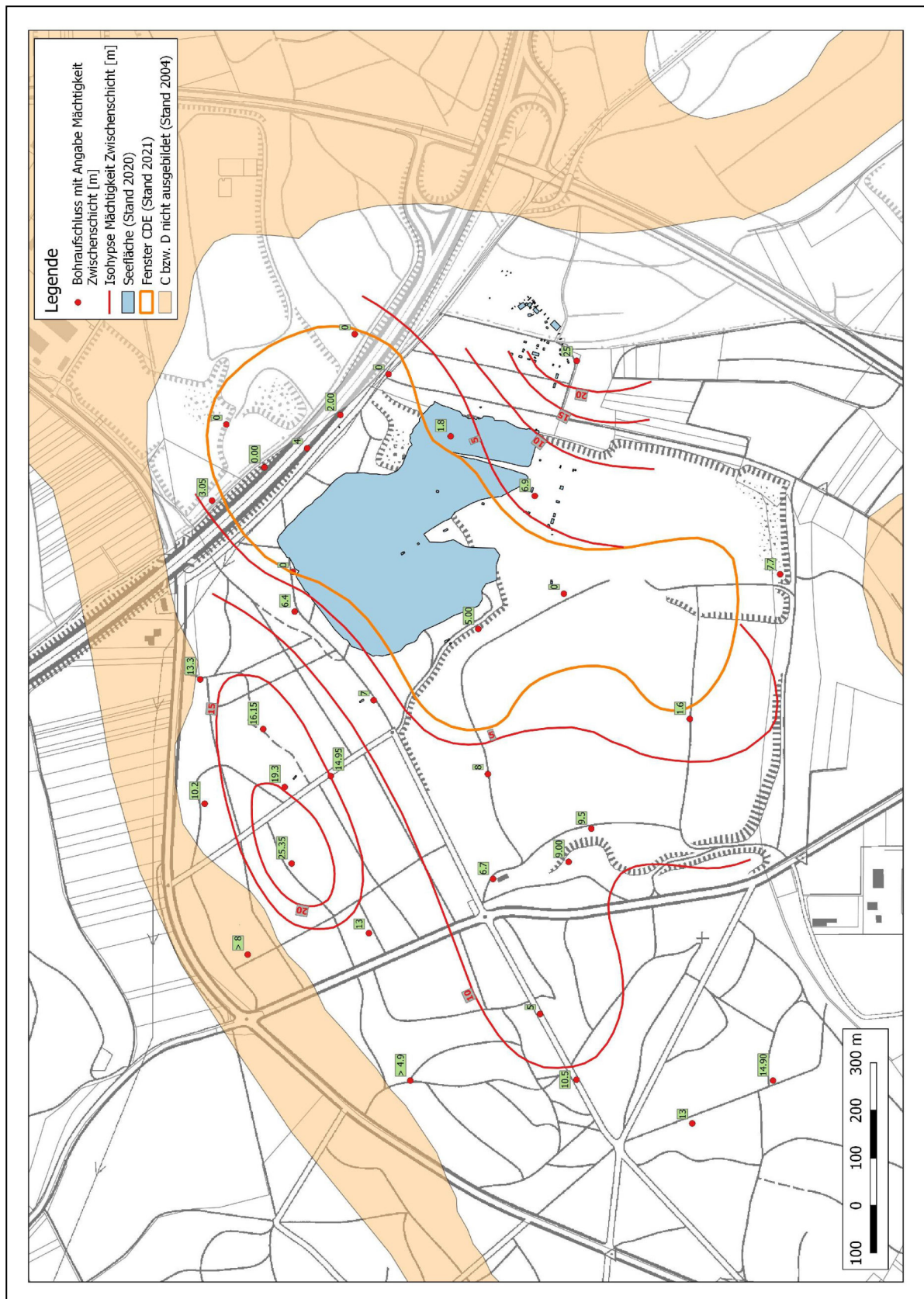


Abb. 5 Mächtigkeit Zwischenschicht ed Bereich Stadtwald Radolfzell

4.1.4 Durchlässigkeit Stockwerk CD

Gemäß der Auswertung der hydraulischen Tests in den Messstellen SWR 1/20, SWR 2/20 und SWR 5/20 bewegen sich die Durchlässigkeiten im tieferen Stockwerk CD zwischen $k_f = 1,62E-03$ m/sec und $1,41E-04$ m/sec.

4.1.5 Grundwasserfließverhältnisse Stockwerk CD

Die Grundwasserfließverhältnisse im Stockwerk CD werden auf Grundlage des Stichtages vom 01.07.2021 näher erläutert.

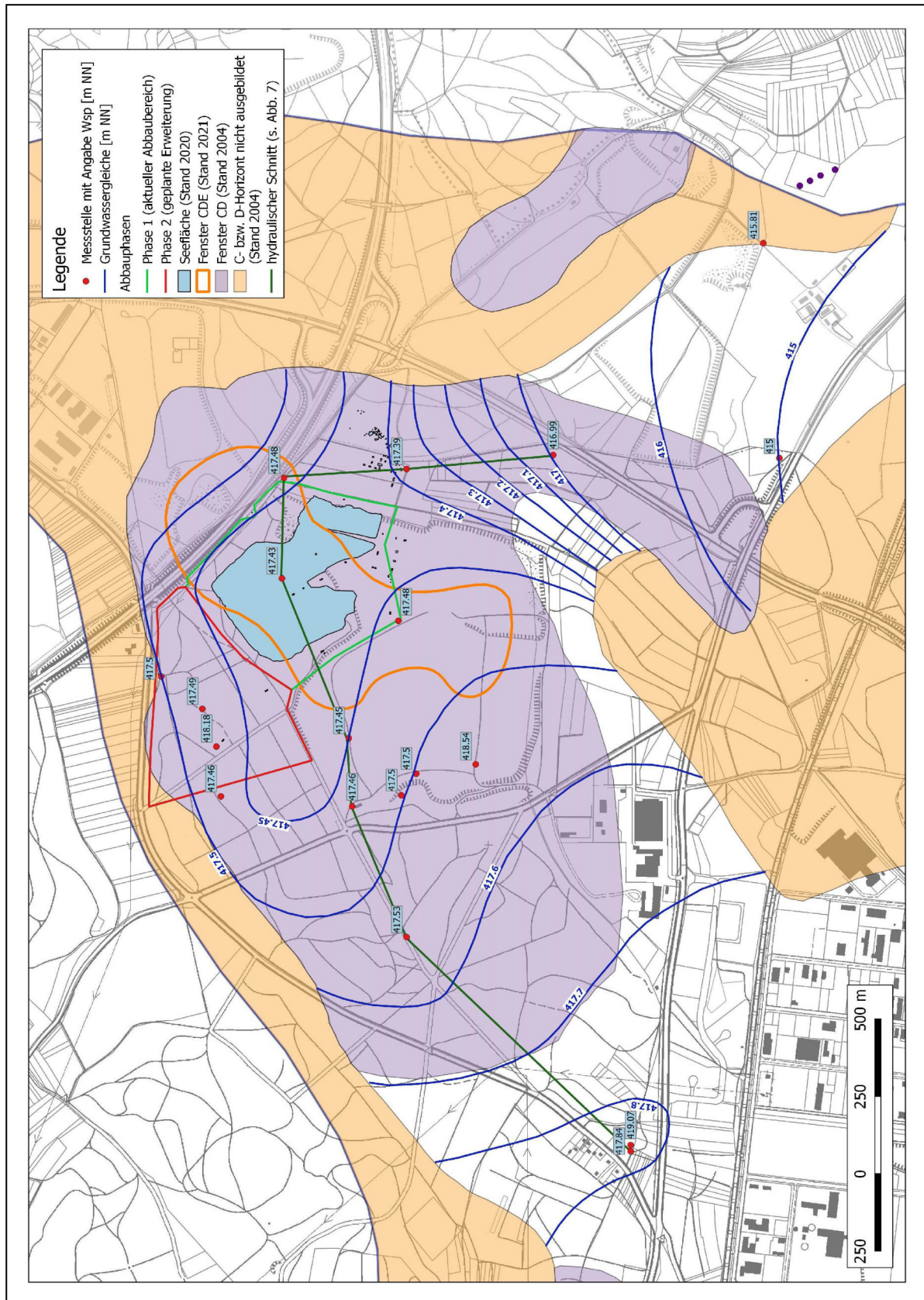
Wie aus dem Grundwassergleichenplan in Abb. 6 ersichtlich ist, wird das Fließverhalten im zentralen Bereich durch den aktuell bestehenden Baggersee (Phase I) bestimmt. Die durch den Baggersee induzierte Seespiegelkipfung paust sich deutlich auf die Grundwassergleichen im westlichen Anstrom ab.

Am Westrand der Abbildung 6 unterteilt eine Grundwasserscheide (Grundwasserpotenziallinie 417,80 m NN) das Fließgeschehen. Bedingt durch die im Singener Becken stattfindenden Grundwasserentnahmen der privaten und öffentlichen Wasserversorgungen (Constellium, Maggi, G. Fischer und Münchried) strömt ab hier das Grundwasser nach Westen ins Stadtgebiet Singen ab.

Großräumig fließt das Grundwasser im Projektgebiet von der Grundwasserscheide in östliche Richtung mit einem geringen hydraulischen Gefälle von ca. $2,4 \times 10^{-4} - 3,0 \times 10^{-4}$ ab.

Nach der Passage des Baggersees fließt das Grundwasser nach Süden Richtung Frauenwiesquelle weiter. Hier nimmt das hydraulische Gefälle auf ca. $9,0 \times 10^{-4} - 2,0 \times 10^{-3}$ zu.

Wie bereits festgestellt, beeinflusst der Baggersee den Verlauf der Grundwassergleichen deutlich. In der Abbildung 7 wird die Thematik „Seespiegelkipfung“ analytisch bzw. messtechnisch aufgearbeitet und in Form eines hydraulischen Schnittes dargestellt.



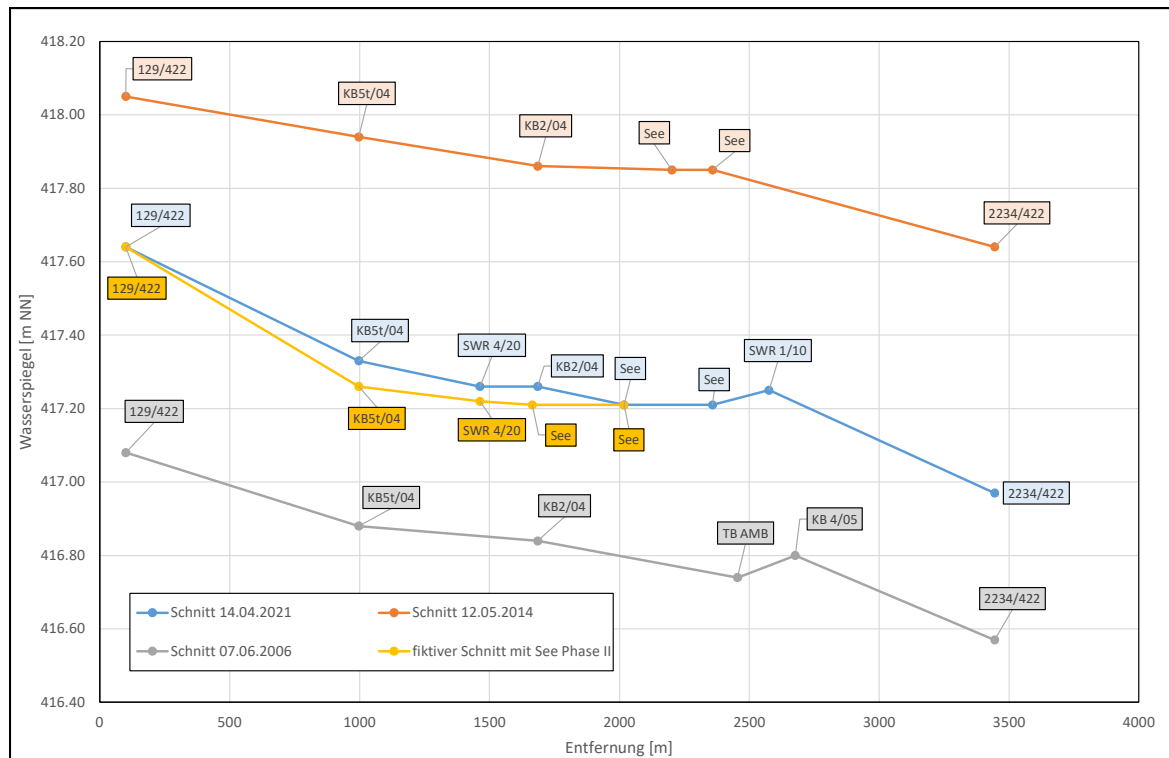


Abb. 7 Grundwasserpotenzialverläufe 2006 – 2021 entlang eines hydraulischen Schnittes durch den Stadtwald Radolfzell

Die Lage des hydraulischen Schnittes kann aus der Abb. 6 entnommen werden.

In Abbildung 7 sind die zu verschiedenen Zeitpunkten (2006 – 2014 – 2021) entlang einer Schnittlinie in Grundwassermessstellen und im See gemessenen Druckpotenziale aufgetragen und können so direkt miteinander verglichen werden. Die verschiedenen Zeitpunkte repräsentieren Grundwasserpotenzialverhältnisse ohne Seeinfluss (2006) und bei verschiedenen Baggerseegrößen (Mai 2014 und April 2021). Zusätzlich wurde für den Stichtag 14.04.2021 eine fiktive Erweiterung des Nassabbaus Phase II konstruiert und die im Zustrom zu erwartende Seespiegelkippung prognostiziert (s. gelbe Linie in Abb. 7).

Vernachlässigt man die Potenzialunterschiede zwischen den einzelnen Stichtagsmessungen, zeigen die Stichtage von 2006 (ohne See) und 2014 (begonnener See) bzgl. des hydraulischen Gefälles ein sehr ähnliches Verhalten. Da noch kein Baggersee angelegt (2006) bzw. noch nicht so ausgedehnt war (2014), macht sich die Seespiegelkippung im Zustrom aus

Westen (Grundwasserscheide) nicht bzw. kaum bemerkbar. Der Stichtag im April 2021 mit einem bereits deutlich größeren Baggersee zeigt eine Verteilung des Gefälles ausgehend von der Grundwasserscheide im Westen. Bei Berücksichtigung der geplanten Erweiterung der Seeflächen in Phase II verschiebt sich das Seespiegelpotenzial weiter nach Westen und es ist eine nochmalige Zunahme des Gefälles zwischen Grundwasserscheide und dem zukünftigen See zu erwarten. Die Grundwasserscheide bleibt nach bisherigen Erkenntnissen jedoch erhalten und trennt weiterhin die Grundwassersysteme Stadtbereich Singen und Stadtwald Radolfzell hydraulisch voneinander. Eine Überprüfung erfolgt anhand der Modellberechnungen (Prognosen).

4.1.6 Grundwasserganglinien

Die Abbildungen 8a und 8b zeigen den Verlauf der in den neu erstellten Messstellen SWR 2/20, SWR 4/290, SWR 5/20 und SWR 5a/21 gemessenen Grundwasserganglinien im Vergleich zu Messreihen der bereits länger bestehenden Grundwasseraufschlüsse 129/422, 350/422, 418/411 und dem Baggersee. Alle Aufschlüsse mit Ausnahme von SWR 5a/21 erschließen das tiefer liegende Grundwasservorkommen des Stockwerks CD und zeigen einen vergleichbaren zeitlichen Verlauf.

Die Ganglinie der GWM 129/422 zeigt wöchentliche Schwankungsintervalle, die auf den Entnahmebetrieb im Singener Becken zurückzuführen sind.

Die Messstelle SWR 5a/21 erschließt Grundwasser führende Schichten in der Zwischenschicht de. Das Druckpotenzial in SWR 5a/21 liegt um ca. 0,70 m höher als das Potenzial in den Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 um ca. 0,70 m (s. Abb. 8a und Tab. 4), die alle Stockwerk CD erschließen. Es handelt sich um ein hydraulisch vom Stockwerk CD abgekoppeltes Grundwassersystem mit lokal begrenzter Ausdehnung im Bereich SWR 5/20, SWR 5a/21 und evtl. SWR 3/21 und KB 3/05. Die Lage der o. g. Aufschlüsse kann der Abbildung 8c entnommen werden.

Abbildung 8b zeigt den Beobachtungszeitraum seit 2004. Bei Niedrigwasserverhältnissen neigen die Ganglinien der Messstelle 350/422 und des Baggersees im Vergleich zur Messstelle 129/422 stärker abzusenken.

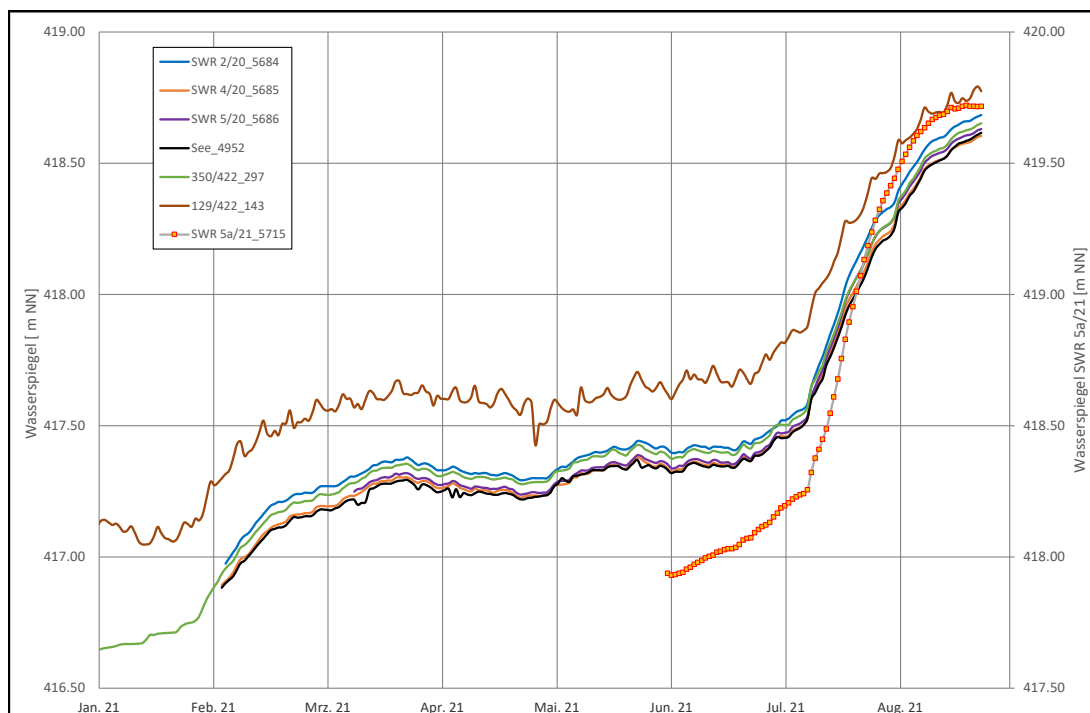


Abb. 8a Grundwasserganglinien der neu erstellen Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/29 und SWR 5a/21 im Vergleich zu älteren Messstellen 129/422, 350/422 und dem Baggersee im Zeitraum Jan. –Sept. 2021

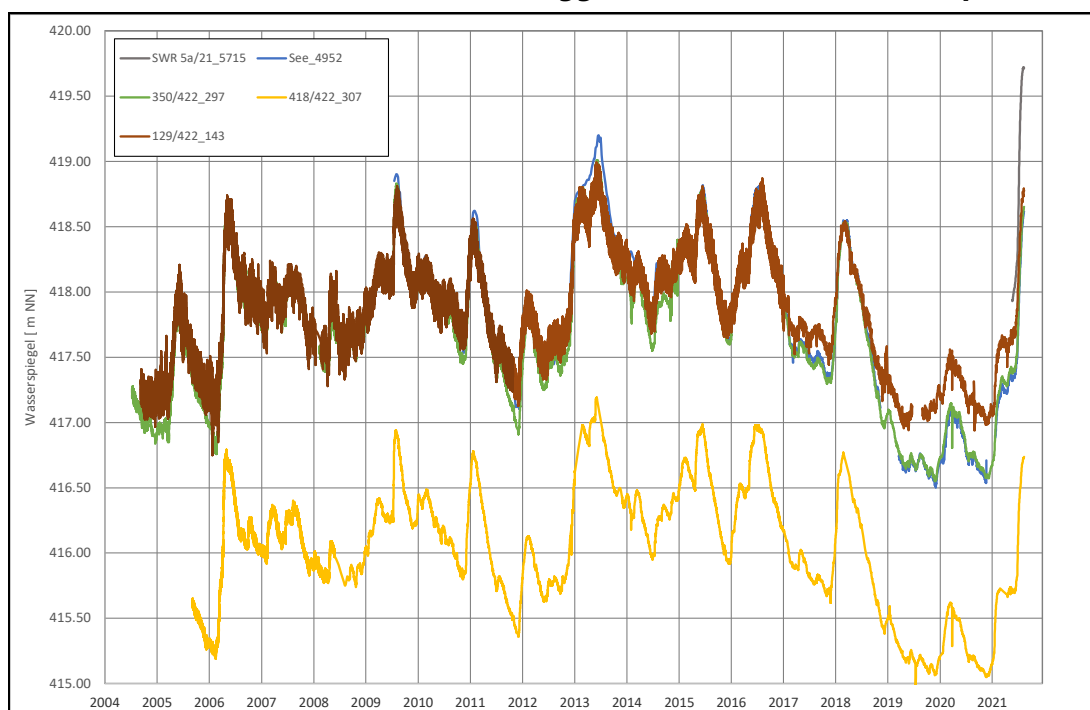


Abb. 8b Grundwasserganglinien der neu erstellen Messstellen SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/29 und SWR 5a/21 im Vergleich zu älteren Messstellen 129/422, 350/422, 418/422 und dem Baggersee im Zeitraum 2004 – 2021

Dieses Phänomen tritt seit 2017 verstärkt auf und ist möglicherweise als Hinweis auf die mit zunehmender Ausbildung der Seefläche beginnende Seespiegelkipung zu interpretieren.

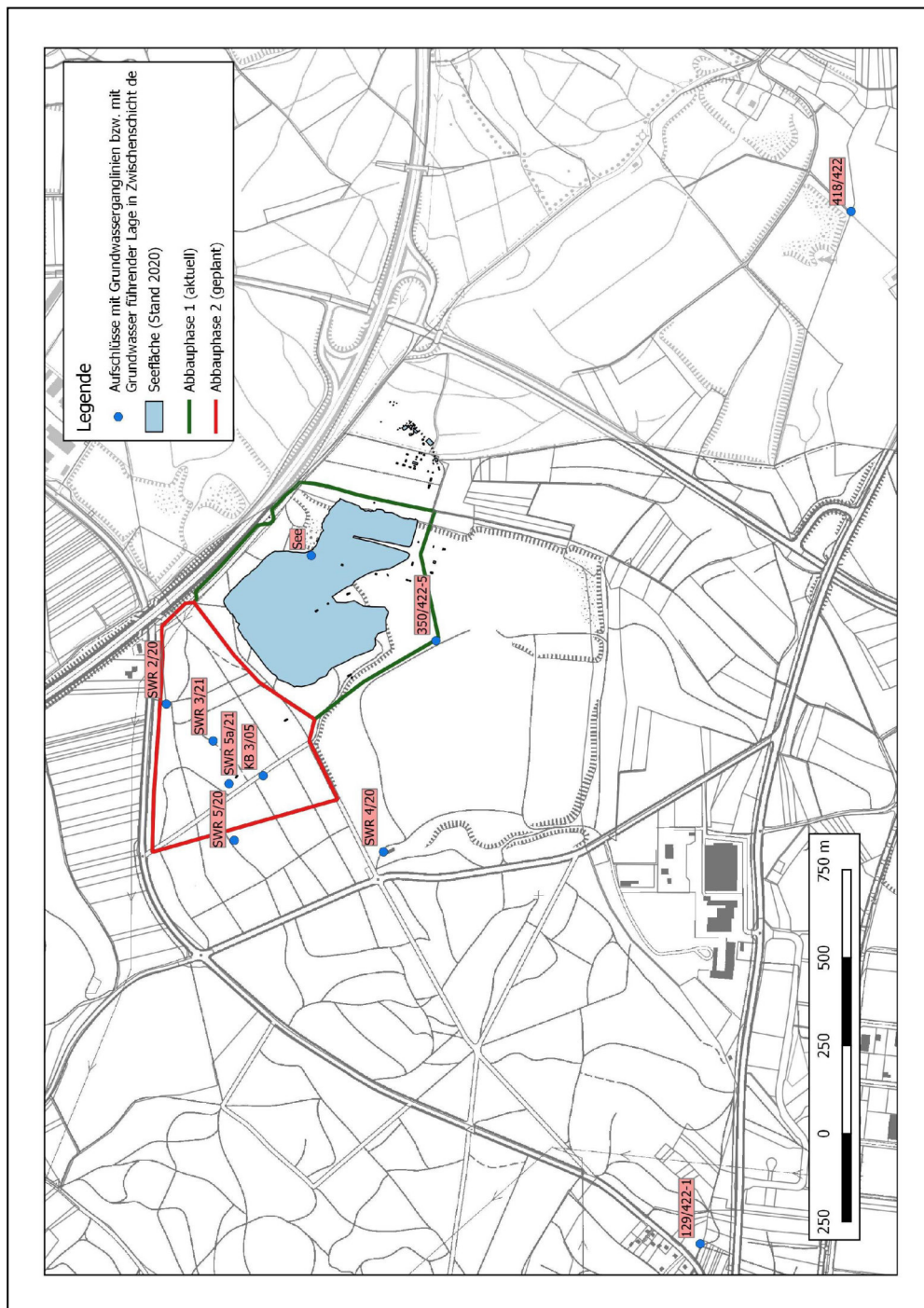


Abb. 8c Lage der Aufschlüsse mit den Grundwasserganglinien aus den Abbildungen 8a und 8b

4.2 Rohstoffgeologische Verhältnisse

Die 2020 und 2021 durchgeführten Erkundungsbohrungen (s. Abb. 1 und Tab. 1) belegen in der geplanten Erweiterungsfläche Phase II ein hinsichtlich der Verbreitung und der Mächtigkeit (47 m – über 56 m, s. Abb. 5) abbauwürdiges Kies-Sand-Vorkommen. Dieses Vorkommen entspricht dem Grundwasserstockwerk CD. Bei einer Fläche der Erweiterung Phase II von ca. 221.613 m² und einer mittleren Mächtigkeit von ca. 51 m berechnet sich ohne Berücksichtigung von Böschungen ein Abbauvolumen im unteren Stockwerk CD von ca. 11,3 Mio. m³.

Auf Grund der im aktuellen Abbau (Phase I) hinreichend belegten Qualität des Rohstoffvorkommens im Stockwerk CD wurde auf weitere rohstoffgeologische Untersuchungen (Korngrößenverteilung, Geröll-petrographie) des Bohrgutes aus den neuen Bohrungen verzichtet. Ergänzend wird in den nachfolgenden Abbildungen die Rohstoffqualität des Kies-Sand-Vorkommens im Stockwerk CD im geplanten Erweiterungsgebiet Phase II anhand der dokumentierten Ergebnisse in SWR 3/21 (s. Abb.9b) und SWR 2/20 (s. Abb. 9a) optisch belegt.



Abb. 9a Bohrgut 36 m – 40 m aus Bohrung SWR 2/20



Abb. 9b Bohrgut 48 m – 52 m aus Bohrung SWR 3/21

Eine eingehende rohstoffgeologische Betrachtung des oberflächennahen, trockenen Stockwerks E entfällt, da im geplanten Erweiterungsgebiet Phase II dieses Vorkommen weitestgehend im Trockenabbau bereits abgebaut wurde.

5. Zusammenfassung

Im Zuge der geplanten Erweiterung des Kiesnassabbaus im Stadtwald Radolfzell (Phase II) wurden weitere Untersuchungsmaßnahmen:

- Abteufen von 6 Bohrungen incl. Ausbau zu Grundwassermessstellen
- Einmessarbeiten
- Wasserspiegelmessungen
- Hydraulische Tests

zur Erkundung der rohstoff- und hydrogeologischen Verhältnisse durchgeführt.

Rohstoffgeologische Verhältnisse

Die Ergebnisse der Bohrarbeiten belegen im geplanten Erweiterungsgebiet Rohstoffmächtigkeiten von ca. 47 m (SWR 3/21) bis über 55 m (SWR 2/20) im unteren, Grundwasser führenden Stockwerk CD. Die Basis der Nutzschiebt bewegt sich dabei zwischen ca. 361 m NN bis unter 355 m NN. Das Nutzschiebtvorkommen wird durch einen ca. 10 m – 25 m (SWR 5/20) mächtigen, nicht bzw. nur begrenzt verwertbaren Zwischenhorizont (Zwischenschiebt ed) überdeckt. Darüber folgen trockene, ca. 7 m – 9 m mächtige, sandige Kiese (Stockwerk E); diese sind in weiten Bereichen des Erweiterungsgebietes bereits im Trockenabbau gewonnen worden.

Bei Annahme einer Erweiterungsfläche in Phase II von ca. 221.613 m² und einer mittleren Mächtigkeit von ca. 51 m lässt sich ohne Berücksichtigung von Böschungen ein Abbauvolumen im unteren Stockwerk CD von ca. 11,3 Mio. m³ überschlägig abschätzen.

Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwasserfließverhältnisse im unteren Grundwasserstockwerk CD in der geplanten Erweiterungsfläche und im weiteren Umfeld werden durch folgende 2 Phänomene charakterisiert:

- Grundwasserscheide im Westen zum Singener Stadtgebiet
- In Phase I entstandener Baggersee südöstlich der geplanten Erweiterungsfläche mit begleitender Seespiegelkipfung

Der in Abbildung 6 dargestellte Grundwassergleichenplan veranschaulicht das Fließsystem im Stockwerk CD. Das Grundwasser fließt mit einem hydraulischen Gefälle von ca. $2,4 - 3,0 \times 10^{-4}$ von der Grundwasserscheide im Westen nach Osten Richtung Baggersee ab. Nach der Passage des Baggersees strömt das Grundwasser nach Süden Richtung Frauenwiesquelle mit einem größeren Gefälle von $9,0 \times 10^{-4} - 2,0 \times 10^{-3}$ ab.

Eine analytische Prognose der Seespiegelkipfung durch die geplante Abbauerweiterung in Phase II anhand real gemessener Wasserspiegelhöhen seit 2006 mit veränderten Seegrößen (Phase I) lässt vermuten, dass das

hydraulische Gefälle zunimmt, die Grundwasserscheide zum Singener Stadtgebiet jedoch erhalten bleibt. Die Beständigkeit einer hydraulischen Trennung der Grundwassersysteme Stadtbereich Singen und Stadtwald Radolfzell nach geplanter Abbauerweiterung soll durch Prognoseberechnungen des noch zu aktualisierenden numerisch-mathematischen Grundwasserströmungsmodells Singen nachgewiesen werden.

Anlagen

- Anl.1 Dokumentation der Bohrarbeiten
SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 3/21
SWR 5/20 und SWR 5a/21

- Anl. 2 Ergebnismitteilung Einmessarbeiten
(Meichle & Mohr GmbH)

- Anl. 3 Darstellung und Protokolle der
hydraulischen Tests SWR 1/20, SWR 2/20
und SWR 5/20



Anl.1 Dokumentation der Bohrarbeiten
SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 3/21
SWR 5/20 und SWR 5a/21

GWM:

SWR 1 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5660

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3493185,93
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292658,734
UTM E	32493112,640
UTM N	5290980,108
Geländeoberkante in mNN (GOK)	427,27
Pegeloberkante in mNN (POK)	428,737

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	20. - 25.10.20
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	219
Filterdurchmesser in mm:	80

Bohrteufe in m:	25,00
Ausbauteufe in m:	25,00
Filterstrecke von - bis in m:	12,0 - 25,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 14.04.2021	11,49
GW angebohrt in m u. GOK am 28.10.2020 8:45 Uhr	11,93
GW Anstieg in m u. GOK am 28.10.2020 9:00 Uhr	11,74

Bemerkungen:

Anlagen:

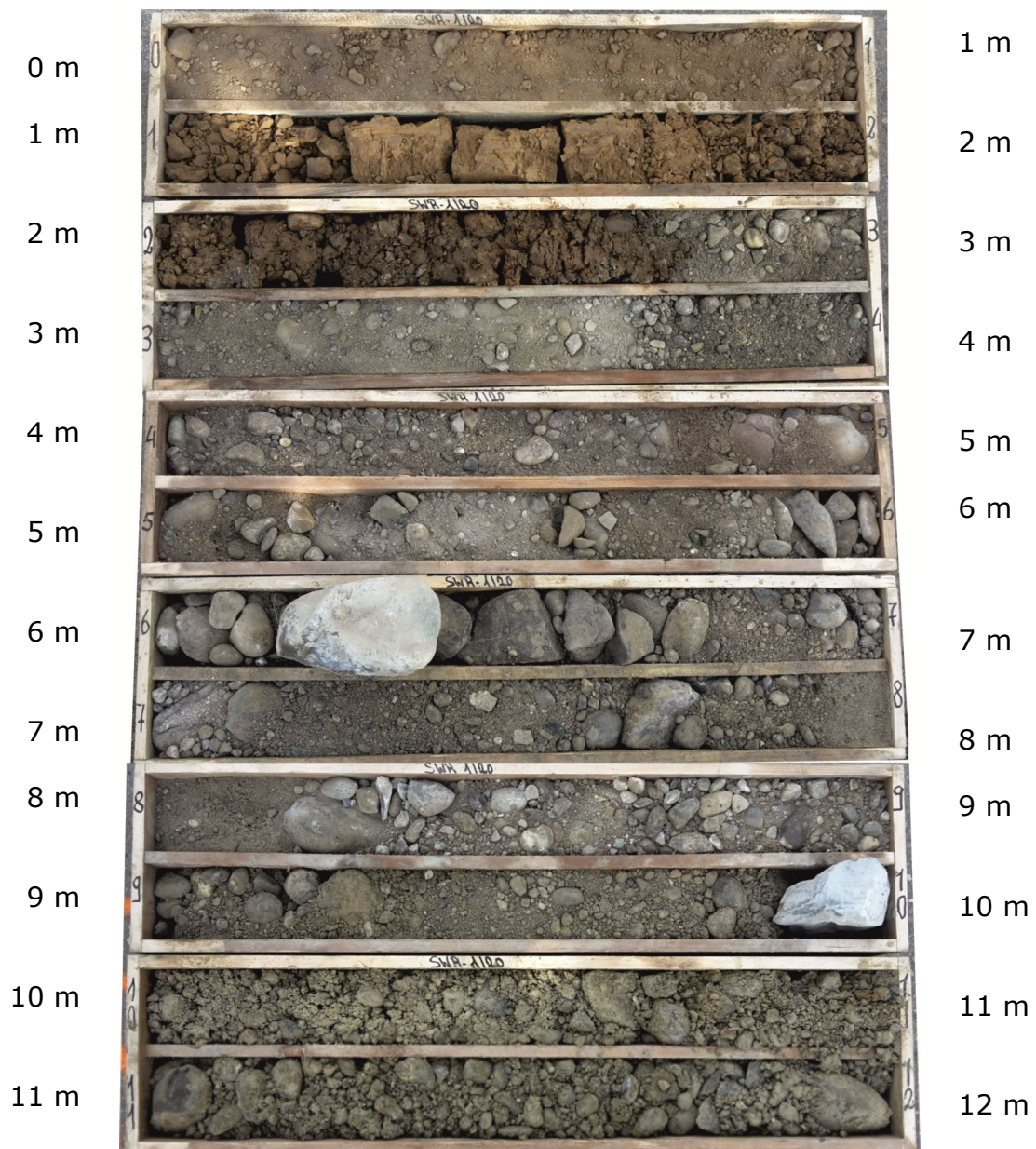
Fotodokumentation

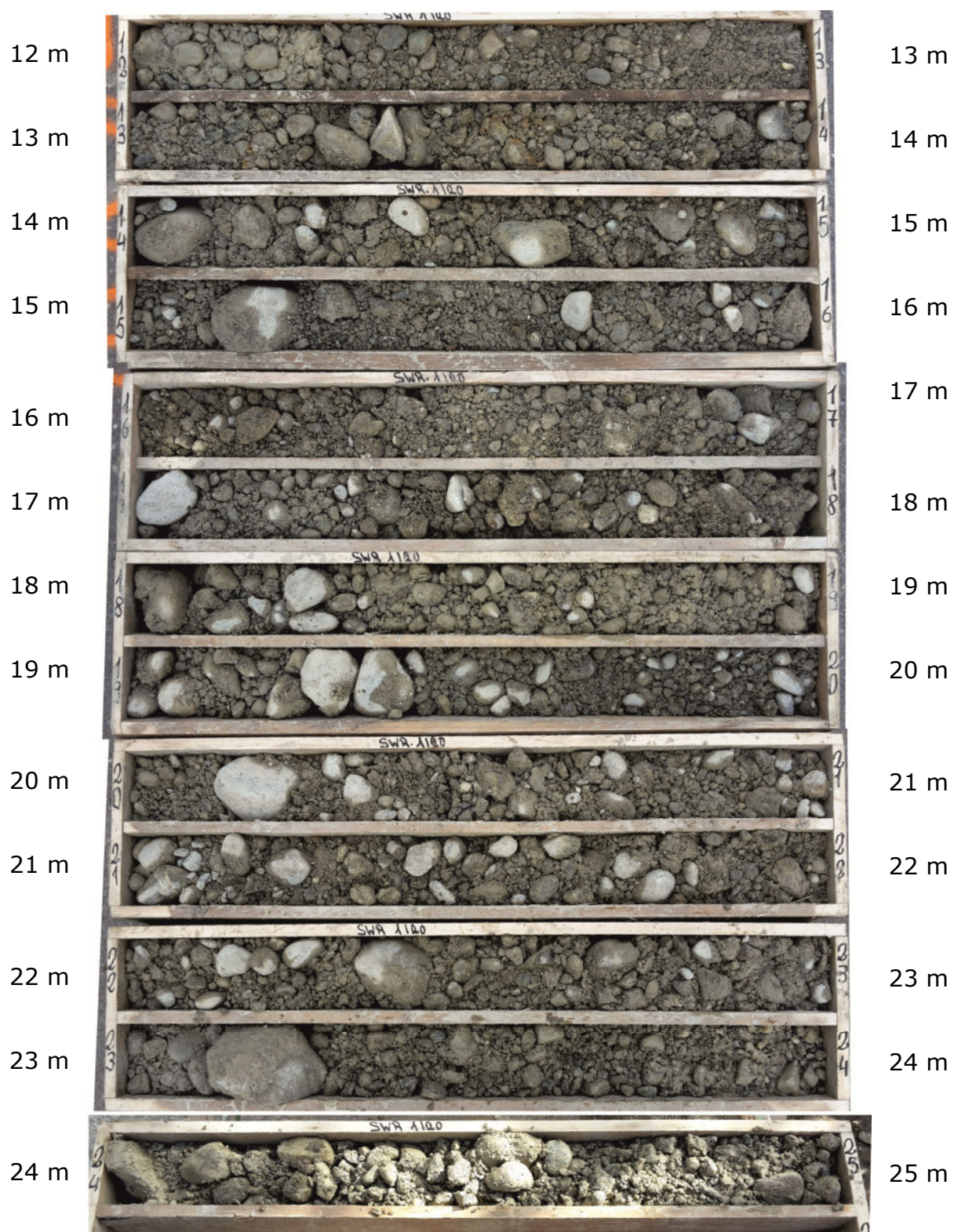
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg
Bohrzeitraum: 20.10.2020 – 25.10.2020

Fotodokumentation der Bohrung SWR 1/20 [5660]





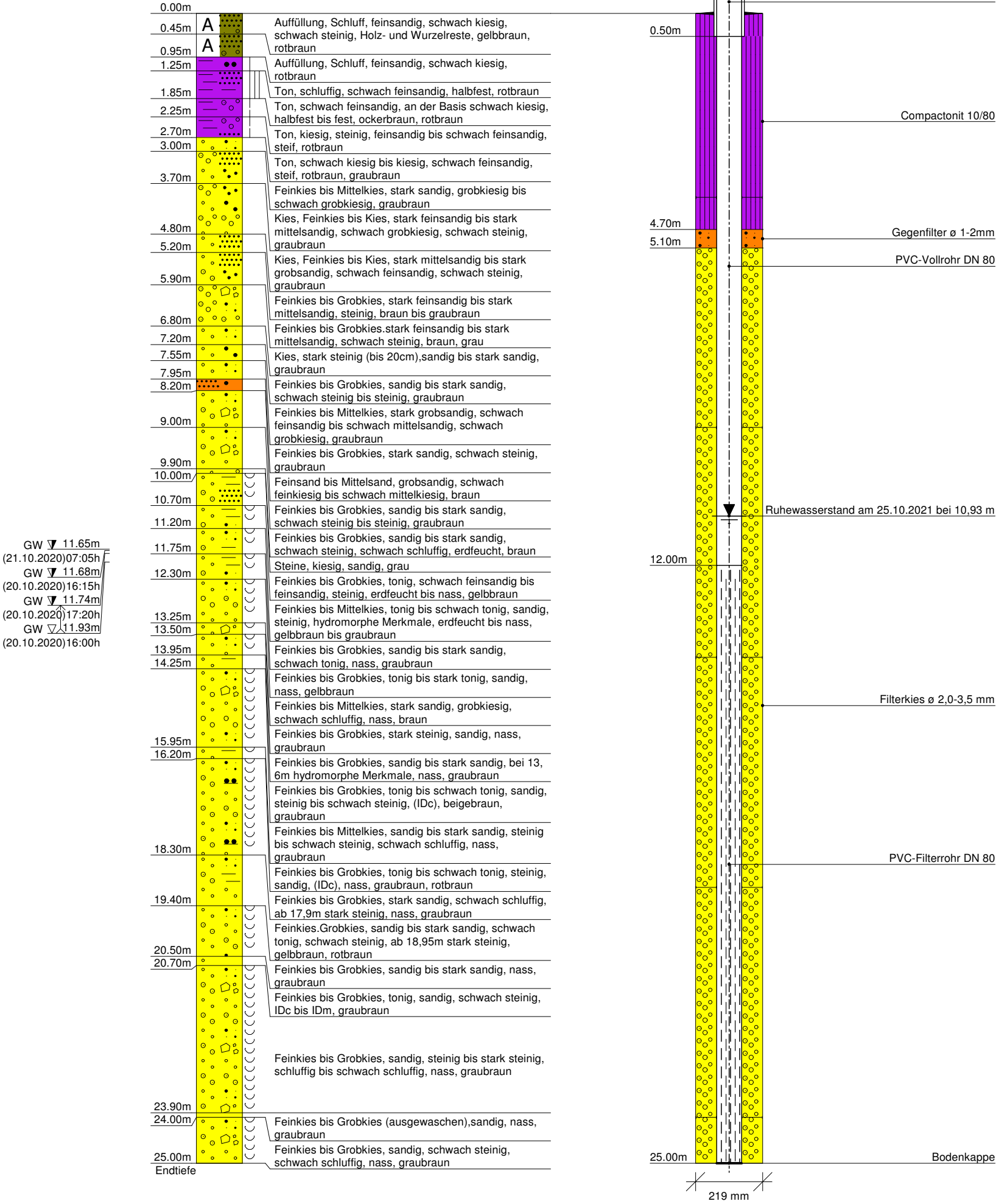
Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 100 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5660

SWR 1/20

Ansatzpunkt:GOK

Messstellenausbau



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 10
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 1/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 20.10.2020 bis: 25.10.2020 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	25 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =				BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF = BK mit fester Kernumhüllung ... =			
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend				ram = rammend druck = drückend				schlag = schlagend greif = greifend			
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr				HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe				Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde			
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil				HA = Hand F = Freifall V = Vibro				DR = Druckluft HY = Hydraulik			
9.1.2.3 Spülhilfe: WS = Wasser LS = Luft				SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum				d = direkt id = indirekt			

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spülhilfe				Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen
0,00	25,00	BK	ram	Schap	180	DR	-	219	194	25,00	

9.3 Bohrkronen				9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr.	ø	Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr.	ø	Außen/Innen: /	1						
3	Nr.	ø	Außen/Innen: /	2						
4	Nr.	ø	Außen/Innen: /	3						
5	Nr.	ø	Außen/Innen: /	4						
6	Nr.	ø	Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 11.93 m, Anstieg bis 11.65 m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 11.65 m unter Ansatzpunkt bei 13,00 m Bohrtiefe											
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr von m bis m ø mm			Filterschüttung Art von m bis m Körnung mm				Sperrschicht von m bis m Art			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
1	12.00	25.00	80	Gegenfilter	4.70	5.10	1-2	0.00	4.70	Compactonit	1,00 m
				Filterkies	5.10	25.00	2-3,5				

11 Sonstige Angaben											
Datum: 25.10.2020 Firmenstempel: Unterschrift: <u>gez. Stefan Langenwalter</u>											

DC

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 3		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
0.45	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, schwach kiesig, schwach steinig						
	b) Holz- und Wurzelreste						
	c)	d)	e) gelbbraun, rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
0.95	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.25	a) Ton, schluffig, schwach feinsandig						
	b)						
	c) halbfest	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.85	a) Ton, schwach feinsandig						
	b) an der Basis schwach kiesig						
	c) halbfest bis fest	d)	e) ockerbraun, rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
2.25	a) Ton, kiesig, steinig, feinsandig bis schwach feinsandig						
	b)						
	c) steif	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 4		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
2.70	a) Ton, schwach kiesig bis kiesig, schwach feinsandig						
	b)						
	c) steif	d)	e) rotbraun, graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
3.00	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
3.70	a) Kies, Feinkies bis Kies, stark feinsandig bis stark mittelsandig, schwach grobkiesig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
4.80	a) Kies, Feinkies bis Kies, stark mittelsandig bis stark grobsandig, schwach feinsandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
5.20	a) Feinkies bis Grobkies, stark feinsandig bis stark mittelsandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 5		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
5.90	a) Feinkies bis Grobkies.stark feinsandig bis stark mittelsandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) braun, grau				
	f)	g)	h) i)				
6.80	a) Kies, stark steinig (bis 20cm), sandig bis stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
7.20	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig bis steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
7.55	a) Feinkies bis Mittelkies, stark grobsandig, schwach feinsandig bis schwach mittelsandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
7.95	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 6			
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020			
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
8.20	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
9.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig bis steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
9.90	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig							
	b)							
	c) erdfeucht	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
10.00	a) Steine, kiesig, sandig							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
10.70	a) Feinkies bis Grobkies, tonig, schwach feinsandig bis feinsandig, steinig							
	b)							
	c) erdfeucht bis nass	d)	e) gelbbraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 7			
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020			
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
11.20	a) Feinkies bis Mittelkies, tonig bis schwach tonig, sandig, steinig							
	b) hydromorphe Merkmale							
	c) erdfeucht bis nass	d)	e) gelbbraun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
11.75	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach tonig				Wasseranstieg 11.65m u. AP 21.10.2020 Wasseranstieg 11.68m u. AP 20.10.2020 Wasseranstieg 11.74m u. AP 20.10.2020			
	b)							
	c) nass	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
12.30	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis stark tonig, sandig				Grundwasser 11.93m u. AP 20.10.2020			
	b)							
	c) nass	d)	e) gelbbraun					
	f)	g)	h)	i)				
13.25	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, schwach schluffig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
13.50	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig, sandig							
	b)							
	c) nass	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 8			
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
13.95	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig							
	b) bei 13,6m hydromorphe Merkmale							
	c) nass	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
14.25	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis schwach tonig, sandig, steinig bis schwach steinig							
	b) (IDc)							
	c)	d)	e) beigebraun, graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
15.95	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, steinig bis schwach steinig, schwach schluffig							
	b)							
	c) nass	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
16.20	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis schwach tonig, steinig, sandig							
	b) (IDc)							
	c) nass	d)	e) graubraun, rotbraun					
	f)	g)	h)	i)				
18.30	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach schluffig							
	b) ab 17,9m stark steinig							
	c) nass	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 9		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
19.40	a) Feinkies.Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach tonig, schwach steinig						
	b) ab 18,95m stark steinig						
	c)	d)	e) gelbbraun, rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
20.50	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
20.70	a) Feinkies bis Grobkies, tonig, sandig, schwach steinig						
	b) IDc bis IDm						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
23.90	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig bis stark steinig, schluffig bis schwach schluffig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
24.00	a) Feinkies bis Grobkies (ausgewaschen), sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 1/20					Blatt 10		
					Datum: 20.10.2020- 25.10.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
25.00 Endtiefe	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig, schwach schluffig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

[illegible]

[illegible]

GWM:

SWR 2 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5684

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492543,951
Hochwert (Gauss-Krüger)	5293055,154
UTM E	32492470,915
UTM N	5291376,370
Geländeoberkante in mNN (GOK)	434,7
Pegeloberkante in mNN (POK)	435,46

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	27.10.- 03.12.20
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 178
Filterdurchmesser in mm:	125

Bohrteufe in m:	78,00
Ausbauteufe in m:	52,00
Filterstrecke von - bis in m:	22,0 - 52,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 14.04.2021	18,14
GW angebohrt in m u. GOK am 28.10.2020 8:45 Uhr	23,74
GW Anstieg in m u. GOK am 28.10.2020 9:00 Uhr	22,67

Bemerkungen:

Anlagen:

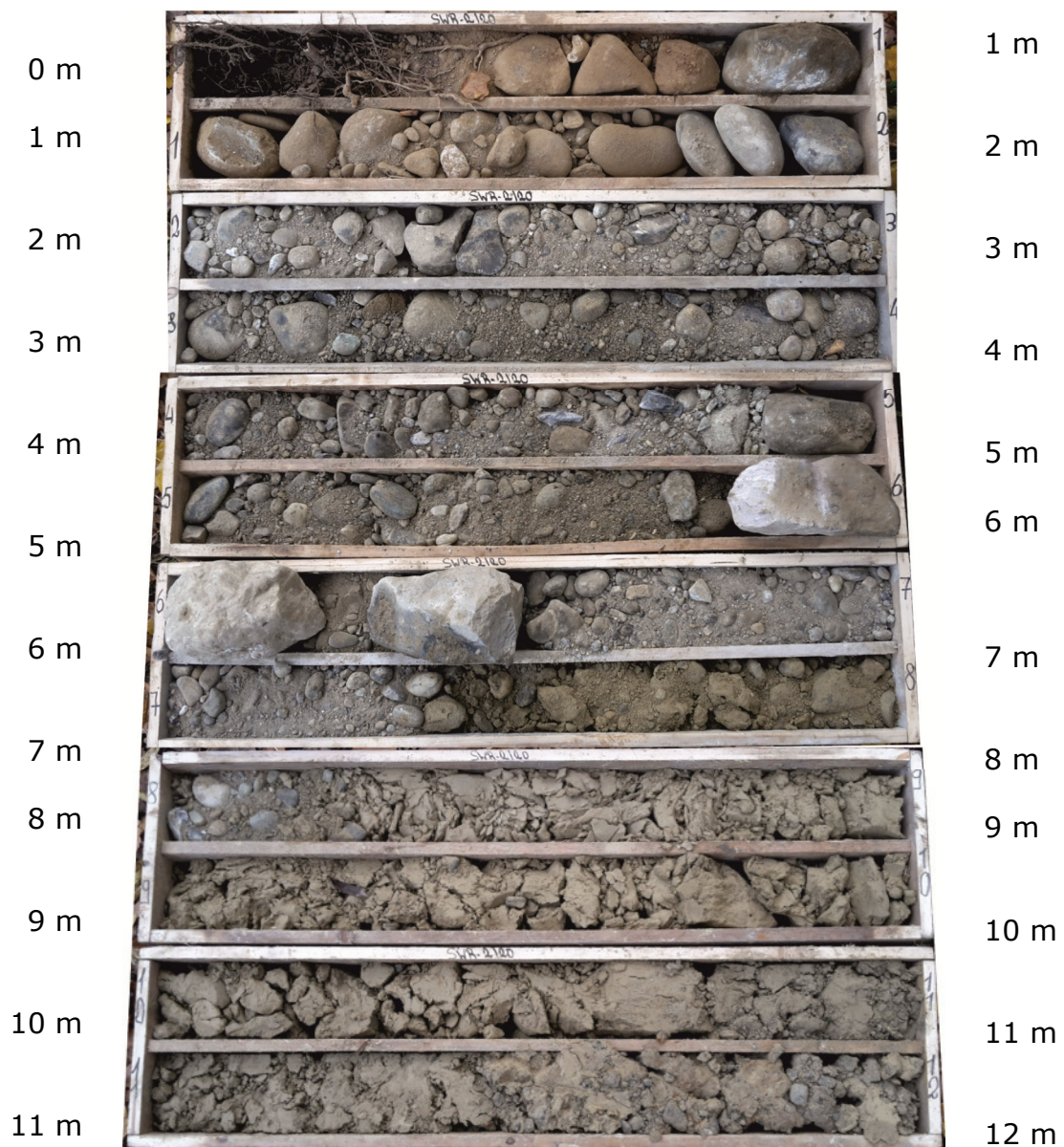
Fotodokumentation

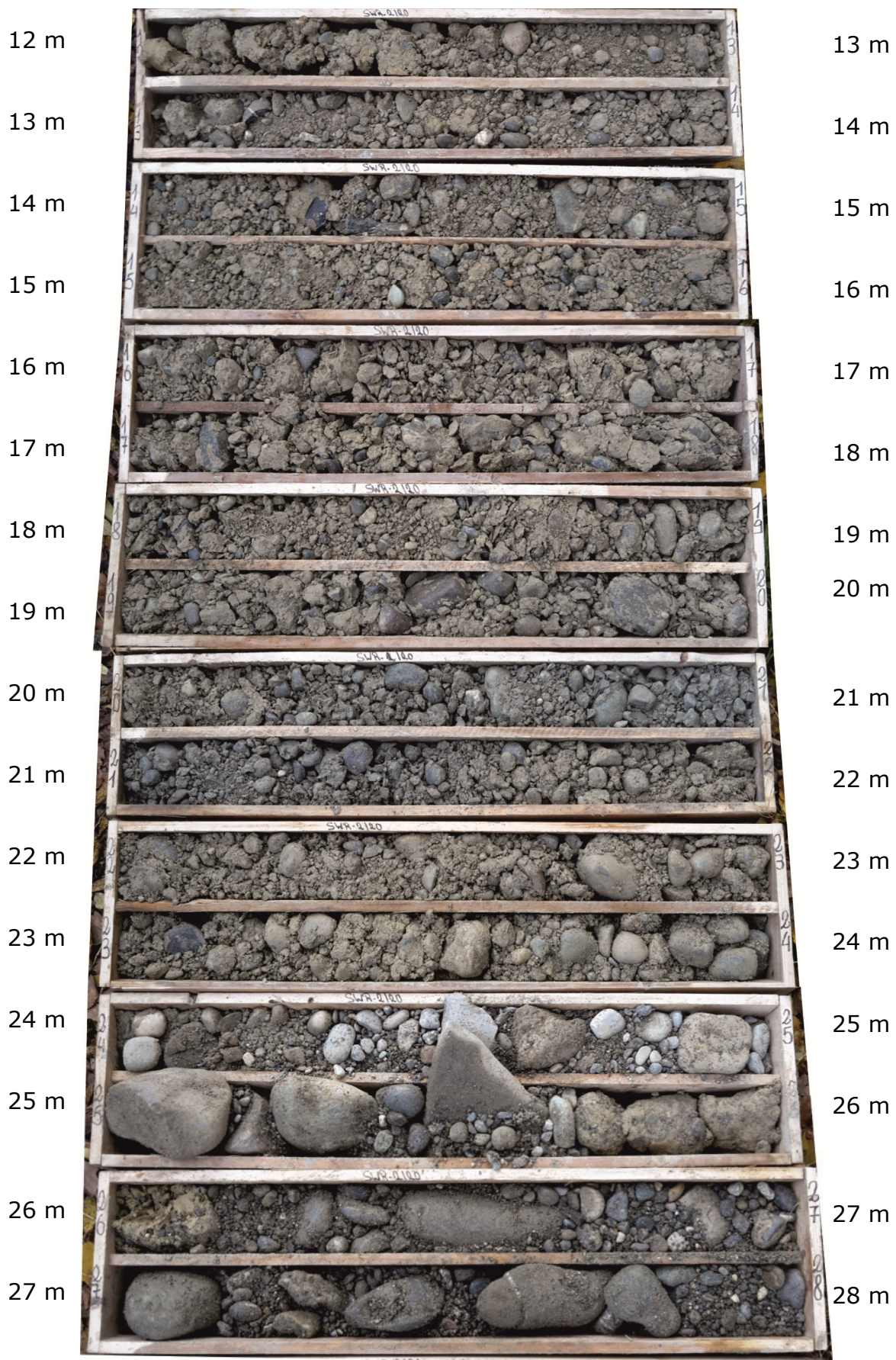
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

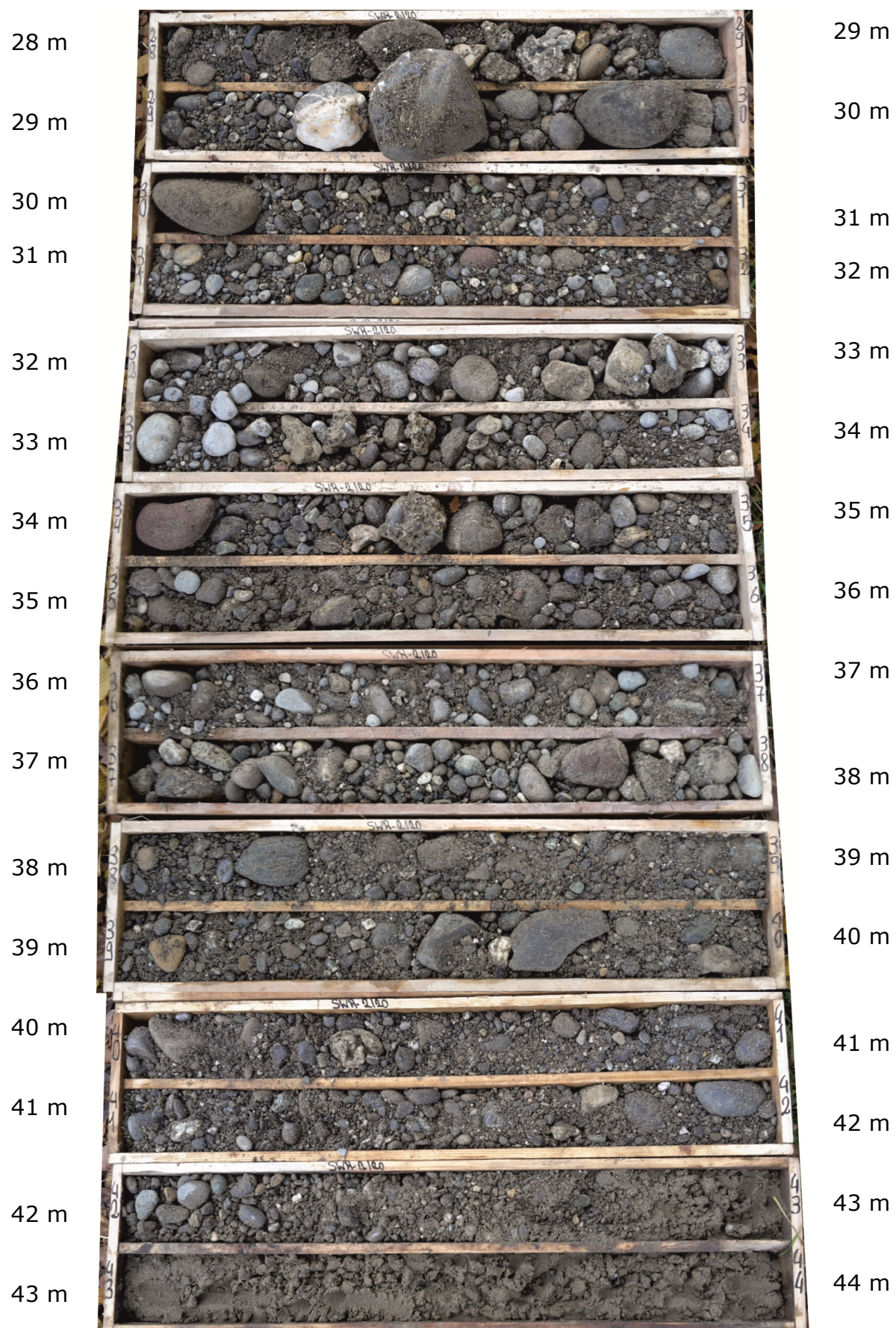
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

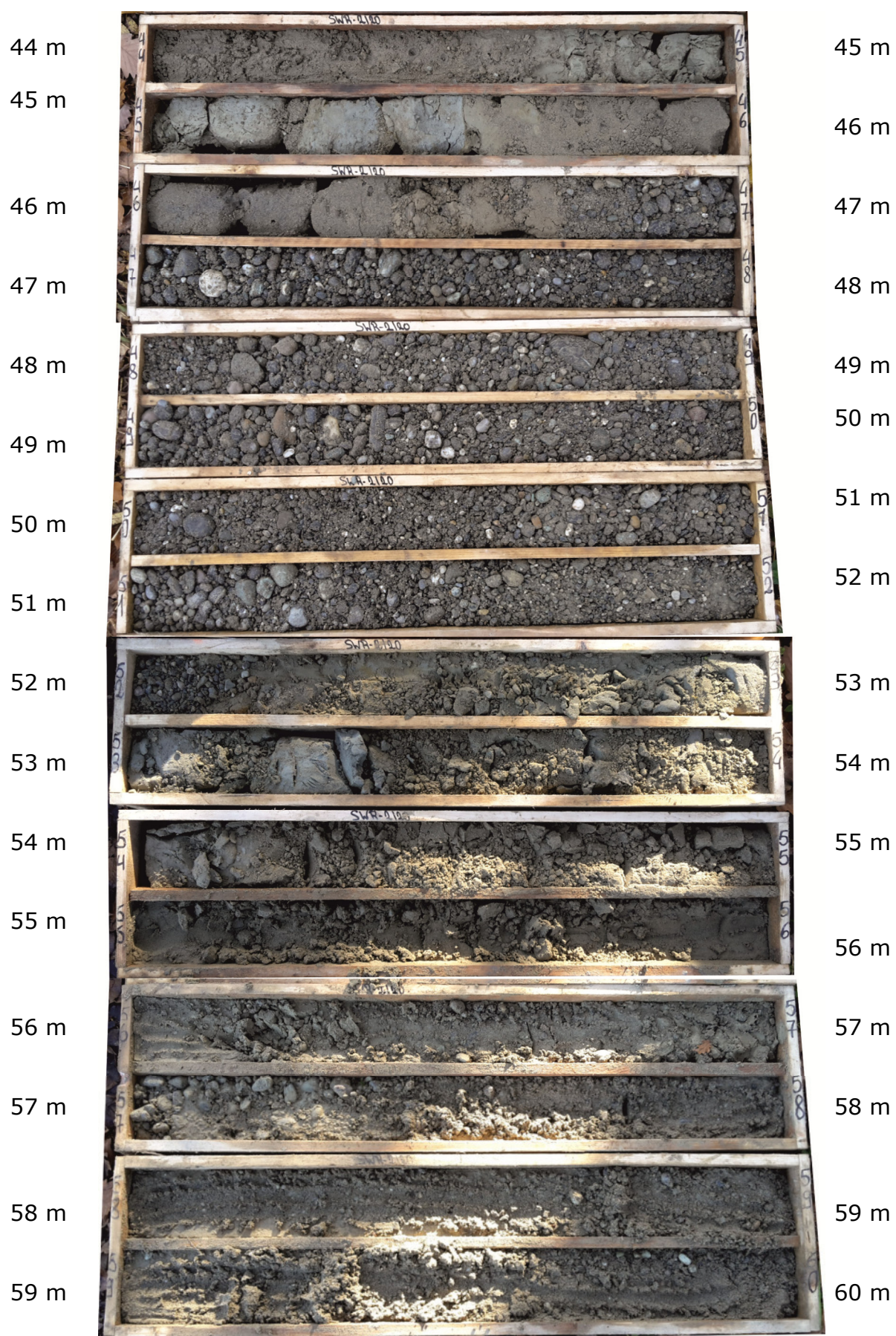
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg
Bohrzeitraum: 27.10.2020 – 03.12.2020

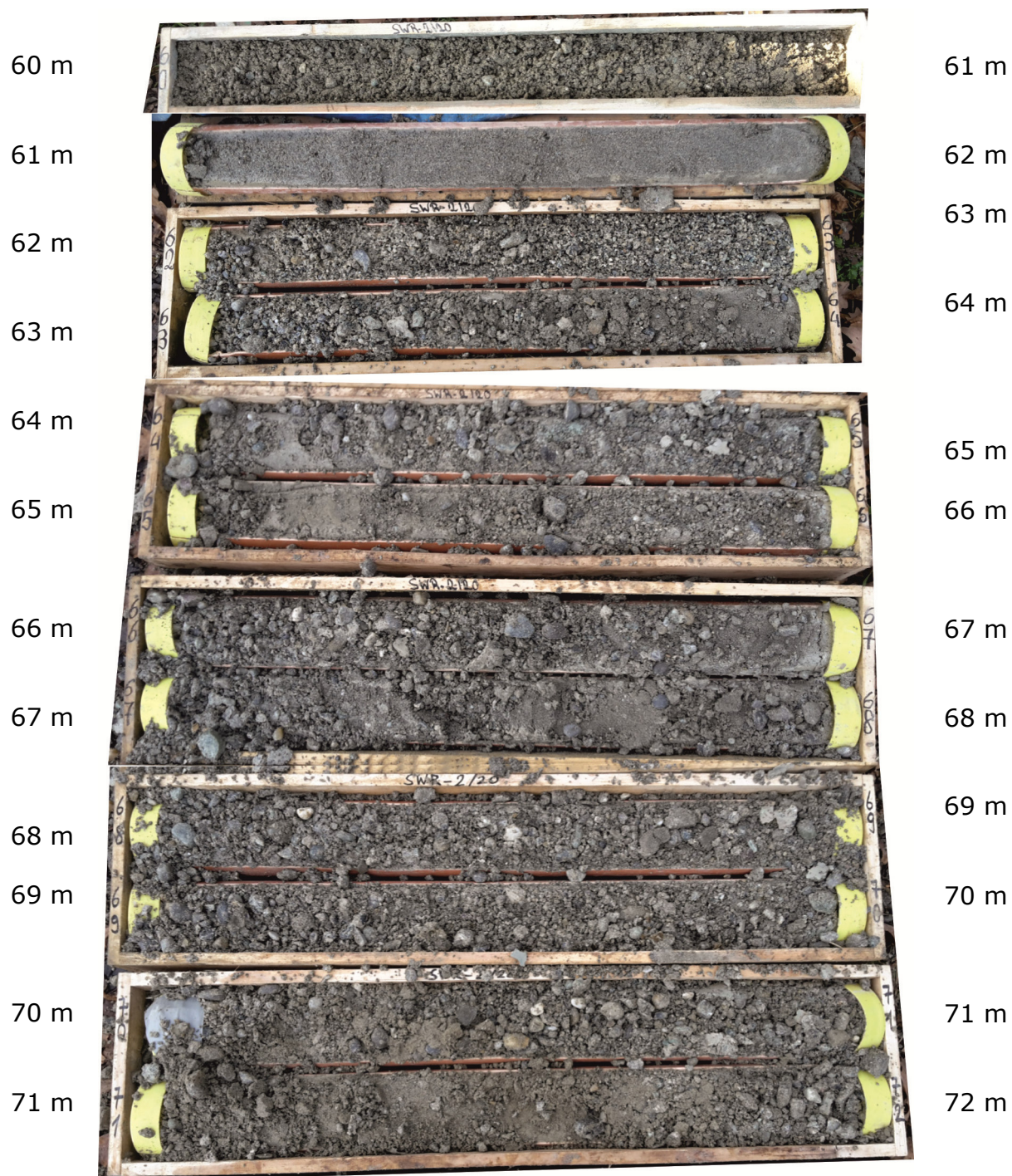
Fotodokumentation der Bohrung SWR 2/20 [5684]

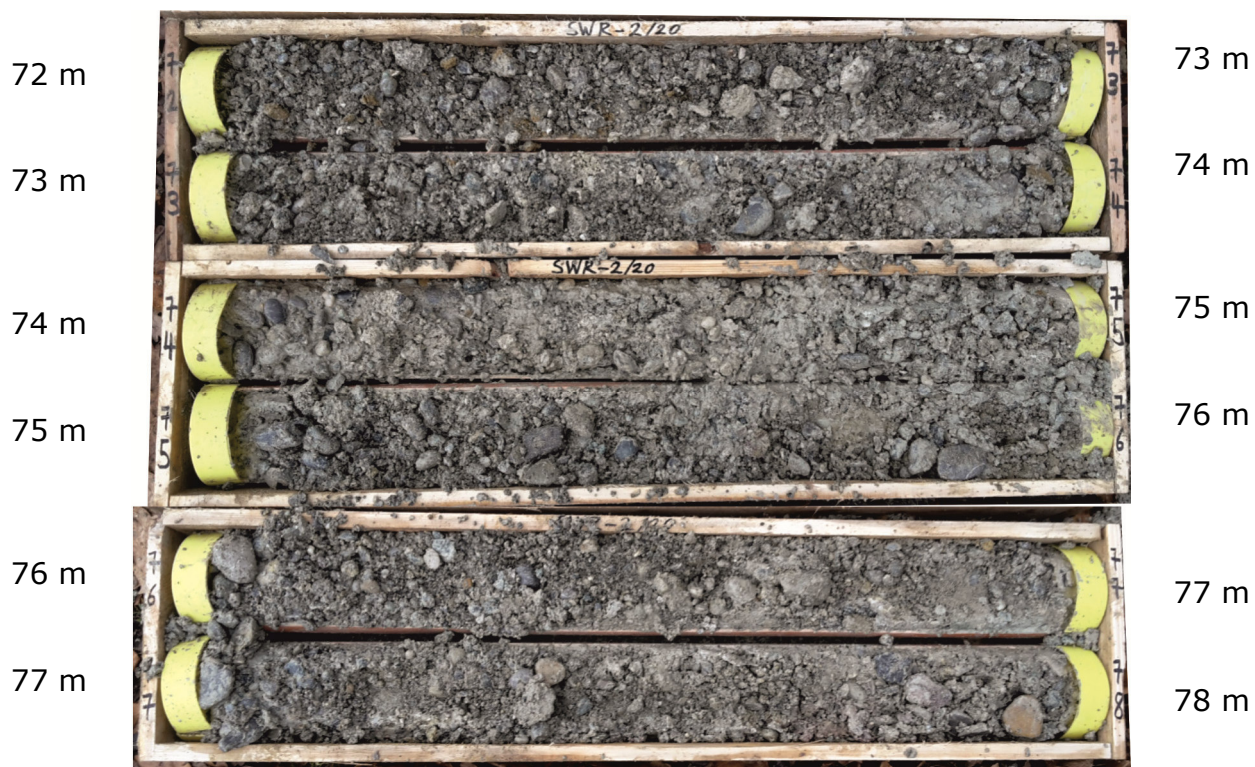






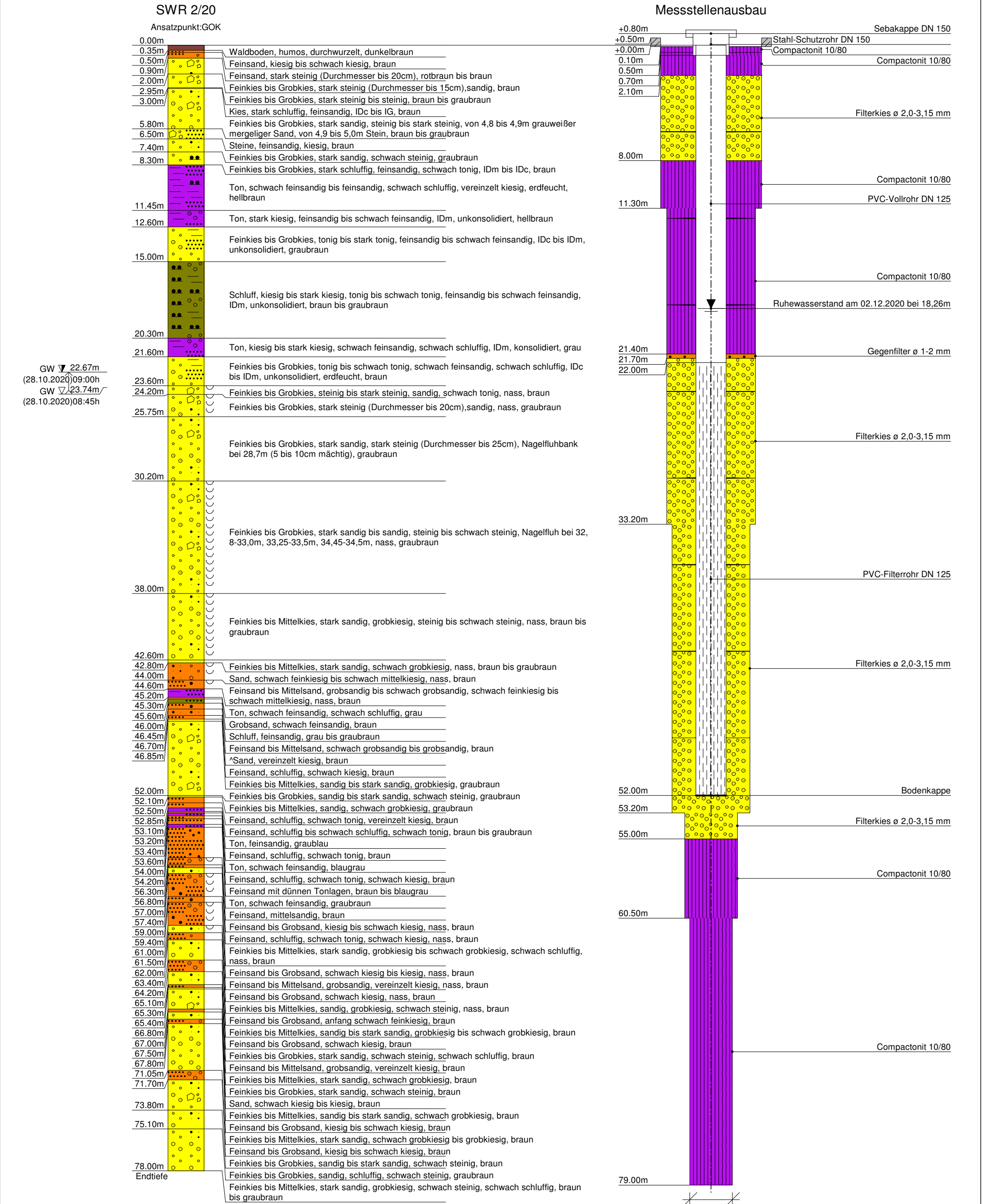






Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 250 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5684



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 15
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 2/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 27.10.2020 bis: 03.12.2020 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwaller Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	78 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung	BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen				Proben	Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren				BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:				BS = Sondierbohrungen	BKF = BK mit fester Kernumhüllung
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben				... =	... =
9.1.1.2 Lösen:				ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend				druck = drückend	greif = greifend
9.1.2 Bohrwerkzeug				HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke ... =
9.1.2.1 Art:				VK = Vollkrone	Spi = Spirale ... =
EK = Einfachkernrohr				H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe ... =
DK = Doppelkernrohr				D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer
TK = Dreifachkernrohr				Gr = Greifer	Mei = Meißel
S = Seilkernrohr				Schap = Schappe	SN = Sonde
9.1.2.2 Antrieb:				HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge				F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil				V = Vibro	
9.1.2.3 Spülhilfe:				SS = Sole	d = direkt
WS = Wasser				DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft				Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spül-hilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0,00	11,30	BK	ram	Schap	368	DR	-	419	391	11,30	
11,30	33,20	BK	ram	Schap	324	DR	-	368	340	33,20	
33,20	53,20	BK	ram	Schap	273	DR	WS-Auflast	324	299	53,20	
53,20	60,50	BK	ram	Schap	180/140	DR	-	219	194	60,50	
60,50	78,00	BK	ram	Schap	140	F	DS	178	156	78,00	

9.3 Bohrkronen				9.4 Geräteführer-Wechsel					
Nr.	Ø	Außen/Innen:	/	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz	Grund
1	Nr:	Ø	Außen/Innen:	/	1				
2	Nr:	Ø	Außen/Innen:	/	2				
3	Nr:	Ø	Außen/Innen:	/	3				
4	Nr:	Ø	Außen/Innen:	/	4				
5	Nr:	Ø	Außen/Innen:	/					
6	Nr:	Ø	Außen/Innen:	/					

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 23.74 m, Anstieg bis 22.67 m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 22.67 m unter Ansatzpunkt bei 23,80 m Bohrtiefe											
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr			Filterschüttung				Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
1	22.00	52.00	125	Filterkies	2.10	8.00	2,0-3,15	0.10	0.50	Compactonit 10/80	0,00 m
				Filtersand	21.40	21.70	1,0-2,0	0.50	2.10	Compactonit 10/80	
				Filterkies	21.70	55,00	2,0-3,15	8.00	11.30	Compactonit 10/80	

11 Sonstige Angaben		Wasserstände siehe Beiblatt
Datum: 03.12.2020 Firmenstempel: Unterschrift: _____		

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 3			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.35	a) Waldboden, humos							
	b) durchwurzelt							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
0.50	a) Feinsand, kiesig bis schwach kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
0.90	a) Feinsand, stark steinig (Durchmesser bis 20cm)							
	b)							
	c)	d)	e) rotbraun bis braun					
	f)	g)	h)	i)				
2.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig (Durchmesser bis 15cm), sandig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
2.95	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig bis steinig							
	b)							
	c)	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 4			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
3.00	a) Kies, stark schluffig, feinsandig							
	b) IDc bis IG							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
5.80	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, steinig bis stark steinig							
	b) von 4,8 bis 4,9m grauweißer mergeliger Sand, von 4,9 bis 5,0m Stein							
	c)	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
6.50	a) Steine, feinsandig, kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
7.40	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
8.30	a) Feinkies bis Grobkies, stark schluffig, feinsandig, schwach tonig							
	b) IDm bis IDc							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung Nr. SWR 2/20

Blatt 5

Datum:
27.10.2020-
03.12.2020

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
11.45	a) Ton, schwach feinsandig bis feinsandig, schwach schluffig							
	b) vereinzelt kiesig							
	c) erdfeucht	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
12.60	a) Ton, stark kiesig, feinsandig bis schwach feinsandig							
	b) IDm, unkonsolidiert							
	c)	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
15.00	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis stark tonig, feinsandig bis schwach feinsandig							
	b) IDc bis IDm, unkonsolidiert							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
20.30	a) Schluff, kiesig bis stark kiesig, tonig bis schwach tonig, feinsandig bis schwach feinsandig							
	b) IDm, unkonsolidiert							
	c)	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
21.60	a) Ton, kiesig bis stark kiesig, schwach feinsandig, schwach schluffig							
	b) IDm, konsolidiert							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 6		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
23.60	a) Feinkies bis Grobkies, tonig bis schwach tonig, schwach feinsandig, schwach schluffig			Wasseranstieg 22.67m u. AP 28.10.2020			
	b) IDc bis IDm, unkonsolidiert						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
24.20	a) Feinkies bis Grobkies, steinig bis stark steinig, sandig, schwach tonig			Grundwasser 23.74m u. AP 28.10.2020			
	b)						
	c) nass	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
25.75	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig (Durchmesser bis 20cm), sandig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
30.20	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, stark steinig (Durchmesser bis 25cm)						
	b) Nagelfluhbank bei 28,7m (5 bis 10cm mächtig)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
38.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig bis sandig, steinig bis schwach steinig						
	b) Nagelfluh bei 32,8-33,0m, 33,25-33,5m, 34,45-34,5m						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung Nr. SWR 2/20

Blatt 7

Datum:
27.10.2020-
03.12.2020

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
42.60	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, steinig bis schwach steinig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
42.80	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun bis graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
44.00	a) Sand, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
44.60	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig bis schwach grobsandig, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
45.20	a) Ton, schwach feinsandig, schwach schluffig							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 8		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
45.30	a) Grobsand, schwach feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
45.60	a) Schluff, feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) grau bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
46.00	a) Feinsand bis Mittelsand, schwach grobsandig bis grobsandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
46.45	a) ^Sand						
	b) vereinzelt kiesig						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
46.70	a) Feinsand, schluffig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 9		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
46.85	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
52.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
52.10	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
52.50	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig						
	b) vereinzelt kiesig						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
52.85	a) Feinsand, schluffig bis schwach schluffig, schwach tonig						
	b)						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 10		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
53.10	a) Ton, feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) graublau				
	f)	g)	h)	i)			
53.20	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
53.40	a) Ton, schwach feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) blaugrau				
	f)	g)	h)	i)			
53.60	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
54.00	a) Feinsand mit dünnen Tonlagen						
	b)						
	c)	d)	e) braun bis blaugrau				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 11			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
54.20	a) Ton, schwach feinsandig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
56.30	a) Feinsand, mittelsandig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
56.80	a) Feinsand bis Grobsand, kiesig bis schwach kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
57.00	a) Feinsand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
57.40	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig, schwach schluffig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 12			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
59.00	a) Feinsand bis Grobsand, schwach kiesig bis kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
59.40	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig							
	b) vereinzelt kiesig							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
61.00	a) Feinsand bis Grobsand, schwach kiesig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
61.50	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, grobkiesig, schwach steinig							
	b)							
	c) nass	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
62.00	a) Feinsand bis Grobsand, anfang schwach feinkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 13			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
63.40	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
64.20	a) Feinsand bis Grobsand, schwach kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
65.10	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
65.30	a) Feinsand bis Mittelsand, grobsandig							
	b) vereinzelt kiesig							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
65.40	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 14			
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
66.80	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
67.00	a) Sand, schwach kiesig bis kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
67.50	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
67.80	a) Feinsand bis Grobsand, kiesig bis schwach kiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
71.05	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig bis grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 2/20					Blatt 15		
					Datum: 27.10.2020- 03.12.2020		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
71.70	a) Feinsand bis Grobsand, kiesig bis schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
73.80	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
75.10	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schluffig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
78.00 Endtiefe	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, schwach steinig, schwach schluffig						
	b)						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Bohrung Nr.: **SWR 2/20**

Durchführungszeit: 28.10.-02.12.2020

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

Grundwasserstände	Datum	Uhrzeit	Tiefe / m	UK Verrohrg. / m	Bohrtiefe / m
angebohrt	28.10.2020	08:45 Uhr	23,74 m	22,90 m	23,80 m
eingespiegelt	28.10.2020	09:00 Uhr	22,67 m	22,90 m	23,80 m
eingespiegelt	28.10.2020	17:55 Uhr	23,17 m	28,10 m	28,30 m
eingespiegelt	29.10.2020	07:05 Uhr	22,81 m	28,10 m	28,30 m
eingespiegelt	29.10.2020	16:30 Uhr	23,09 m	37,00 m	37,00 m
eingespiegelt	02.11.2020	11:40 Uhr	22,79 m	37,00 m	37,00 m
eingespiegelt	02.11.2020	17:40 Uhr	23,88 m	45,40 m	45,70 m
eingespiegelt	03.11.2020	07:00 Uhr	23,64 m	45,40 m	45,70 m
eingespiegelt	03.11.2020	17:25 Uhr	20,81 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	04.11.2020	07:05 Uhr	20,41 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	04.11.2020	15:00 Uhr	20,38 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	05.11.2020	07:10 Uhr	20,38 m	52,20 m	52,20 m
eingespiegelt	05.11.2020	17:20 Uhr	21,09 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	09.11.2020	10:10 Uhr	19,22 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	09.11.2020	17:35 Uhr	19,34 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	10.11.2020	07:10 Uhr	18,93 m	54,20 m	54,20 m
eingespiegelt	10.11.2020	17:45 Uhr	1,84 m	59,60 m	59,60 m
eingespiegelt	11.11.2020	07:10 Uhr	1,81 m	59,60 m	59,60 m
eingespiegelt	11.11.2020	17:50 Uhr	0,98 m	54,20 m	58,60 m
eingespiegelt	12.11.2020	07:15 Uhr	1,07 m	60,00 m	60,00 m
eingespiegelt	12.11.2020	09:00 Uhr	1,07 m	61,00 m	61,00 m
eingespiegelt	17.11.2020	07:15 Uhr	1,09 m	61,00 m	61,00 m
eingespiegelt	17.11.2020	17:45 Uhr	0,83 m	66,00 m	66,00 m
eingespiegelt	18.11.2020	07:10 Uhr	1,31 m	66,00 m	66,00 m
eingespiegelt	18.11.2020	16:10 Uhr	1,74 m	70,00 m	71,00 m
eingespiegelt	23.11.2020	10:35 Uhr	1,89 m	70,00 m	71,00 m
eingespiegelt	23.11.2020	17:50 Uhr	0,24 m	73,00 m	73,00 m
eingespiegelt	24.11.2020	07:20 Uhr	0,60 m	73,00 m	73,00 m
eingespiegelt	24.11.2020	17:55 Uhr	0,11 m	76,00 m	76,00 m

Hauptsitz Günzburg
Tel.: 0 82 21/ 9 06-0 info@terrasond.de
Fax: 0 82 21/ 9 06-40 www.terrasond.de

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]Bohrung Nr.: **SWR 2/20**

Durchführungszeit: 28.10.-02.12.2020

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 2/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Blatt:

1

Auftr.Nr.:

2020-1105

Datum:

02.12.2020

Pumpeneinlauf bei

51,60

m

Ausgeführt von:

St. Lagenwalter

Ablaufleitung

53,00

m

Meßstelle	DN 125							
Höhe ROK	1,00 m ü.GOK							
Uhrzeit	Abstichmaße ab Meßpunkt GOK							Wassermenge l/sec
0:00:00	18,87							
0:01:00	18,87	schwach sandig				trüb		
0:02:00	18,87					trüb		2,5
0:03:00	18,87	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:04:00	18,86					fast klar		
0:06:00	18,86					klar		
0:08:00	18,86	Pumpe bewegt				klar		2,5
0:10:00	18,84					klar		
0:15:00	18,84	Pumpe bewegt				klar		
0:20:00	18,83					klar		
0:30:00	18,81	Pumpe bewegt				klar		2,5
0:40:00	18,79					klar		
0:50:00	18,77					klar		
1:00:00	18,76	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:10:00	18,73					klar		
1:20:00	18,71					klar		
1:30:00	18,69	Pumpe bewegt				klar		
1:40:00	18,68					klar		
1:50:00	18,67	Pumpe bewegt				klar		2,5
2:00:00	18,67					klar		
		Pumpe aus						
0:00:00	18,67	Wiederanstieg						
0:01:00	18,31							
0:02:00	18,26							
0:03:00	18,26							
0:04:00	18,26							
0:06:00	18,26							
0:08:00	18,21							

GWM:

SWR 4 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5685

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492124,132
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292438,993
UTM E	32492051,262
UTM N	5290805,436
Geländeoberkante in mNN (GOK)	426,54
Pegeloberkante in mNN (POK)	427,297

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	07.12.2020 - 13.01.2021
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 219
Filterdurchmesser in mm:	125

Bohrteufe in m:	68,00
Ausbauteufe in m:	54,00
Filterstrecke von - bis in m:	16,0 - 54,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u. POK am 14.04.2021	10,04
GW angebohrt in m u. GOK am 09.12.2020 16:50 Uhr	15,04
GW Anstieg in m u. GOK am 09.12.2020	14,83

Bemerkungen:

Anlagen:

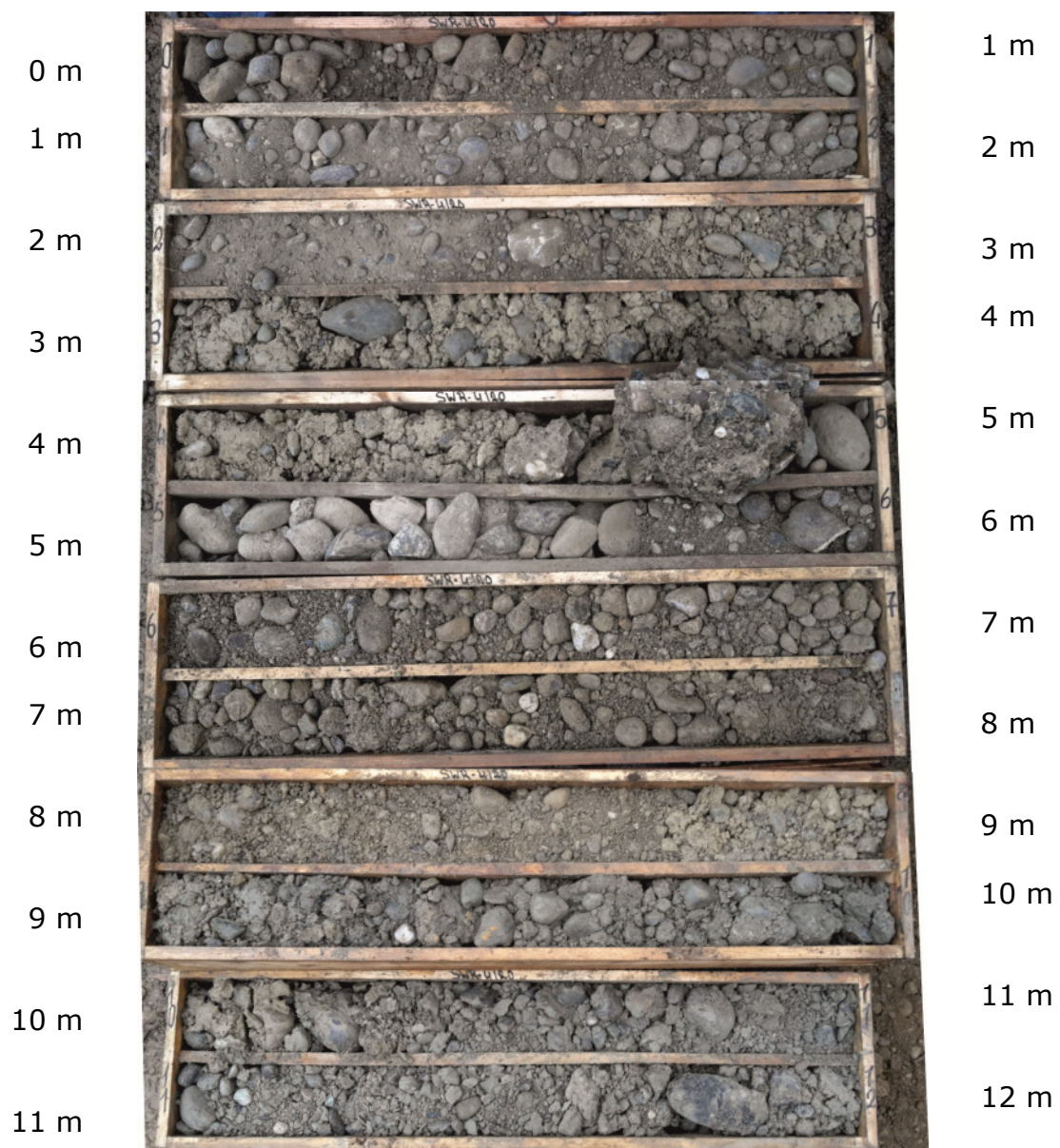
Fotodokumentation

Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg
Bohrzeitraum: 07.12.2020 – 13.01.2021

Fotodokumentation der Bohrung SWR 4/20 [5685]



12 m

13 m

14 m

15 m

16 m

17 m

18 m

19 m

20 m

21 m

22 m

23 m

24 m

25 m

26 m

27 m



13 m

14 m

15 m

16 m

17 m

18 m

19 m

20 m

21 m

22 m

23 m

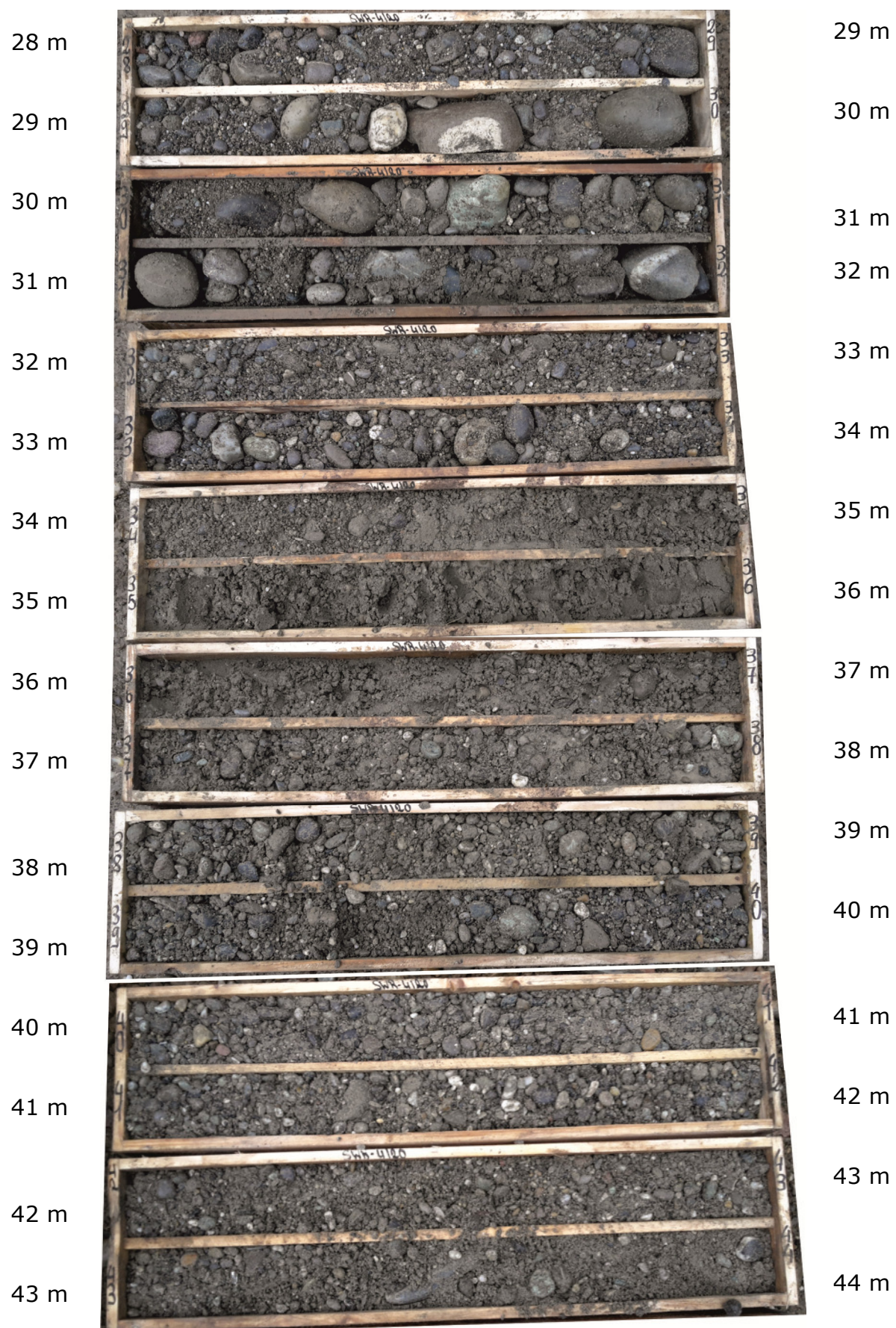
24 m

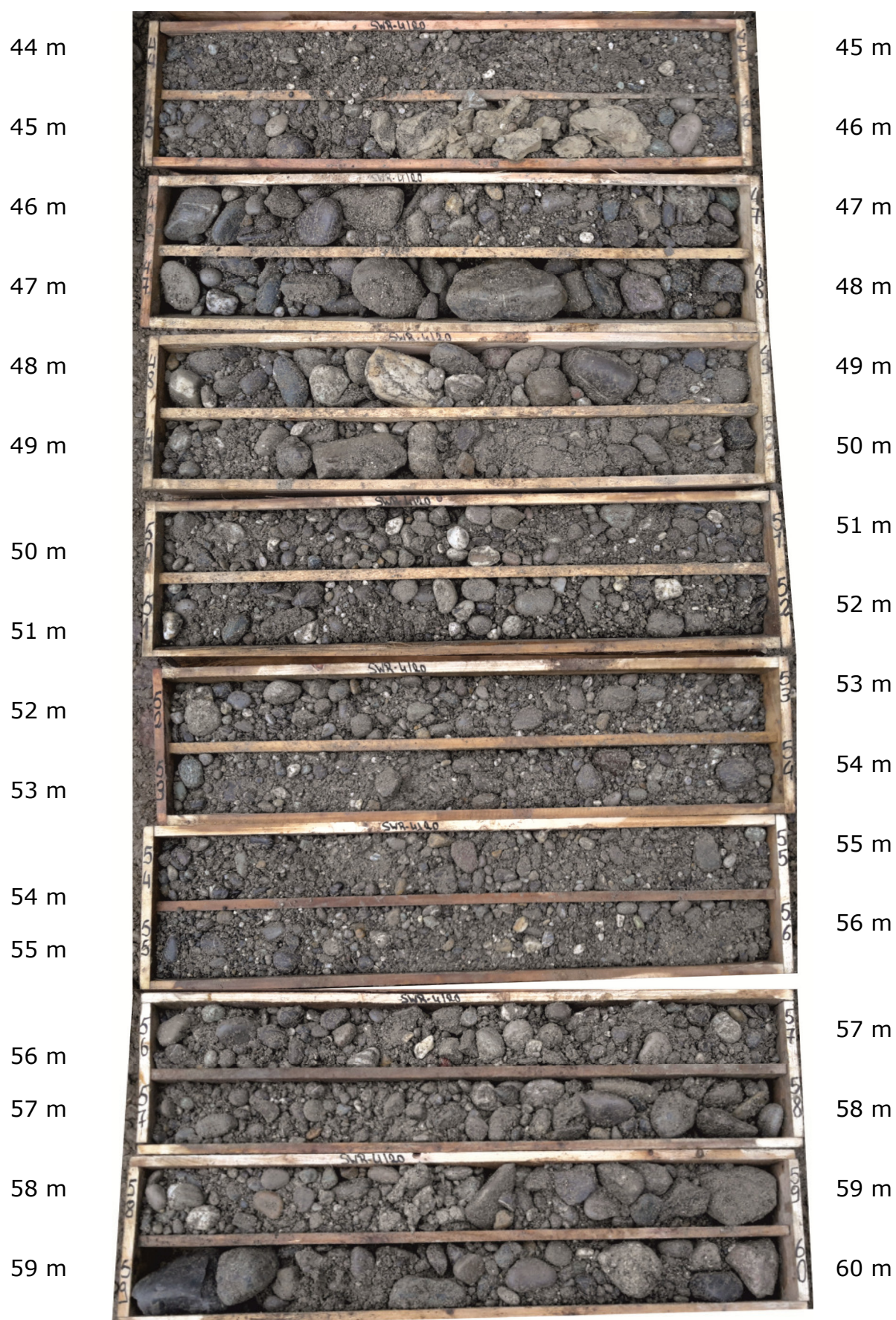
25 m

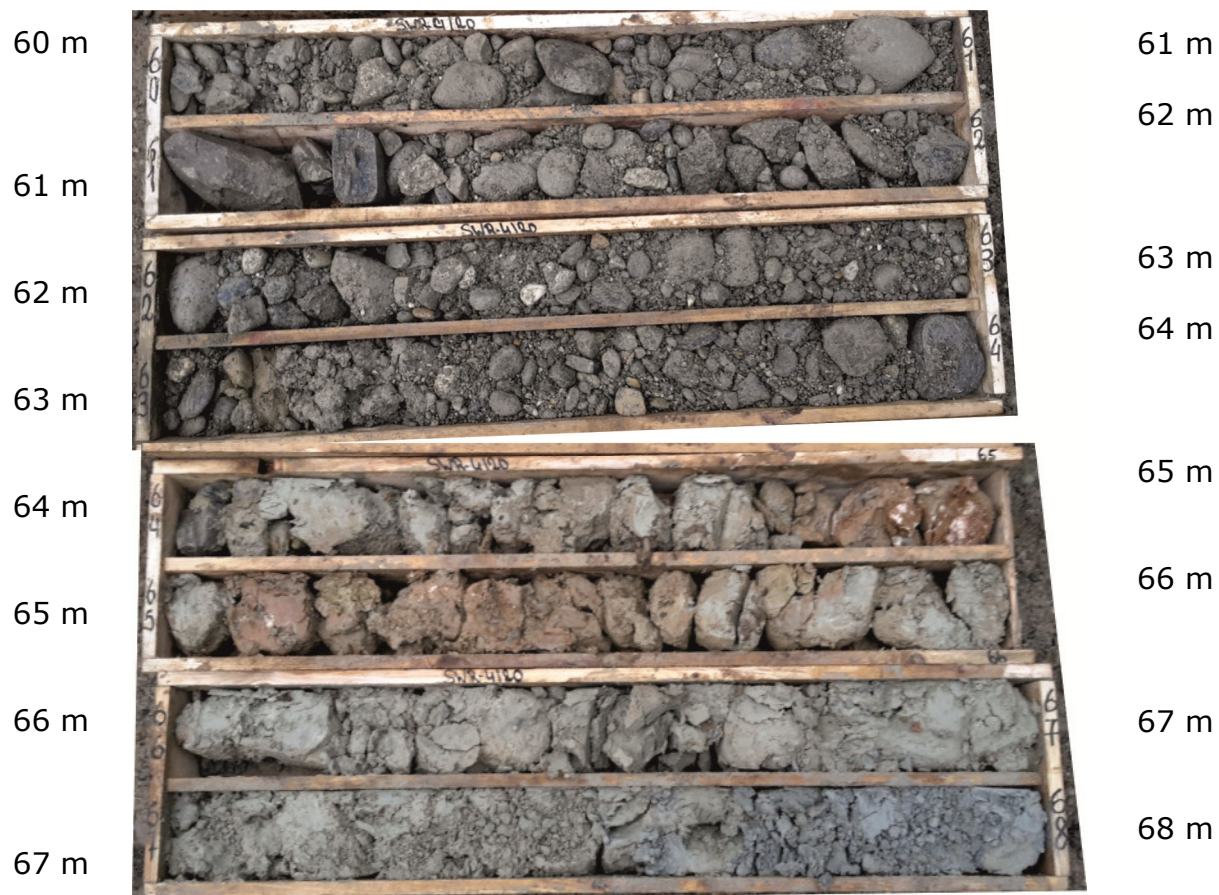
26 m

27 m

28 m

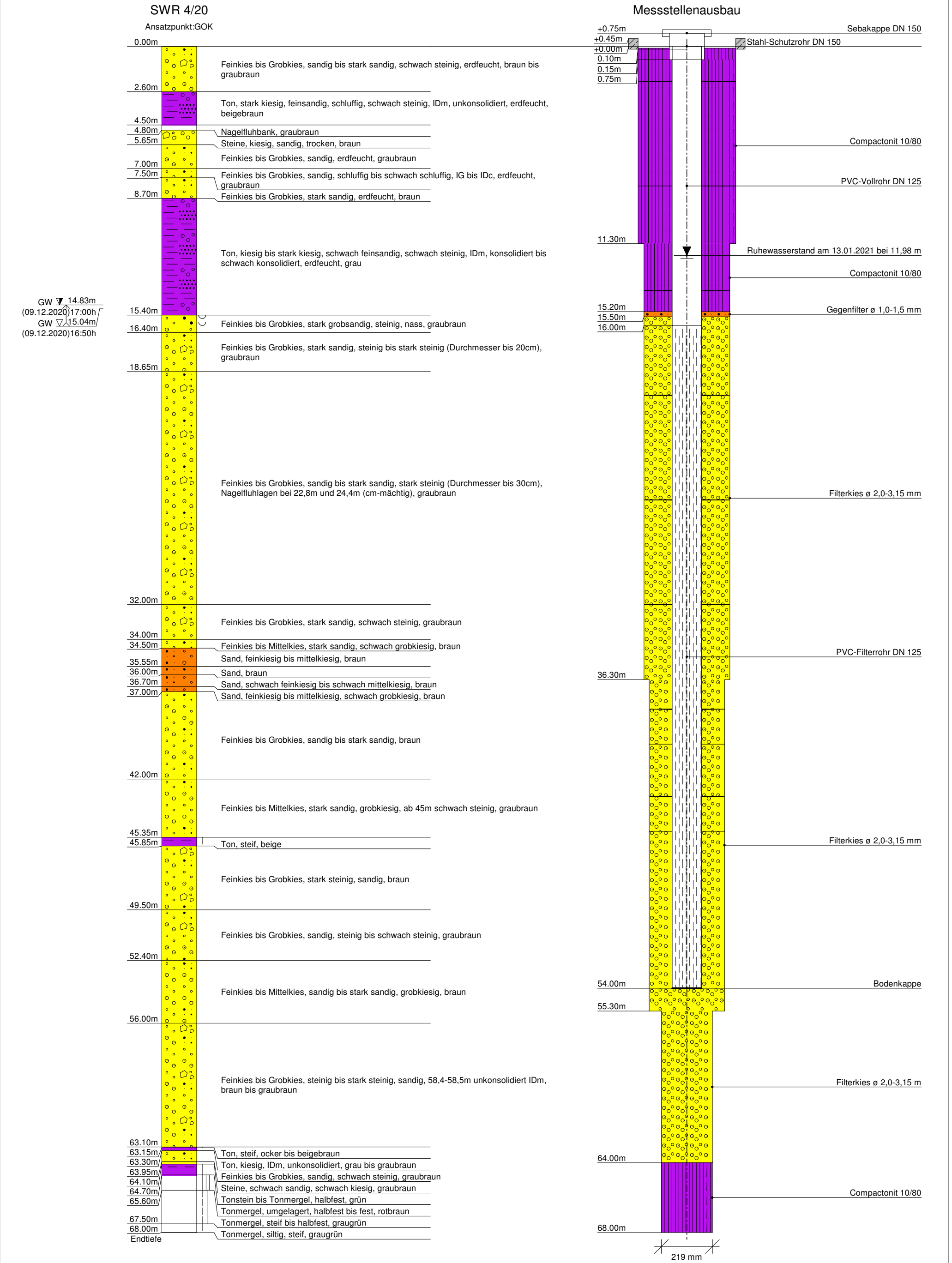






Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 200 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5685



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 9
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 4/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 07.12.2020 bis: 13.01.2021 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	68 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung	BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme						
9.1 Kurzzeichen				Proben	BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung						
9.1.1 Bohrverfahren				BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF = BK mit fester Kernumhüllung						
9.1.1.1 Art:				... =	... =						
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung	gekernter Proben			BS = Sondierbohrungen	... =						
...				=							
9.1.1.2 Lösen:				ram = rammend	schlag = schlagend						
rot = drehend				druck = drückend	greif = greifend						
9.1.2 Bohrwerkzeug				HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke ... =						
9.1.2.1 Art:				VK = Vollkrone	Spi = Spirale ... =						
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone			Kis = Kiespumpe	... =						
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone			Ven = Ventilbohrer							
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer			Mei = Meißel							
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe			SN = Sonde							
9.1.2.2 Antrieb:				HA = Hand	DR = Druckluft						
G = Gestänge	F = Freifall			HY = Hydraulik							
SE = Seil	V = Vibro										
9.1.2.3 Spülhilfe:				SS = Sole	d = direkt						
WS = Wasser	DS = Dickspülung			id = indirekt							
LS = Luft	Sch = Schaum										
9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug			Verrohrung		Tiefe	Bemerkungen	
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm		
0,00	11,30	BK	ram	Schap	368	DR	-	419	391	11,30	
11,30	36,30	BK	ram	Schap	324	DR	-	368	340	36,30	
36,30	55,30	BK	ram	Schap	273	DR	-	324	299	55,30	
55,30	68,00	BK	ram	Schap	180	DR	-	219	194	68,00	
9.3 Bohrkronen						9.4 Geräteführer-Wechsel					
1	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	1						
3	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	2						
4	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	3						
5	Nr:	ø	Außen/Innen:	/	4						
6	Nr:	ø	Außen/Innen:	/							
10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser		erstmalig	angetroffen	bei	15.04 m, Anstieg bis	14.83 m	unter	Ansatzpunkt			
Höchster		gemessener	Wasserstand	14.83 m unter Ansatzpunkt bei		15,20 m	Bohrtiefe				
Verfüllung:		m	bis	m	Art:	von:	m	bis:	m	Art:	
Nr	Filterrohr			Filterschüttung				Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
1	16.00	54.00	125	Gegenfilter	15.20	15.50	1,0-1,5	0.10	15.20	Compactonit 10/80	0,00 m
				Filterkies	15.50	64.00	2,0-3,15	64.00	68.00	Compactonit 10/80	
11 Sonstige Angaben											
		Wasserstände siehe Beiblatt									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Datum: 13.01.2021</div> <div>Firmenstempel:</div> <div>Unterschrift: _____</div> </div>											

DC

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 3		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
2.60	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
4.50	a) Ton, stark kiesig, feinsandig, schluffig, schwach steinig						
	b) lDm, unkonsolidiert						
	c) erdfeucht	d)	e) beigebraun				
	f)	g)	h)	i)			
4.80	a) Nagelfluhbank						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
5.65	a) Steine, kiesig, sandig						
	b)						
	c) trocken	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
7.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 4		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
7.50	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schluffig bis schwach schluffig						
	b) IG bis IDc						
	c) erdfeucht	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
8.70	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
15.40	a) Ton, kiesig bis stark kiesig, schwach feinsandig, schwach steinig			Wasseranstieg 14.83m u. AP 09.12.2020 Grundwasser 15.04m u. AP 09.12.2020			
	b) IDm, konsolidiert bis schwach konsolidiert						
	c) erdfeucht	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
16.40	a) Feinkies bis Grobkies, stark grobsandig, steinig						
	b)						
	c) nass	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
18.65	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, steinig bis stark steinig (Durchmesser bis 20cm)						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 5		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
32.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, stark steinig (Durchmesser bis 30cm)						
	b) Nagelfluhlagen bei 22,8m und 24,4m (cm-mächtig)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
34.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
34.50	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
35.55	a) Sand, feinkiesig bis mittelkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
36.00	a) Sand						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 6		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
36.70	a) Sand, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
37.00	a) Sand, feinkiesig bis mittelkiesig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
42.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
45.35	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig						
	b) ab 45m schwach steinig						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
45.85	a) Ton						
	b)						
	c) steif	d)	e) beige				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 7		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
49.50	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig, sandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
52.40	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig bis schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
56.00	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)	i)			
63.10	a) Feinkies bis Grobkies, steinig bis stark steinig, sandig						
	b) 58,4-58,5m unkonsolidiert IDm						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
63.15	a) Ton						
	b)						
	c) steif	d)	e) ocker bis beigebraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 8		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			
63.30	a) Ton, kiesig						
	b) lDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) grau bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
63.95	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
64.10	a) Steine, schwach sandig, schwach kiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
64.70	a) Tonstein bis Tonmergel						
	b)						
	c) halbfest	d)	e) grün				
	f)	g)	h)	i)			
65.60	a) Tonmergel						
	b) umgelagert						
	c) halbfest bis fest	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 4/20					Blatt 9		
					Datum: 07.12.2020- 13.01.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
67.50	a) Tonmergel						
	b)						
	c) steif bis halbfest	d)	e) graugrün				
	f)	g)	h) i)				
68.00 Endtiefe	a) Tonmergel, siltig						
	b)						
	c) steif	d)	e) graugrün				
	f)	g)	h) i)				

Hauptsitz Günzburg
Tel.: 0 82 21/ 9 06-0 info@terrasond.de
Fax: 0 82 21/ 9 06-40 www.terrasond.de

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Bohrung Nr.: **SWR 4/20**

Durchführungszeit: 07.12.2020 - 13.01.2021

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 4/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Blatt:

1

Auftr.Nr.:

2020-1105

Datum:

12.-13.01.2021

Ausgeführt von:

St. Lagenwalter

Pumpeneinlauf bei 53,50 m

Ablaufleitung 30,00 m

Meßstelle	DN 125							
Höhe ROK	0,75 m ü.GOK							
Uhrzeit	Abstichmaße ab Meßpunkt GOK							Wassermenge l/sec
0:00:00	12,07							
0:01:00	12,10	Pumpe bewegt				trüb		
0:02:00	12,10					trüb, sandig		
0:03:00	12,09					trüb, sandig		2,5
0:04:00	12,09					trüb		
0:06:00	12,09	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:08:00	12,08					trüb, sandig		
0:10:00	12,07	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:15:00	12,07	Pumpe bewegt				schwach trüb		2,5
0:20:00	12,05	Pumpe bewegt				fast klar		
0:30:00	12,03					fast klar		
0:40:00	12,01	Pumpe bewegt				klar		2,5
0:50:00	11,99	Pumpe bewegt				klar		
1:00:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
1:10:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:20:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
1:30:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
1:40:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:50:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		
2:00:00	11,98	Pumpe bewegt				klar		2,5
		Pumpe aus						
0:00:00	11,98							
0:01:00	11,98							
0:02:00	11,98							
0:03:00	11,98							
0:04:00	11,98							
0:06:00	11,98							
0:08:00	11,98							
0:10:00	11,98							

GWM:

SWR 5 / 20

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5686

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492156,607
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292862,543
UTM E	32492083,724
UTM N	5291183,836
Geländeoberkante in mNN (GOK)	434,63
Pegeloberkante in mNN (POK)	435,523

Bohrunternehmer	Terrasond, Günzburg
Bohrung erstellt:	14.01.2021 - 03.02.2021
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 219
Filterdurchmesser in mm:	125

Bohrteufe in m:	80,00
Ausbauteufe in m:	55,00
Filterstrecke von - bis in m:	35,0 - 55,0
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	17.02.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u. POK am 14.04.2021	18,26
GW angebohrt in m u. GOK am 19.01.2021 11:20 Uhr	14,03
GW Anstieg in m u. GOK am 19.01.2021 11:40 Uhr	13,96

Bemerkungen:

Anlagen:

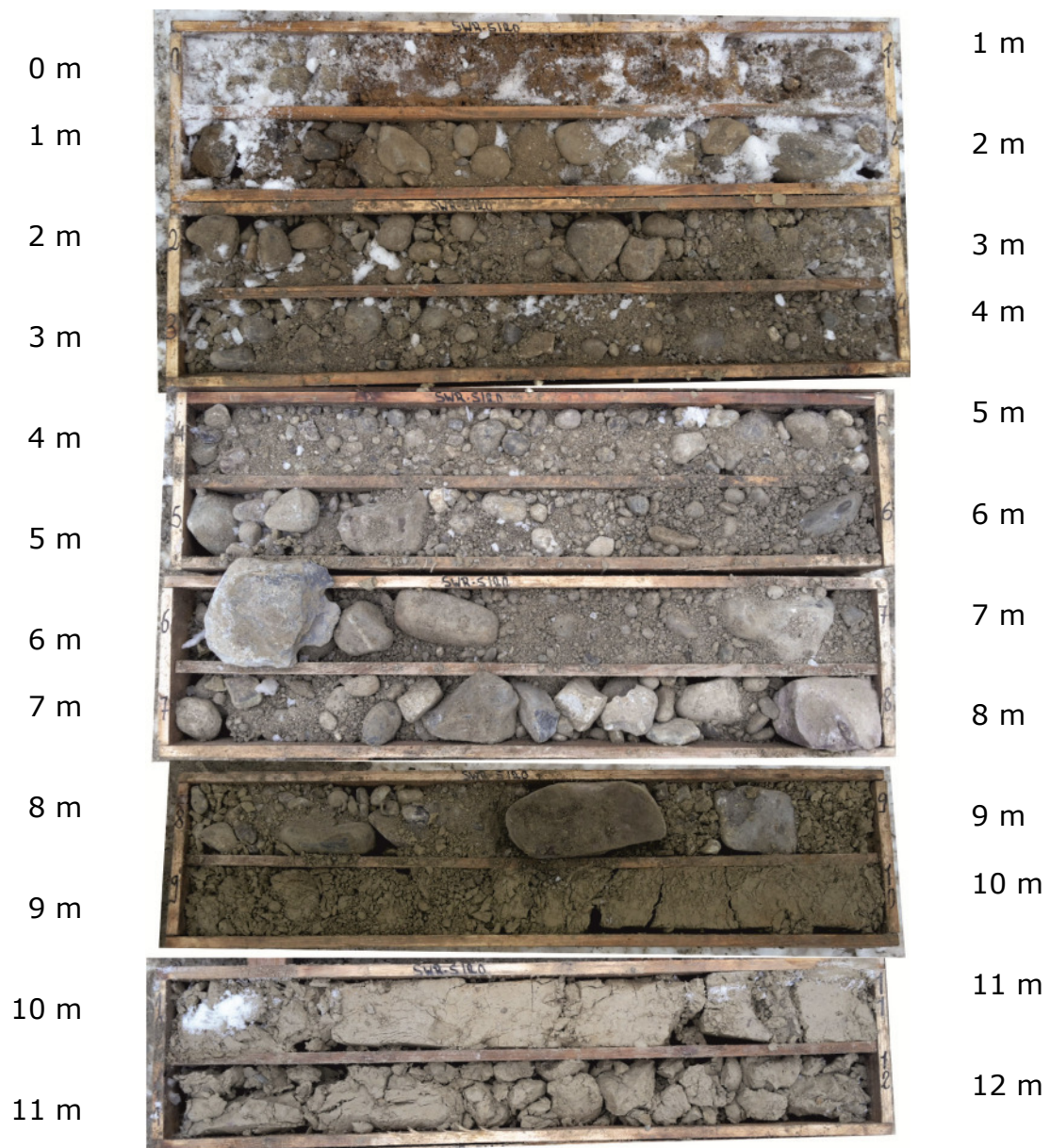
Fotodokumentation

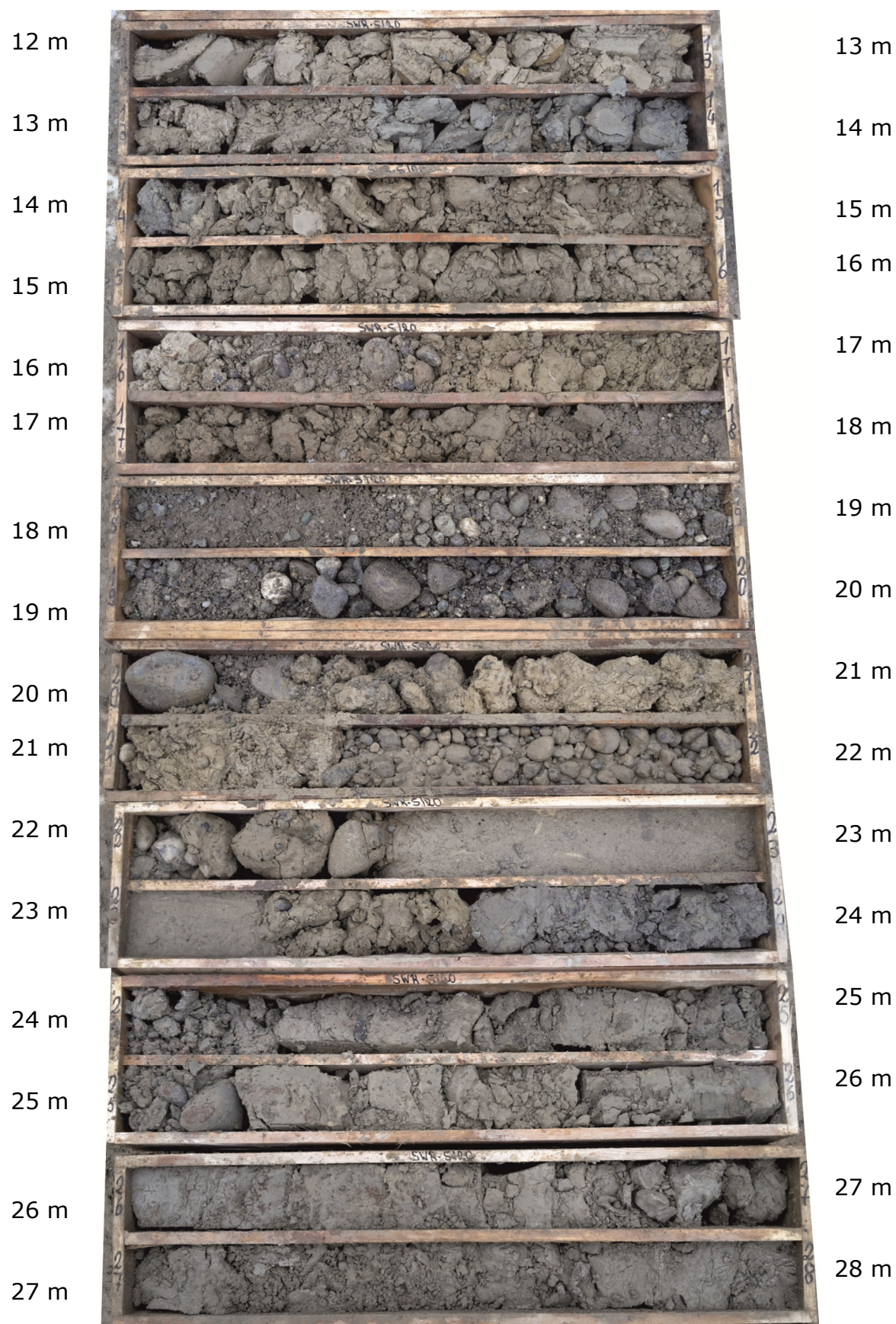
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

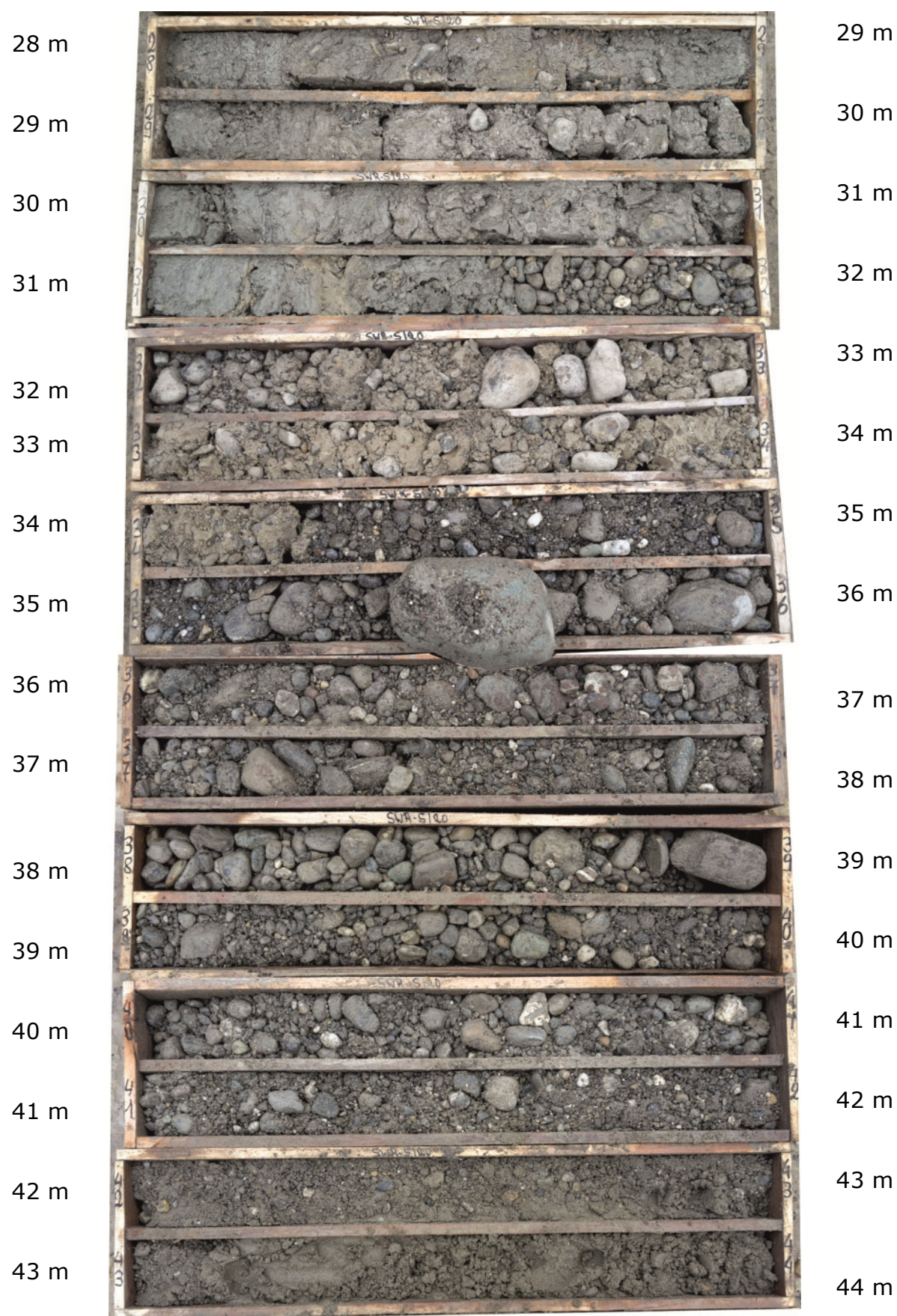
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

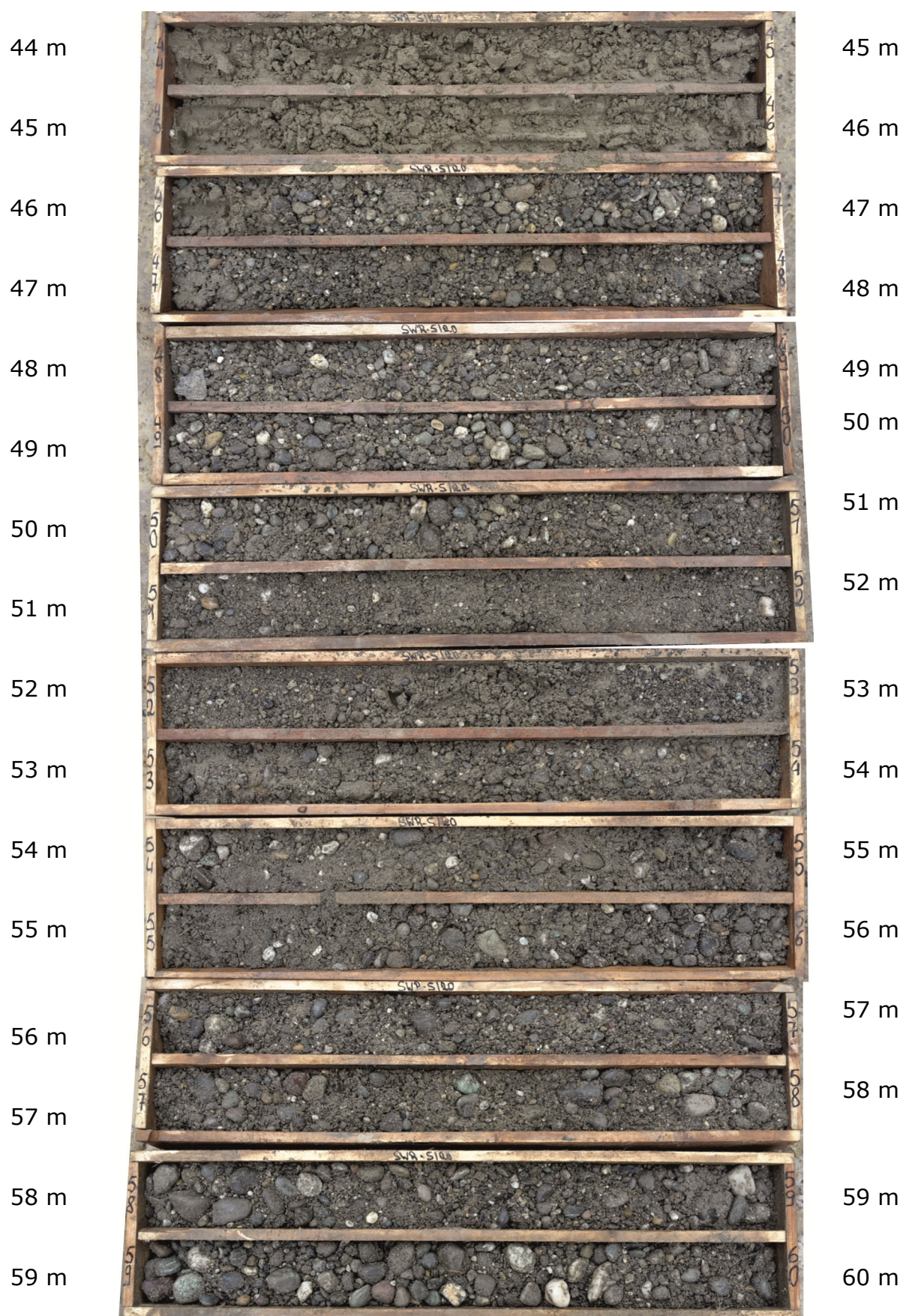
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Terrasond, Günzburg
Bohrzeitraum: 14.01.2021 – 03.02.2021

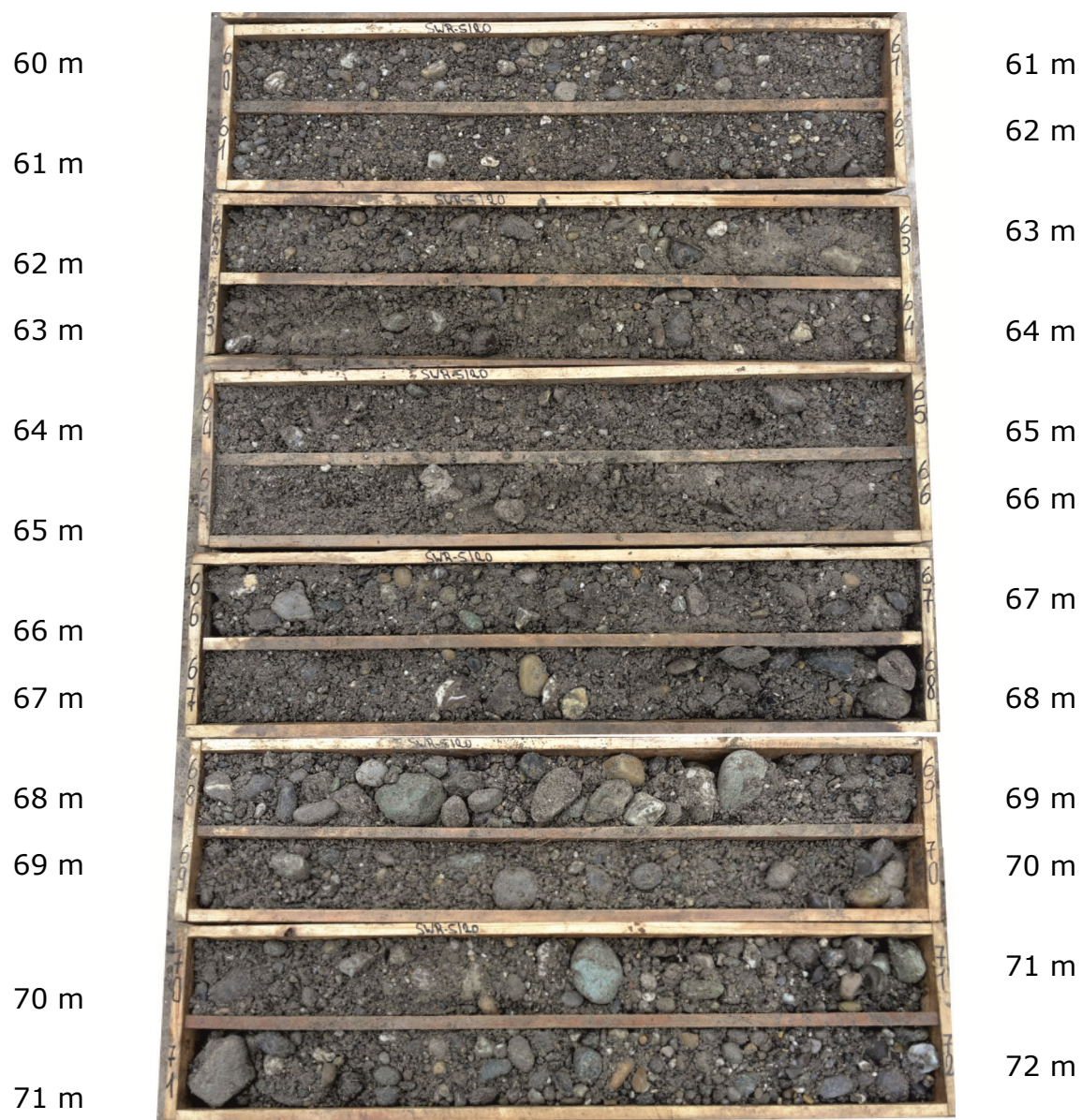
Fotodokumentation der Bohrung SWR 5/20 [5686]







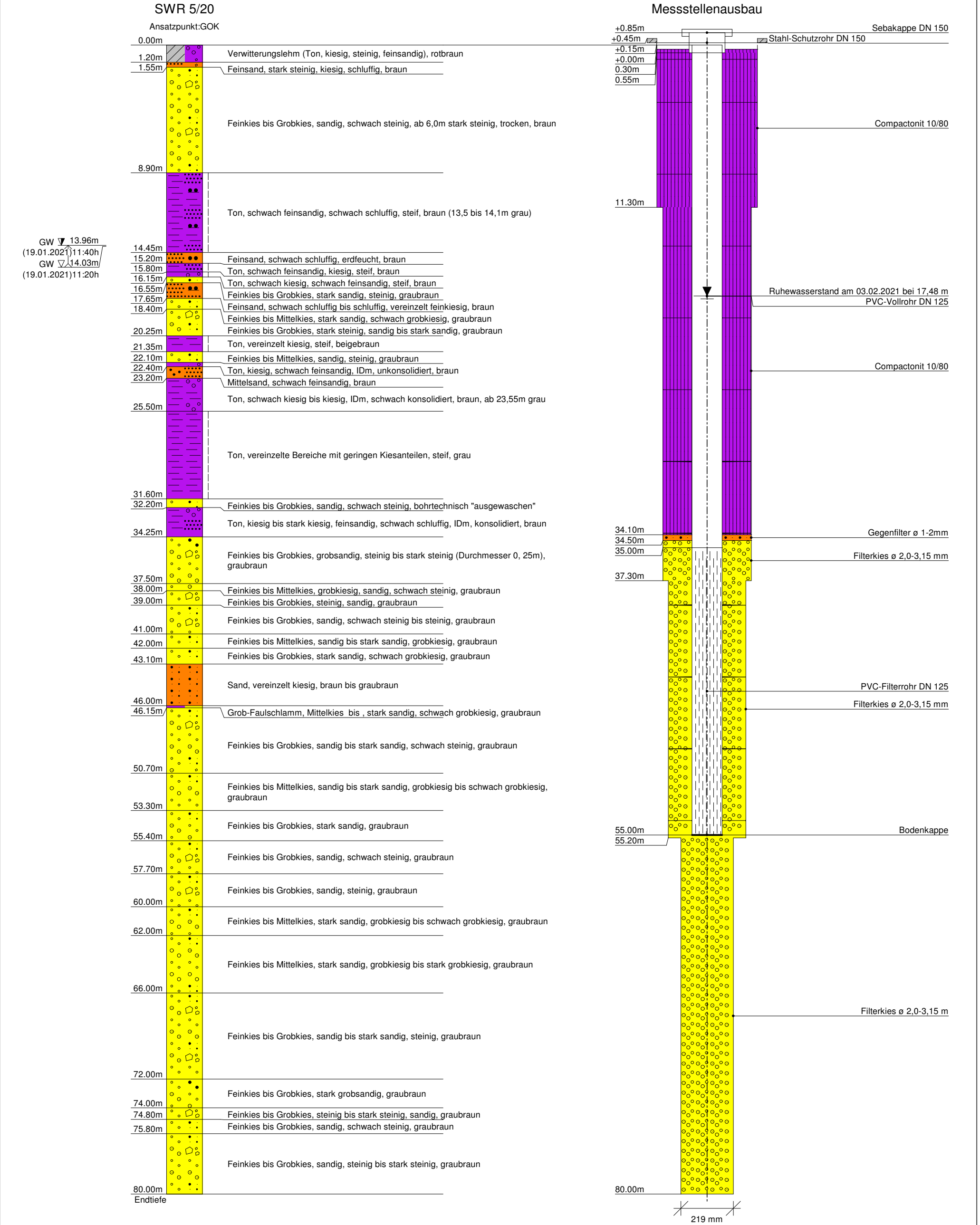






Terrasond GmbH & Co. KG	Projekt : Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
St.-Ulrich-Straße 12-16	Projektnr.: 2020-1105
89312 Günzburg-Deffingen	Maßstab : 1: 250 / 1: 15
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40	Rechtswert/Hochwert :

EDV 5686



Terrasond GmbH & Co. KG
St.-Ulrich-Straße 12-16
89312 Günzburg-Deffingen
Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: 2020-1105
Aktenzeichen:

Anlage: 1
Bericht:

1 Objekt Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939] Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 10
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. SWR 5/20 Zweck: Baugrunderkundung
Ort: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5, 88090 Immenstaad/ Bodensee
Fachaufsicht: HYDRO-DATA Radolfzell

5 Bohrunternehmen: Terrasond GmbH & Co.KG, St.-Ulrich-Straße 12-16, 89312 Günzburg-Deffingen
gebohrt von: 14.01.201 bis: 03.02.2021 Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: 2020-1105
Geräteführer: Stefan Langenwalter Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN / ISO EN
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Bohrgerät auf Daimler-Zweiachs-LKW Baujahr: 2011
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	80 m	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung	BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen				Proben	BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren				BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF = BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:				... =	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben				BS = Sondierbohrungen	
... =					

9.1.1.2 Lösen:				ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend				druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug				HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:				VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr				H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr				D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr				Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr				Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:				HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge				F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil				V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:				SS = Sole	d = direkt
WS = Wasser				DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft				Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung		Tiefe m	Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm		
0,00	11,30	BK	ram	Schap	368	DR	-	419	391	11,30	
11,30	37,30	BK	ram	Schap	324	DR	-	368	340	37,30	
37,30	55,20	BK	ram	Schap	273	DR	-	324	299	55,20	
55,20	80,00	BK	ram	Schap	180	DR	-	219	199	80,00	

9.3 Bohrkronen				9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr:	ø	Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr:	ø	Außen/Innen: /	1						
3	Nr:	ø	Außen/Innen: /	2						
4	Nr:	ø	Außen/Innen: /	3						
5	Nr:	ø	Außen/Innen: /	4						
6	Nr:	ø	Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser		erstmal	angetroffen	bei	14.03 m,	Anstieg bis	13.96	m	unter	Ansatzpunkt	
Höchster		gemessener	Wasserstand	13.96 m unter		Ansatzpunkt bei	16,40	m	Bohrtiefe		
Verfüllung:		m	bis	m	Art:	von:	m	bis:	m	Art:	

Nr	Filterrohr			Art	Filterschüttung			Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm		von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
1	35.00	55.00	125	Gegenfilter	34.10	34.50	1-2	0.30	34,10	Compactonit	0,00
				Filterkies	34.50	80,00	2,0-3,15				

11 Sonstige Angaben	

Datum: 03.02.2021

Firmenstempel:

Unterschrift: _____

DC

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 3		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
1.20	a) Verwitterungslehm (Ton, kiesig, steinig, feinsandig)						
	b)						
	c)	d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.55	a) Feinsand, stark steinig, kiesig, schluffig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
8.90	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b) ab 6,0m stark steinig						
	c) trocken	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
14.45	a) Ton, schwach feinsandig, schwach schluffig			Wasseranstieg 13.96m u. AP 19.01.2021 Grundwasser 14.03m u. AP 19.01.2021			
	b)						
	c) steif	d)	e) braun (13,5 bis 14,1m grau)				
	f)	g)	h) i)				
15.20	a) Feinsand, schwach schluffig						
	b)						
	c) erdfeucht	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 4			
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021			
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
15.80	a) Ton, schwach feinsandig, kiesig							
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
16.15	a) Ton, schwach kiesig, schwach feinsandig							
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
16.55	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
17.65	a) Feinsand, schwach schluffig bis schluffig							
	b) vereinzelt feinkiesig							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
18.40	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 5		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
20.25	a) Feinkies bis Grobkies, stark steinig, sandig bis stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
21.35	a) Ton						
	b) vereinzelt kiesig						
	c) steif	d)	e) beigebraun				
	f)	g)	h) i)				
22.10	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
22.40	a) Ton, kiesig, schwach feinsandig						
	b) IDm, unkonsolidiert						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
23.20	a) Mittelsand, schwach feinsandig						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 6		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
25.50	a) Ton, schwach kiesig bis kiesig						
	b) IDm, schwach konsolidiert						
	c)	d)	e) braun, ab 23,55m grau				
	f)	g)	h) i)				
31.60	a) Ton						
	b) vereinzelte Bereiche mit geringen Kiesanteilen						
	c) steif	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
32.20	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b) bohrtechnisch "ausgewaschen"						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
34.25	a) Ton, kiesig bis stark kiesig, feinsandig, schwach schluffig						
	b) IDm, konsolidiert						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
37.50	a) Feinkies bis Grobkies, grobsandig, steinig bis stark steinig (Durchmesser 0, 25m)						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 7			
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
38.00	a) Feinkies bis Mittelkies, grobkiesig, sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
39.00	a) Feinkies bis Grobkies, steinig, sandig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
41.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig bis steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
42.00	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
43.10	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig, schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 8		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2				3	4 5 6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
46.00	a) Sand						
	b) vereinzelt kiesig						
	c)	d)	e) braun bis graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
46.15	a) Grob-Faulschlamm, Mittelkies bis , stark sandig, schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
50.70	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
53.30	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig bis stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			
55.40	a) Feinkies bis Grobkies, stark sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)	i)			

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:			
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben </div>								
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]								
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 9			
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021			
1	2				3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
57.70	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
60.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
62.00	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis schwach grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
66.00	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, grobkiesig bis stark grobkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
72.00	a) Feinkies bis Grobkies, sandig bis stark sandig, steinig							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

Terrasond GmbH & Co. KG St.-Ulrich-Straße 12-16 89312 Günzburg-Deffingen Tel.: 08221/906-0, Fax: 08221/906-40					Anlage 1 Bericht: Az.:		
<div style="text-align: center;"> Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben </div>							
Bauvorhaben: Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]							
Bohrung Nr. SWR 5/20					Blatt 10		
					Datum: 14.01.201 - 03.02.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
74.00	a) Feinkies bis Grobkies, stark grobsandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
74.80	a) Feinkies bis Grobkies, steinig bis stark steinig, sandig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
75.80	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, schwach steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				
80.00 Endtiefe	a) Feinkies bis Grobkies, sandig, steinig bis stark steinig						
	b)						
	c)	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h) i)				

Hauptsitz Günzburg
Tel.: 0 82 21/ 9 06-0 info@terrasond.de
Fax: 0 82 21/ 9 06-40 www.terrasond.de

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]Bohrung Nr.: **SWR 5/20**

Durchführungszeit: 19.01.-03.02.2021

Beiblatt zum Schichtenverzeichnis

[illegible]

Pumpversuch

Bohrung Nr.

SWR 5/20

Stadtwald Radolfzell, Phase 2 [939]

Blatt:

1

Auftr.Nr.:

2020-1105

Datum:

03.02.2021

Ausgeführt von:

St. Lagenwalter

Pumpeneinlauf bei

54,40

m

Ablaufleitung

35,00

m

Meßstelle	DN 125							
Höhe ROK	0,00							
Uhrzeit	Abstichmaße ab Meßpunkt GOK							Wassermenge l/sec
0:00:00	18,74							
0:01:00	18,76					trüb, sandig		
0:02:00	18,76					trüb, sandig		
0:03:00	18,74	Pumpe bewegt				trüb		2,5
0:04:00	18,74					trüb		
0:06:00	18,74	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:08:00	18,73					schwach trüb		2,5
0:10:00	18,71	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:15:00	18,68					schwach trüb		
0:20:00	18,66	Pumpe bewegt				schwach trüb		2,5
0:30:00	18,61	Pumpe bewegt				schwach trüb		
0:40:00	18,49					klar		
0:50:00	18,22					klar		
1:00:00	17,96	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:10:00	17,84					klar		
1:20:00	17,76					klar		
1:30:00	17,69	Pumpe bewegt				klar		2,5
1:40:00	17,60					klar		
1:50:00	17,54	Pumpe bewegt				klar		
2:00:00	17,48					klar		2,5
		Pumpe aus						
0:00:00	17,48	Wiederanstieg						
0:01:00	17,48							
0:02:00	17,48							
0:03:00	17,48							
0:04:00	17,48							
0:06:00	17,48							

GWM:

SWR 3 / 21

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5697

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492439,365
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292922,472
UTM E	492366,370
UTM N	5291243,742
Geländeoberkante in mNN (GOK)	421,797
Pegeloberkante in mNN (POK)	422,597

Bohrunternehmer	Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrung erstellt:	27. - 30.04.21
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	419 - 220
Filterdurchmesser in mm:	80

Bohrteufe in m:	70,0
Ausbauteufe in m:	43,0
Filterstrecke von - bis in m:	21,0 - 43,0
Einmessung durch:	Meichle & Mohr Hr. Mutschler
Einmessdatum:	21.05.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u. POK am 01.06.2021	5,23
GW angebohrt in m u. GOK am 27.04.2021	21,00
GW Anstieg in m u. GOK am 27.04.2021	4,50

Bemerkungen:

Anlagen:

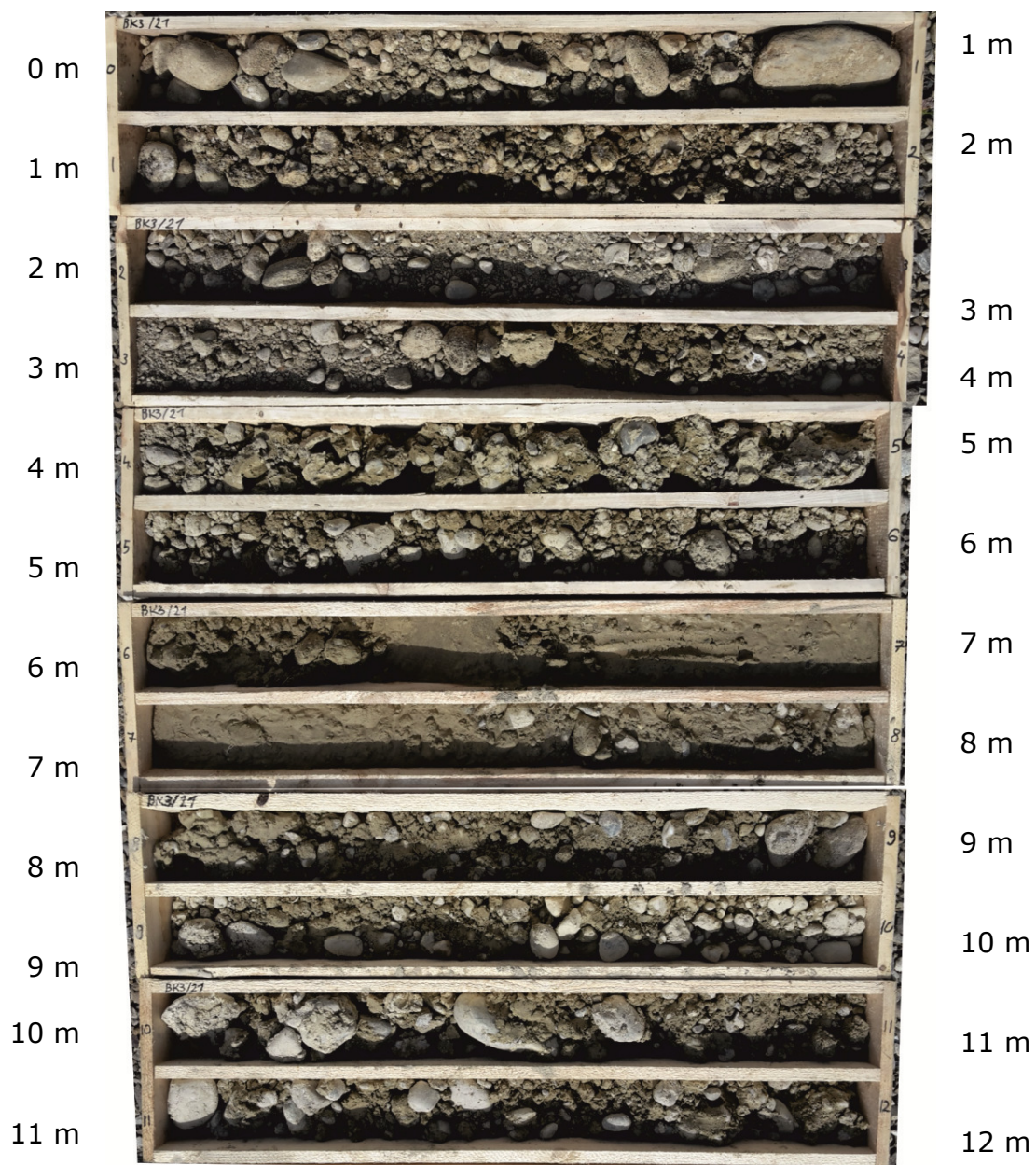
Fotodokumentation

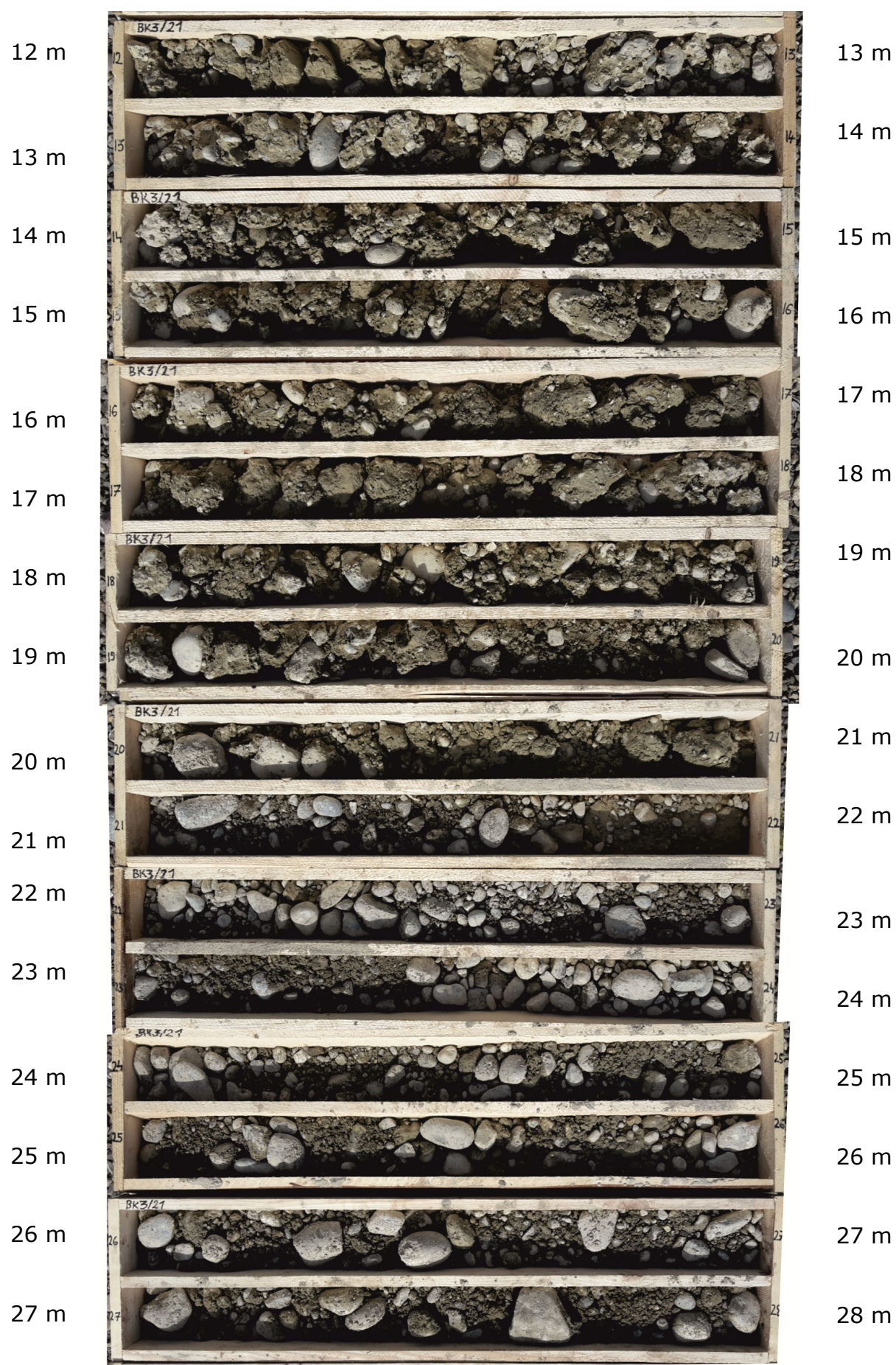
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

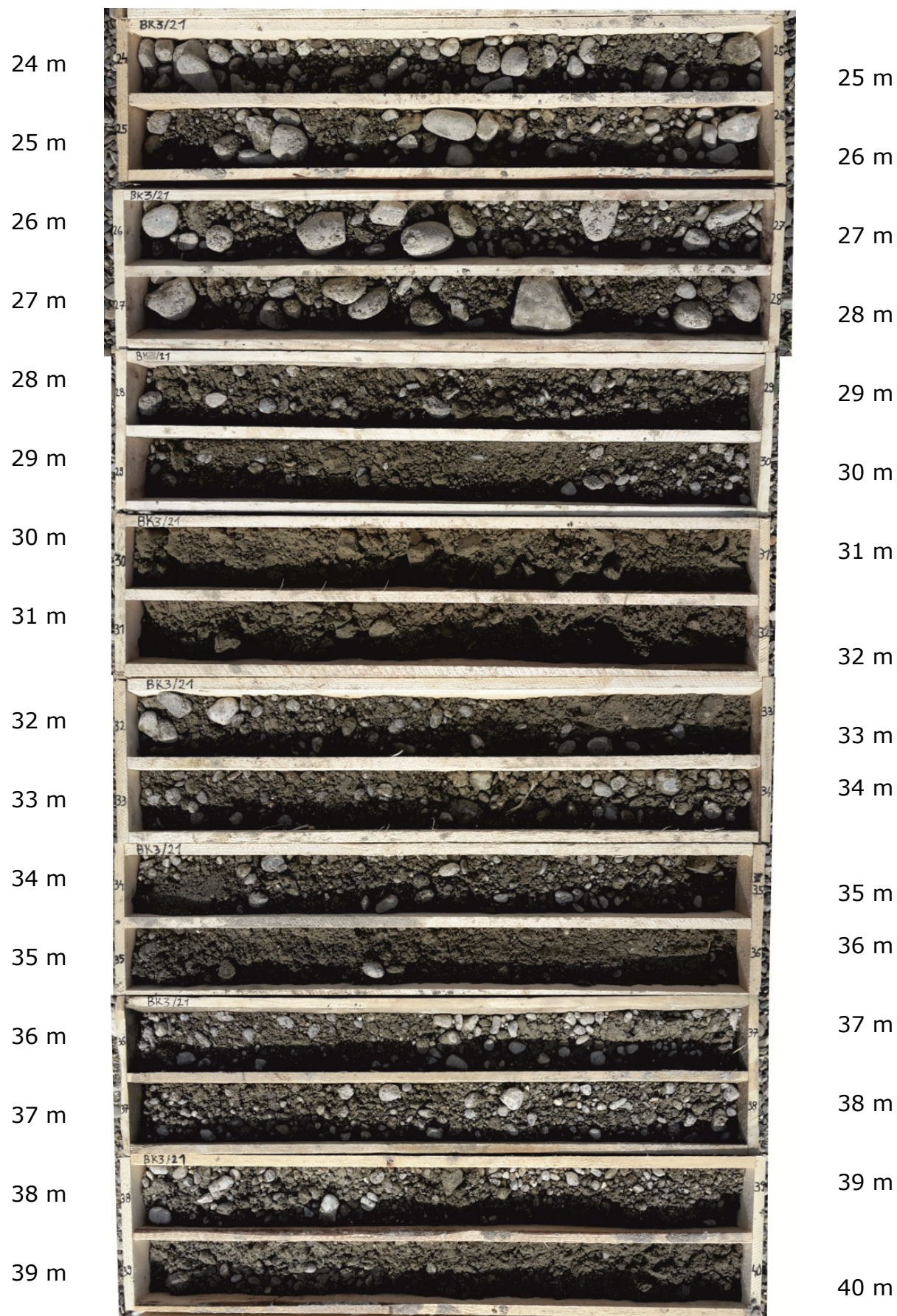
Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

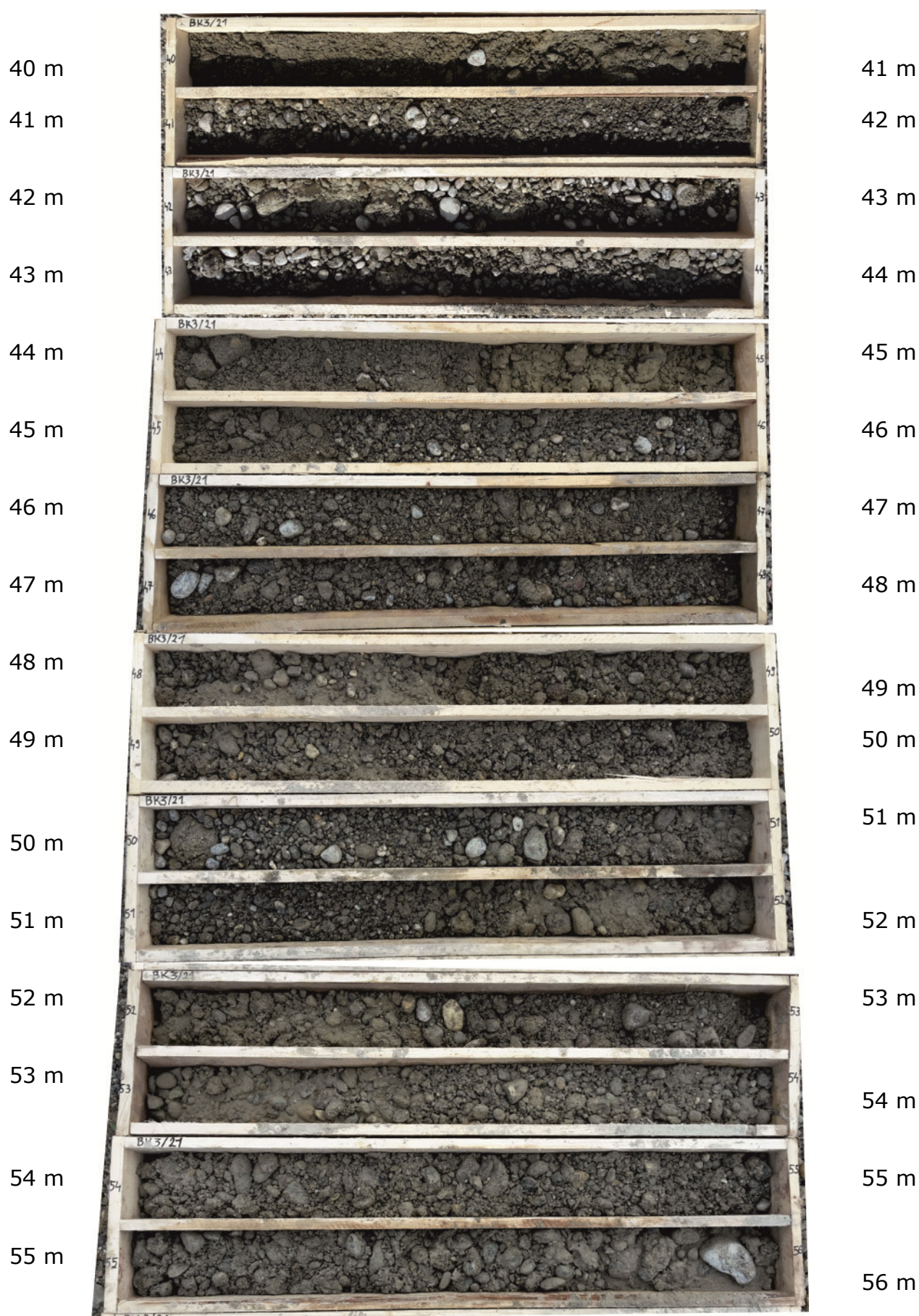
Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrzeitraum: 28.04.2021 – 30.04.2021

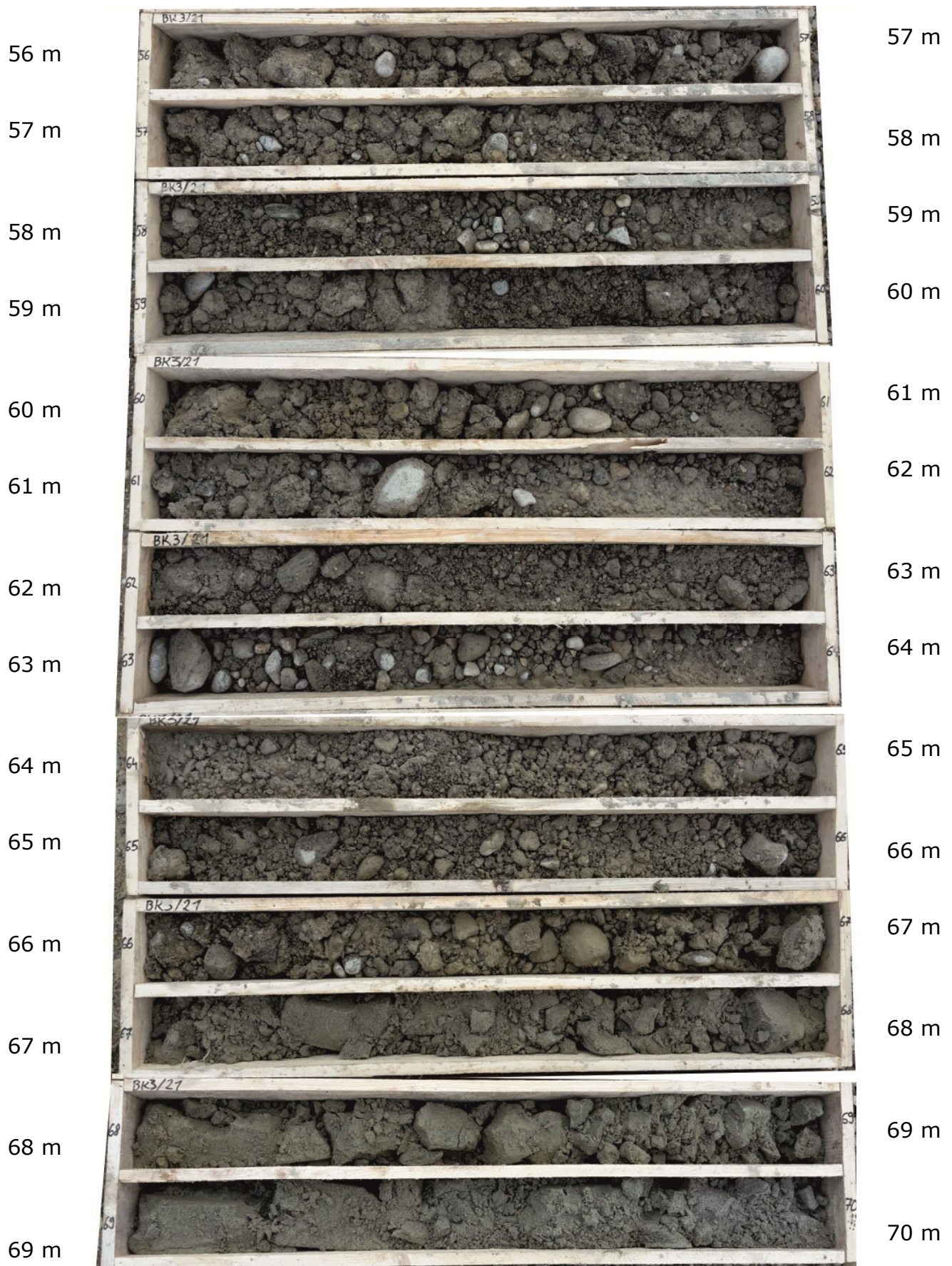
Fotodokumentation der Bohrung SWR 3/21 [5697]



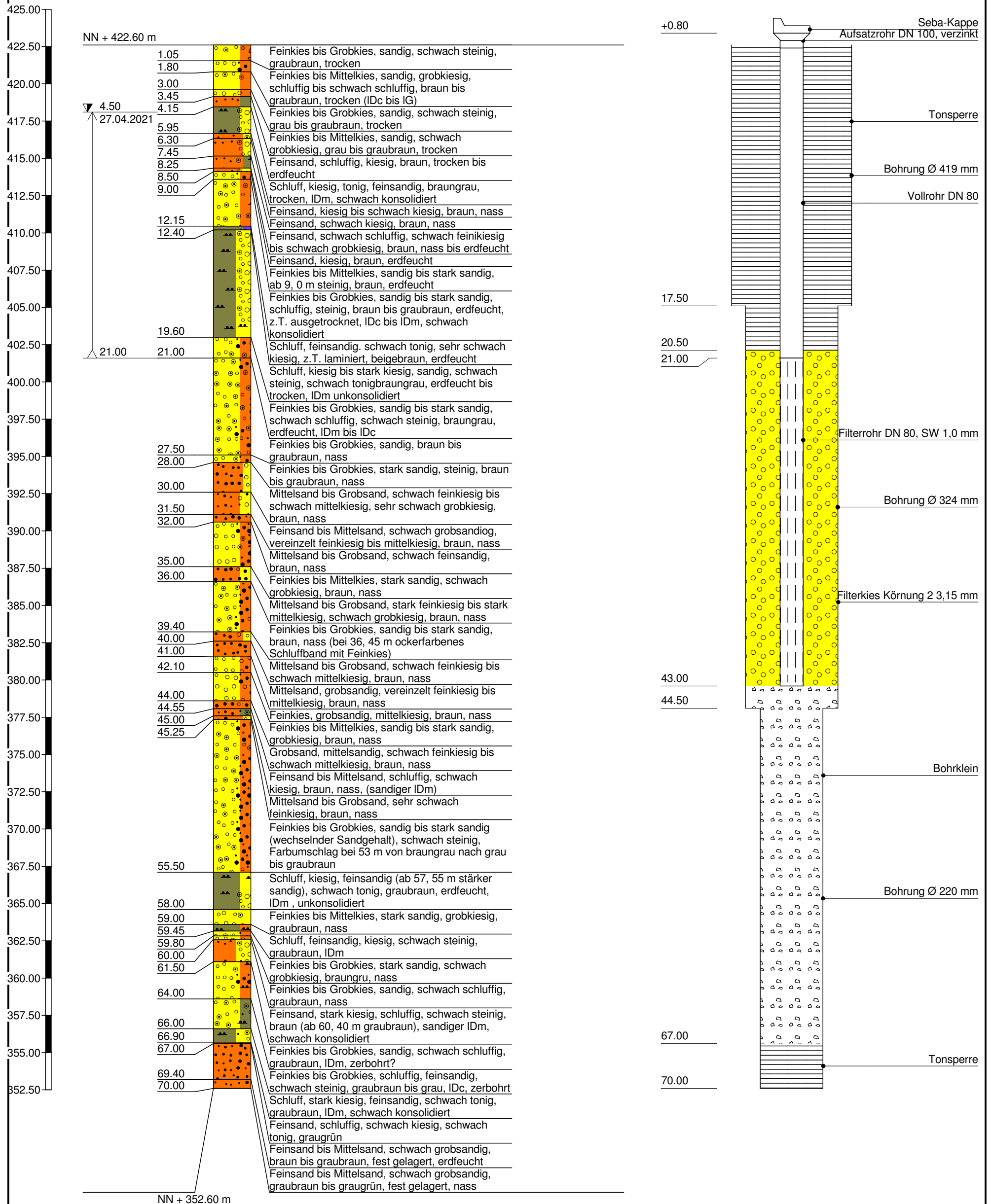








SWR 3/21



Höhenmaßstab 1:250

GWM:

SWR 5a / 21

Stadtwald Radolfzell

Auskiesung 2. Phase



LUBW Nr.	
Arnum	
TK-Blatt	8219
HD-EDV	5715

Rechtswert (Gauss-Krüger)	3492317,360
Hochwert (Gauss-Krüger)	5292877,272
UTM E	492244,413
UTM N	5291198,558
Geländeoberkante in mNN (GOK)	423,407
Pegeloberkante in mNN (POK)	424,387

Bohrunternehmer	Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrung erstellt:	03.05.2021
Bohrverfahren:	Rammkern
Bohrdurchmesser in mm:	220
Filterdurchmesser in mm:	80

Bohrteufe in m:	23,50
Ausbauteufe in m:	9,50
Filterstrecke von - bis in m:	7,5-9,5
Einmessung durch:	Meichle u. Mohr H. Mutschler
Einmessdatum:	21.05.2021
Geolog. Aufnahme:	Dipl.-Geol. R. Ramsch HYDRO-DATA

Wasserspiegel	
WSP in m u .POK am 01.06.2021	6,45
1. GW angebohrt in m u. GOK am 03.05.2021	7,8
2. GW angebohrt in m u. GOK am 03.05.2021	21,30
GW Anstieg in m u. GOK am 03.05.2021	4,8

Bemerkungen:

Anlagen:

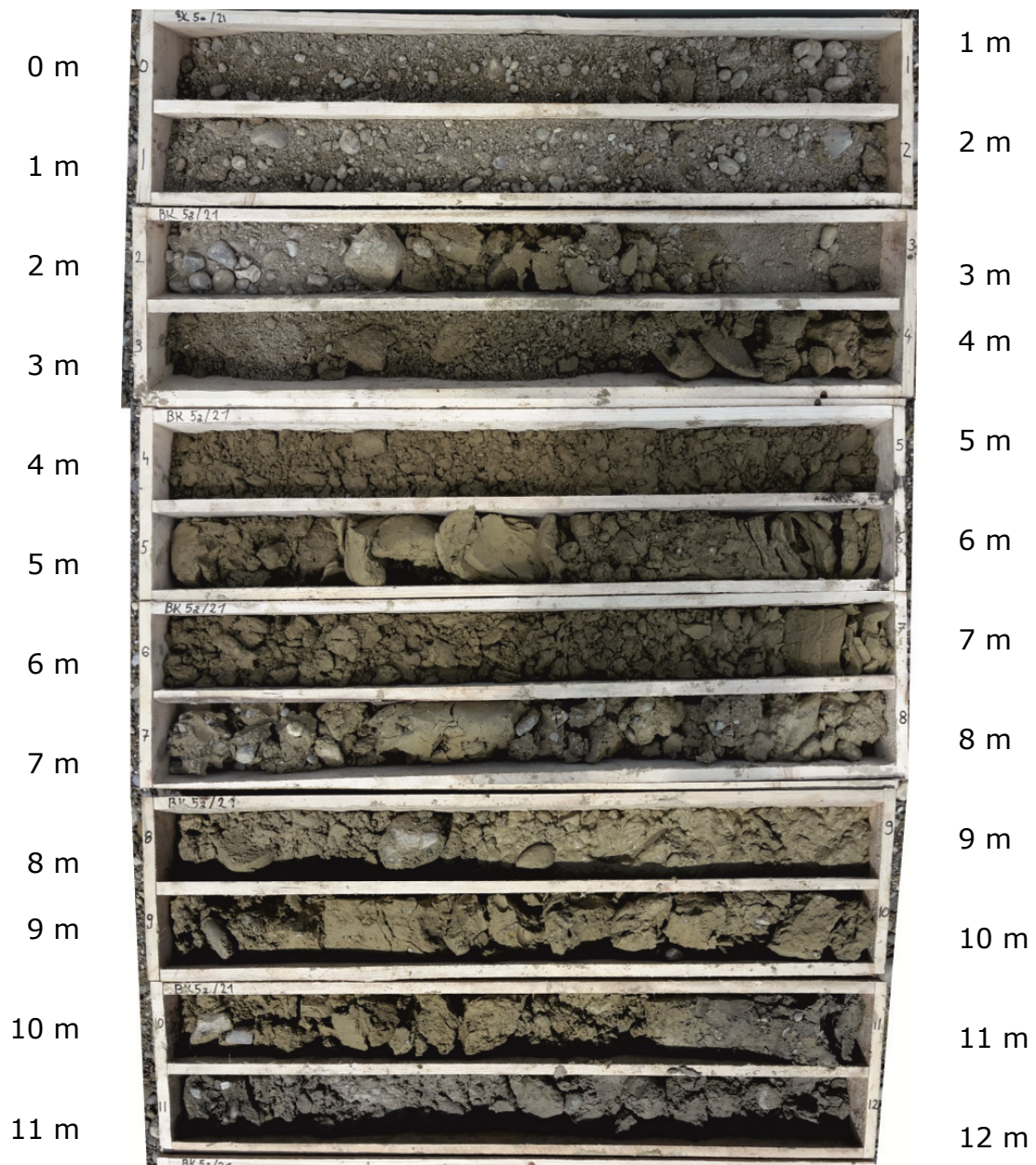
Fotodokumentation

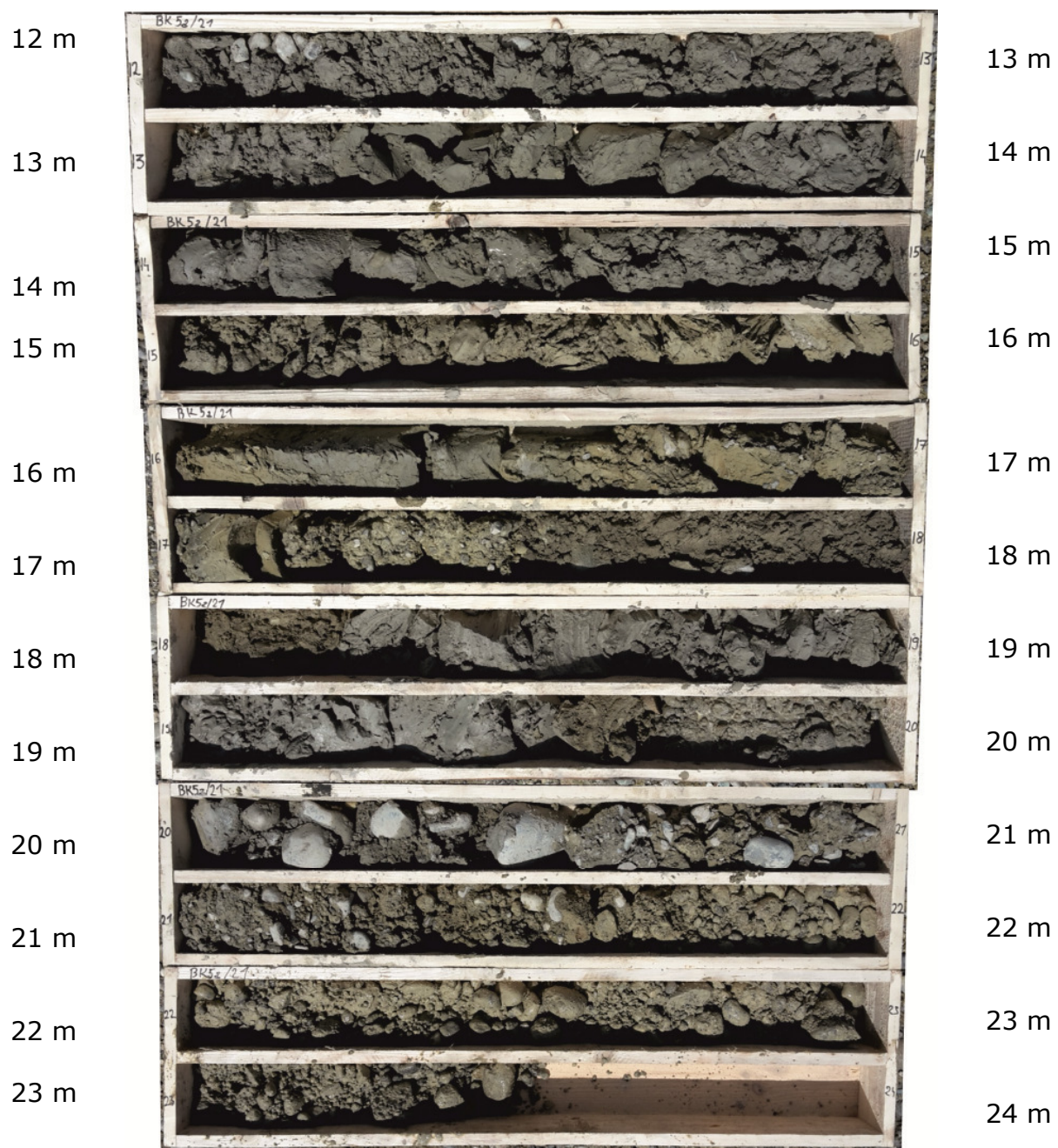
Schichtenverzeichnis mit Ausbauplan

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell (Phase 2)
der Fa. Meichle & Mohr GmbH, Immenstaad

Bearbeitung: HYDRO-DATA, Dipl.-Geologe R. Ramsch
Bohrfirma: Baugrund Süd, Bad Wurzach
Bohrzeitraum: 03.05.2021

Fotodokumentation der Bohrung SWR 5a/21 [5717]







Anl. 2 Ergebnismitteilung Einmessarbeiten (Meichle & Mohr GmbH)



3491778.79

5292199.71

5293227.71

349318.79



www. **GisInfoService** .de

Datum:
17.02.2021

Es gelten die Copyright- und
Nutzungsbedingungen der Dienstleister
Siehe:
<https://www.gisinfoservice.de/ueber-uns/nutzungsbedingungen>



Bohransatzpunkte Kieswerk 2001, "Stadtwald Radolfzell"

Punkt 1: SWR 5a/21

E: 3492317.360

N: 5292877.272

Höhe: 424,387

POK

424,387

-0,98

GOK

423,407

Punkt 2: SWR 3/21

E: 3492439.365

N: 5292922.472

Höhe: 422,597

POK

422,597

-0,8

GOK

421,797

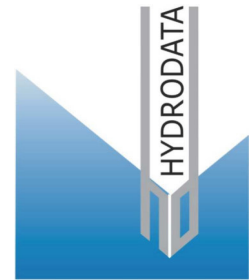
Anl. 3 Darstellung und Protokolle der
hydraulischen Tests SWR 1/20, SWR 2/20
und SWR 5/20

Pumpversuchsprotokoll KPV und SPV

SWR 1/20 am 30.06.2021

Sonde: HT 8523

Einbautiefe Pumpe: ca. 23 m



Kurzpumpversuch

	Uhrzeit	Wsp	el. Lf	Temp	Entnahmerate
Beginn	12:21	11.26 m	949 $\mu\text{S}/\text{cm}$	12.0 °C	ca. 1,2 l/s
Mitte	13:50	11.43 m	880 $\mu\text{S}/\text{cm}$	11.8 °C	
Ende	15:11	11.43 m	865 $\mu\text{S}/\text{cm}$	12.0 °C	
Absenkung		0,16 m			

Stufenpumpversuch

	Uhrzeit	Wsp	Entnahmerate	Absenkung
Stufe 1				
Beginn	15:24	11.26 m	0,54 l/s	0,05
Ende	15:39	11.31 m		
Stufe 2				
Beginn	15:39	11.31 m	0,93 l/s	0,11
Ende	15:53	11.37 m		
Stufe 3				
Beginn	15:53	11.37 m	1,15 l/s	0,15
Ende	16:07	11.41 m		

Auswertung nach LOGAN

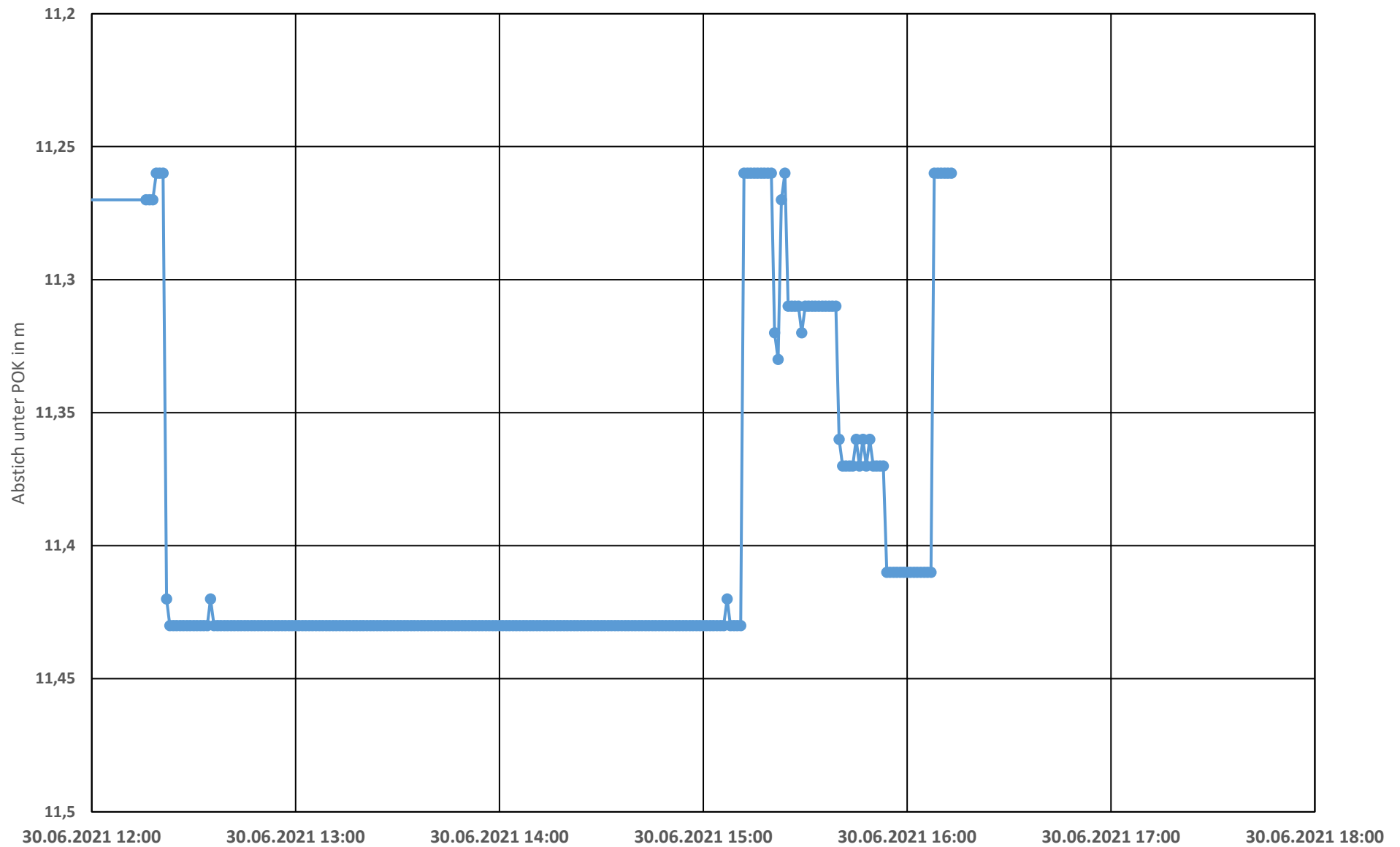
Tr = 9,15E-03 m²/s
Mächtigkeit 65 m
kf-Wert 1,41E-04 m/s

Auswertung SPV mit Brunnenverlust

Tr = 2,00E-02 m²/s
Mächtigkeit 65 m
kf-Wert 3,08E-04 m/s

Brunnenverlust : 50%

Kurzpumpversuch und Stufenpumpversuch GWM SWR 1/20



Pumpversuchsprotokoll KPV und SPV

SWR 2/20 am 29.06.2021

Einbautiefe Pumpe: ca. 23.5 m

Kurzpumpversuch

	Uhrzeit	Abstich	Entnahme	Leitfähig-keit	Temper-atur	pH-Wert	Sauerstoff-gehalt
		m	l/s	$\mu\text{S/cm}$	$^{\circ}\text{C}$		mg/l
Beginn Klarsp.	12:35	17,96	4				
Ende Klarsp.	15:40	18,07	4,1				
Beginn KPV	16:05	17,96	4,1	893	11,4	7,4	4,3
Mitte	17:40	18,07	4,1	892	11,3	7,4	4,3
Ende	18:15	18,07	4,1	896	11,4	7,4	4,3
Absenkung		0,11 m					

Stufenpumpversuch

	Uhrzeit	Abstich	Entnahme	Absenkung
Stufe 1		m	l/s	m
Beginn	18:20	17,96	1,21	0,025
Ende	18:30	17,99	1,21	
Stufe 2				
Beginn	18:30	17,99	2,52	
Ende	18:40	18,02	2,52	0,035
Stufe 3				
Beginn	18:40	18,02	4,01	
Ende	18:50	18,07	4,01	0,105

Auswertung nach LOGAN

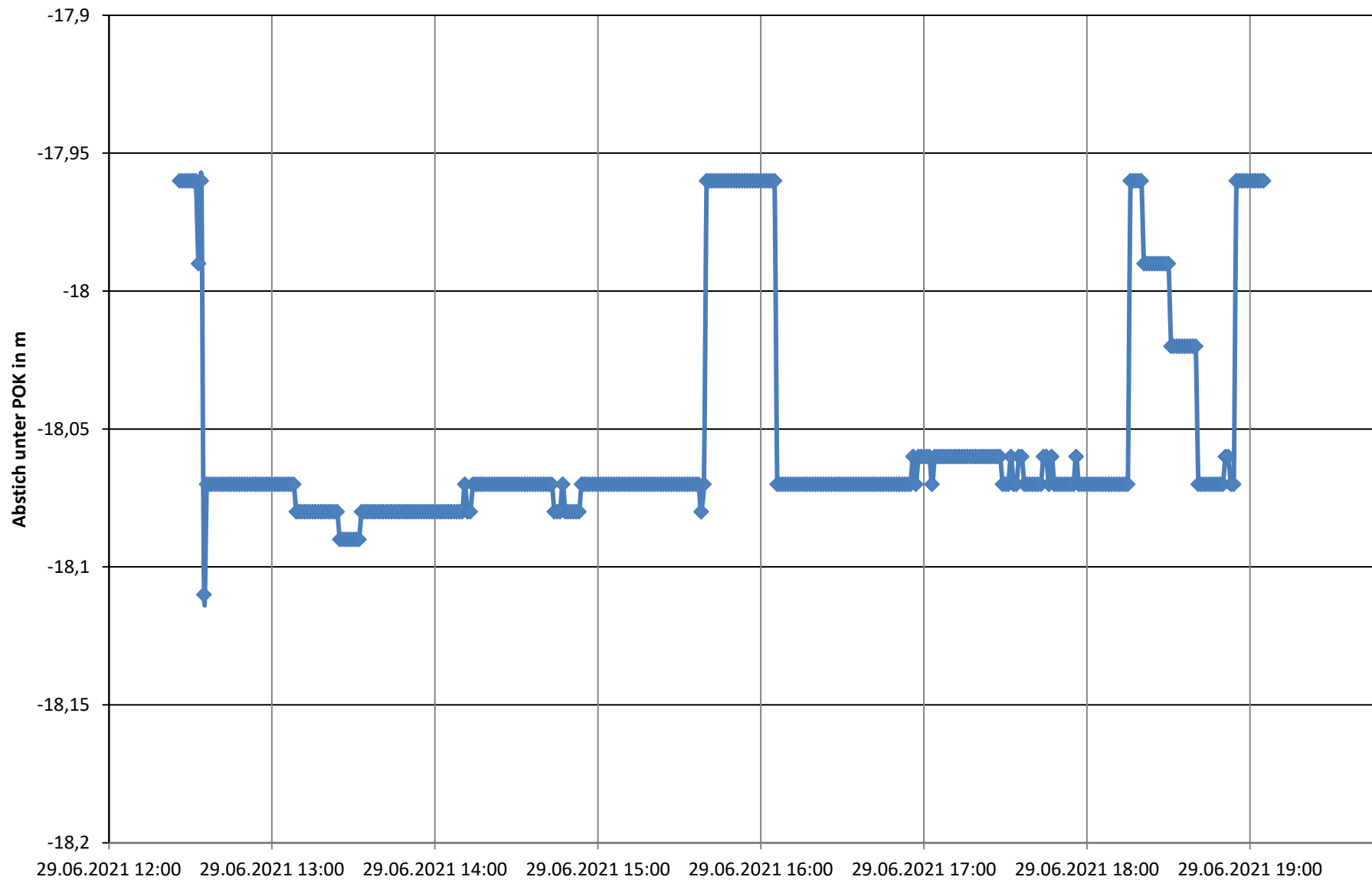
$\text{Tr} = 4,55\text{E-}02 \text{ m}^2/\text{s}$
 Mächtigkeit 55 m
 kf-Wert $8,27\text{E-}04 \text{ m/s}$

Auswertung SPV mit Brunnenverlust

$\text{Tr} = 8,90\text{E-}02 \text{ m}^2/\text{s}$
 Mächtigkeit 55 m
 kf-Wert $1,62\text{E-}03 \text{ m/s}$

Brunnenverlust 50%

Kurzpumpversuch und Stufenpumpversuch GWM SWR 2/20



Pumpversuchsprotokoll KPV und SPV

SWR 5/20 am 30.06.2021

Einbautiefe Pumpe: ca. 23,5 m

Kurzpumpversuch

	Uhrzeit	Abstich u. POK	Entnahme	Leitfähig- keit	Tempera- tur	pH-Wert	Sauerstoff- gehalt
		m	l/s	μS/cm	°C		mg/l
Beginn Klarsp.	08:00	17,96	4				
Ende Klarsp.	11:00	18,07	3,9				
Beginn KPV	11:30	18,05	3,9	763	11,2	7,3	4,7
Mitte	13:25	18,35	3,9	766	11,3	7,3	4,7
Ende	15:18	18,35	3,9	771	11,3	7,3	4,3
Absenkung			0,3 m				

Stufenpumpversuch

	Uhrzeit	Abstich u. POK	Entnahme	Absenkung
Stufe 1		m	l/s	m
Beginn	15:25	18,04	1,27	
Ende	15:35	18,12	1,27	0,08
Stufe 2				
Beginn	15:35	18,12	2,65	
Ende	15:45	18,23	2,65	0,19
Stufe 3				
Beginn	15:45	18,23	4,00	
Ende	15:55	18,36	4,00	0,32
WA	16:03	18,05		

Auswertung nach LOGAN

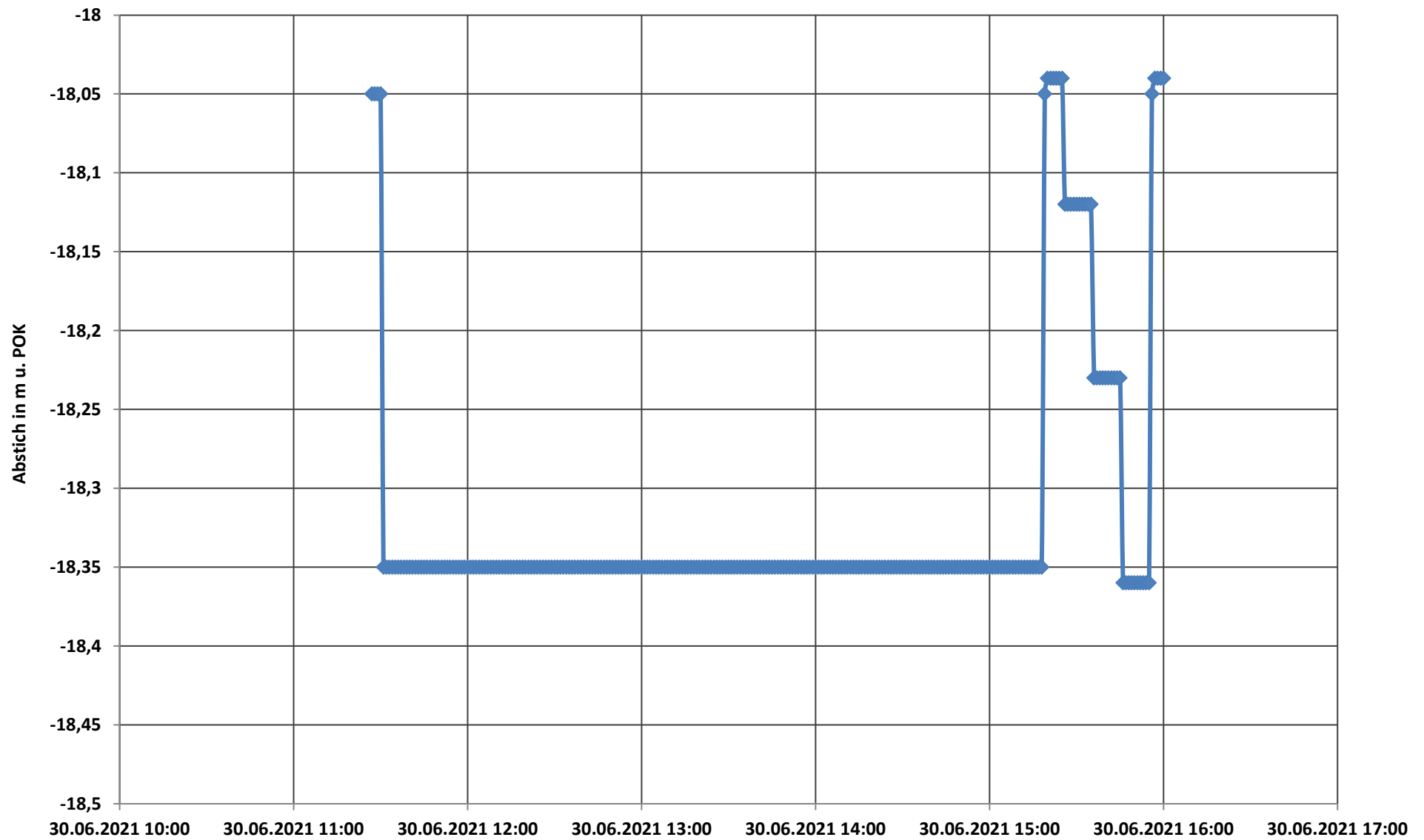
Tr = 1,59E-02 m²/s
 Mächtigkeit 50 m
 kf-Wert 3,17E-04 m/s

Auswertung SPV mit Brunnenverlust

Tr = 2,16E-02 m²/s
 Mächtigkeit 50 m
 kf-Wert 4,32E-04 m/s

Brunnenverlust 28%

Kurzpumpversuch und Stufenpumpversuch GWM SWR 5/20



Anlage 4

**Analysenergebnisse SGS Institut Fresenius
(155/422, 350/422-5, 418/422-0 und
2076/422-5)**

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

Hydro-Data
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht 5824148
Auftrags Nr. 6203066
Kunden Nr. 3342000

Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/12504064090-90
peter.breig@sgs.com

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell



Radolfzell, den 01.06.2022

Ihr Auftrag/Projekt: Haptionen, Monitoring Stadtwald RZ
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Ihr Bestelldatum: 25.05.2022

Prüfzeitraum von 27.05.2022 bis 31.05.2022
erste laufende Probennummer 220576194
Probeneingang am 25.05.2022

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.A. Melanie Schubert
Group Leader Customer Service

Seite 1 von 6

Hauptionen, Monitoring Stadtwald RZ
Ramsch

Prüfbericht Nr. 5824148
Auftrag Nr. 6203066

Seite 2 von 6
01.06.2022

Probe 220576194

350/422-5

Eingangsdatum: 25.05.2022 Eingangsart von Ihnen übersendet

Probenmatrix Grundwasser

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

Chlorid	mg/l	39,6	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	22	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	2,9	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	12,6	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Fluorid	mg/l	0,3	0,2	DIN EN ISO 10304-1	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	7,02	0,05	DIN 38409-7	HE

Metalle :

Aluminium	mg/l	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	122	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	24,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	21,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,62			HE
-------------	---	------	--	--	----

Hauptionen, Monitoring Stadtwald RZ
Ramsch

Prüfbericht Nr. 5824148
Auftrag Nr. 6203066

Seite 3 von 6
01.06.2022

Probe 220576195

418/422-0

Eingangsdatum: 25.05.2022 Eingangsart von Ihnen übersendet

Probenmatrix Grundwasser

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

Chlorid	mg/l	30,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	28	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,2	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	14,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Fluorid	mg/l	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 10304-1	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,61	0,05	DIN 38409-7	HE

Metalle :

Aluminium	mg/l	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	111	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	28,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	12,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,25			HE
-------------	---	------	--	--	----

Hauptionen, Monitoring Stadtwald RZ
Ramsch

Prüfbericht Nr. 5824148
Auftrag Nr. 6203066

Seite 4 von 6
01.06.2022

Probe 220576196

2076/422-5

Eingangsdatum: 25.05.2022 Eingangsart von Ihnen übersendet

Probenmatrix Grundwasser

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

Chlorid	mg/l	28,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	29	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,8	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	16,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	0,12	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	0,09	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Fluorid	mg/l	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 10304-1	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,57	0,05	DIN 38409-7	HE

Metalle :

Aluminium	mg/l	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	111	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,007	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	29,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,007	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	11,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,67			HE
-------------	---	------	--	--	----

Hauptionen, Monitoring Stadtwald RZ
Ramsch

Prüfbericht Nr. 5824148
Auftrag Nr. 6203066

Seite 5 von 6
01.06.2022

Probe 220576197

155/422

Eingangsdatum: 25.05.2022 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übersendet

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

Chlorid	mg/l	39,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	27	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,0	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	17,6	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Fluorid	mg/l	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 10304-1	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,24	0,05	DIN 38409-7	HE

Metalle :

Aluminium	mg/l	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	107	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,05	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	31,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	10,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,93			HE
-------------	---	------	--	--	----

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode:

DIN 38409-7	2005-12
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

Hauptionen, Monitoring Stadtwald RZ
Ramsch

Prüfbericht Nr. 5824148
Auftrag 6203066 Probe 220576197

Seite 6 von 6
01.06.2022

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

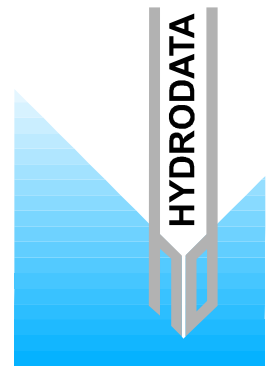
*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbeschränkung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

Anlage 5

Vorschlag Bestandsaufnahme



**Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell Phase II
Landkreis Konstanz**

**Vorschlag eines Untersuchungsprogramms für eine
hydrochemische und isotopenhydrologische
Bestandsaufnahme**

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell, Phase II
Vorschlag Untersuchungen für eine
Bestandsaufnahme

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad

Maßnahmen:

- Darstellung bestehendes Monitoring Phase I
- Untersuchungsmaßnahmen für eine Bestandsaufnahme Phase II

Ausführungszeitraum: Oktober 2022

Projektnummer: 88090/2022-002-02/939

Bericht erstellt: Radolfzell, den 17.10.2022

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundlage	3
2. Monitoringprogramm Abbauphase I seit 2008.....	3
3. Vorschlag einer Bestandsaufnahme im Zuge der geplanten Erweiterung des Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II zur Vorlage bei der Genehmigungsbehörde und beim LGRB Freiburg.....	8
3.1 Erfassung des hydrochemischen Zustandes.....	8
3.2 Erfassung der isotopenhydrologischen Verhältnisse	8
3.3 Identifizierung geeigneter, repräsentativer Grundwassermessstellen für die hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme.....	9
3.4 Wasserspiegelmessungen.....	9

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1a	Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021	5
Abb. 1b	Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021 (Ausschnitt mit Aufschlüssen herausvergrößert).....	6
Abb. 1c	Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2021..	7

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Liste Messstellen für Grundwasser- und Seepegel Monitoring (Phase I).....	4
--------	---	---

Anlagen

Anl. 1	Email vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022: Mitteilung Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme LGRB Freiburg zum Scopintermin	
--------	---	--

1. Grundlage

In der Email des Landratsamtes Konstanz vom 26.07.2022 (s. Anlage 1) wurde ein Untersuchungsrahmen, der in der Stellungnahme des LGRB im Vorfeld zum Scopingtermin „Erweiterung Nassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II“ vom 20.05.2022 vorgelegt wurde, mitgeteilt.

Dieser Untersuchungsrahmen beinhaltet:

- eine Bestandsaufnahme der hydrochemischen und isotopenhydrologischen Verhältnisse des bestehenden Baggersees und des Grundwassers incl. der Frauenwiesquelle (hier auch ungenutzte Quellschächte) über einen Zeitraum von mindestens 1 Jahr;
- den Nachweis, dass bei Verfüllung See Phase I (Einleitung Waschschlämme aus See Phase II) eine Durchmischung des Seewasserkörpers gewährleistet ist und Zersetzungsprozesse durch reduzierte Sauerstoffversorgung vermieden werden;
- die Durchführung repräsentativer Feinsedimentprobennahmen an den in See Phase I einzuleitenden Schlämmen incl. Analytik (Mineralbestand, Schwermetalle).

2. Monitoringprogramm Abbauphase I seit 2008

Im Planfeststellungsbeschluss für den Kiesnassabbau im Stadtwald Radolfzell (Phase I) vom 21.05.2008 (Az. 2124-692.410-302/05) ist im Kapitel 6 „Überwachung, Gewässer-Monitoring, Beweissicherung“ der Nebenbestimmungen und Hinweise ein Untersuchungsprogramm vorgegeben. Dies beinhaltet Wasserspiegelmessungen (kontinuierlich und monatlich), See-, Grundwasser- und Sedimentanalysen; die entspr. Gewässer-Probennahmen werden 2 x jährlich während der Frühjahrszirkulation und am Ende der Sommerstagnation durchgeführt.

Das Monitoringprogramm wird seit 2008 durchgeführt; die Ergebnisse werden in Jahresberichten dokumentiert und liegen dem Auftraggeber und dem Landratsamt Konstanz vor.

Eine Übersicht des aktuell durchgeführten Monitoringprogramms (Stand Monitoringbericht 2021) bietet die Tabelle 1 und die Abbildungen 1a bis 1c.

Tab. 1 Liste Messstellen für Grundwasser- und Seepiegel Monitoring (Phase I)

	Messstellenbezeichnung	LUBW- Nummer	Wasserspiegelmessung		Wassergüte
			DS	LiLo	
Zustrom- bereich	DP 7T Waldheim	0129/422-1	X		X
	DP 7F Waldheim	0130/422-6	X		X
	BK 10T/94 Stadtwald Radolfzell	2018/422-8		2 x jährlich	X
	KB 5T/04 Stadtwald Radolfzell	2251/422-0	X		X
	KB 2/04 Stadtwald Radolfzell	2245/422-5		X	
	KB 3/04 Stadtwald Radolfzell	2247/422-6	X		
	KB 2/64 Stadtwald Radolfzell	0104/422-8		X	
	P81 Schray	0239/422-4		X	
	KB 4T/04 Stadtwald Radolfzell	2249/422-7		2 x jährlich	X
	KB 4F/04 Stadtwald Radolfzell	2250/422-4		2 x jährlich	X
	SWR 1/20	-		X	
	SWR 2/20	-	X		
	SWR 3/21	-		X	
	SWR 4/20	-	X		
	SWR 5/20	-	X		
Fenster- bereich	T1 Schray	0350/422-5	X		X
	BK 5a/97 Stadtwald Radolfzell	2256/422-7		X	
Abstrom- bereich	KB T1/95 Stadtwald Radolfzell	2234/422-3* ¹		X	X
	B13 Weiherhof	0155/422-0		X	
	P 8/94 Frauenwiesquelle	0418/422-0	X		X
	P20 Frauenwiesquelle	2076/422-5		X	X
	Frauenwiesquelle* ²	0113/422			
Zwischen- schicht	SWR 5a/21	-	X		
See	See	-	X ³		X

*¹: LUBW-Nummer 2234/422-3 (ehemals 10025/422)

*²: Daten vom Betreiber (Schüttung, el. Leitfähigkeit)

*³: seit Mai 2015 mit Datensammler bestückt

DS: kontinuierliche Wasserspiegelmessung mit Datensammler

LiLo: Wasserspiegelmessung mit Lichtlot / 4-wöchig

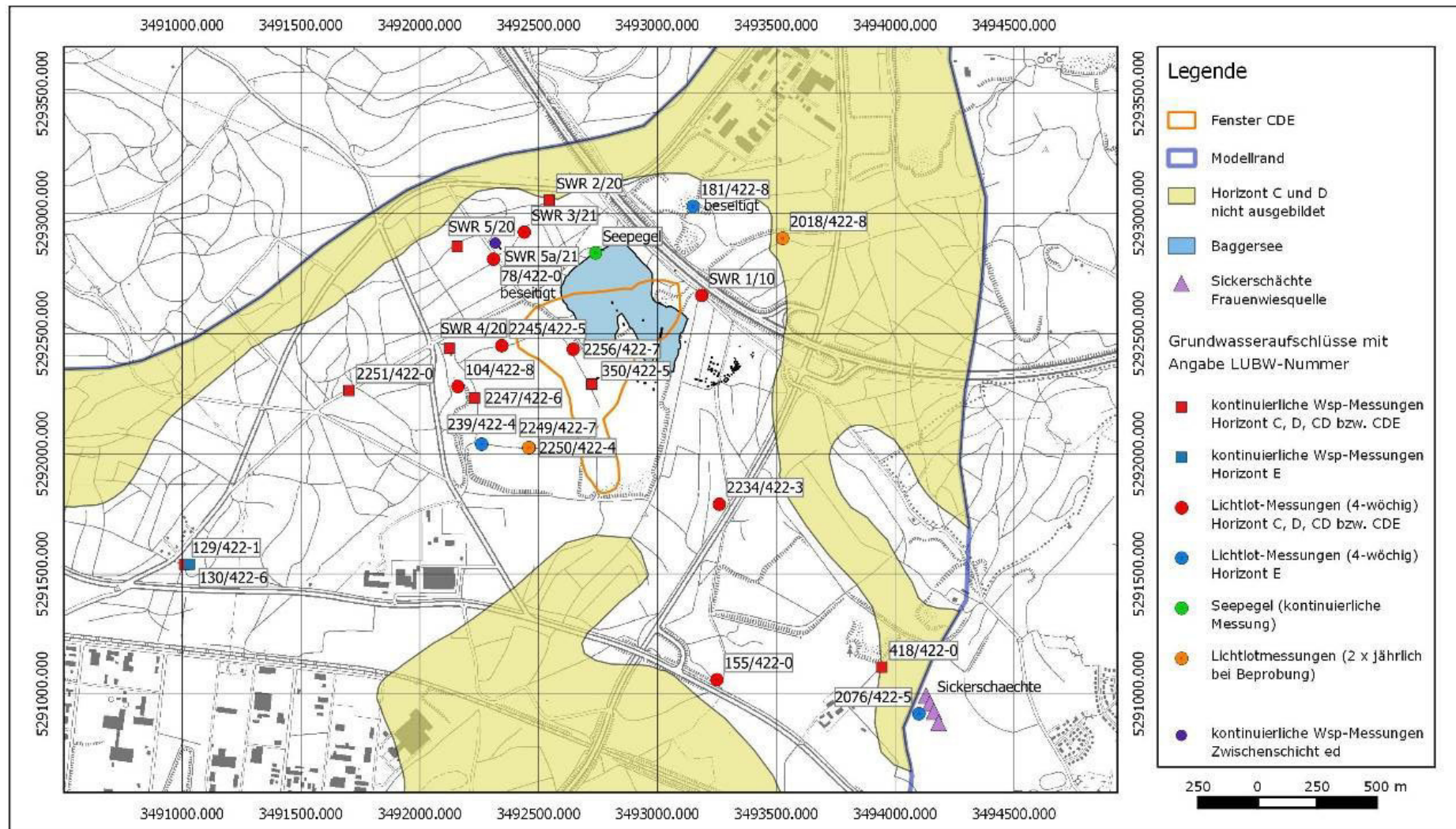


Abb. 1a Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021

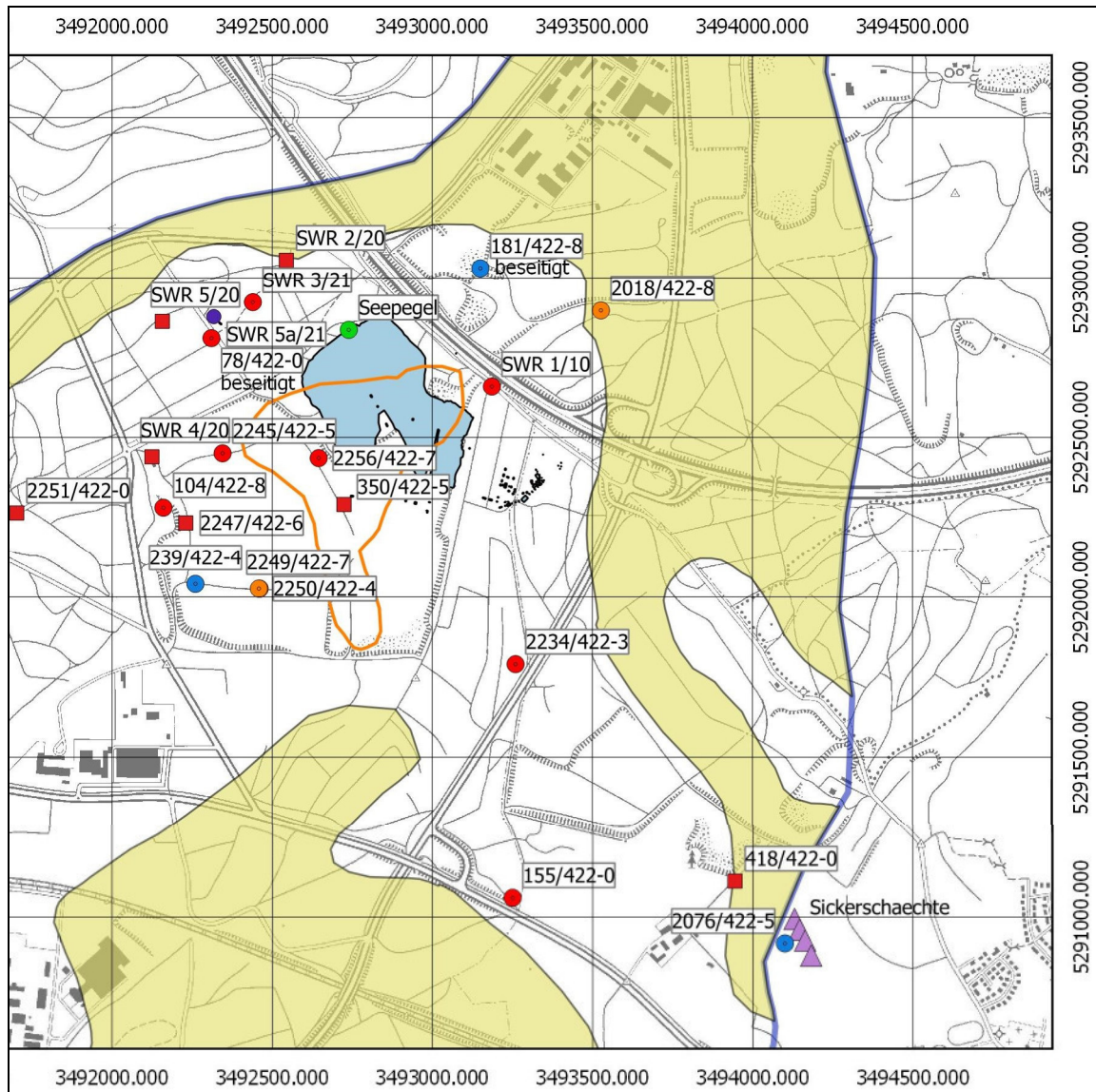


Abb. 1b Übersichtplan Wasserspiegelmessungen 2021 (Ausschnitt mit Aufschlüssen herausvergrößert)

Die Analyseparameter (See-, Grundwasser) entsprechen dem Mindest-Untersuchungsumfang gem. Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“ Anlage PF-UVU-N3 (ohne Isotope).

Über die Messwerterfassungsanlage der Stadtwere Radolfzell werden sowohl die Schüttung wie auch die elektrische Leitfähigkeit der Frauenwiesquelle jährlich zur Verfügung gestellt. Die Messdaten werden in die Monitoring-berichte mit aufgenommen.

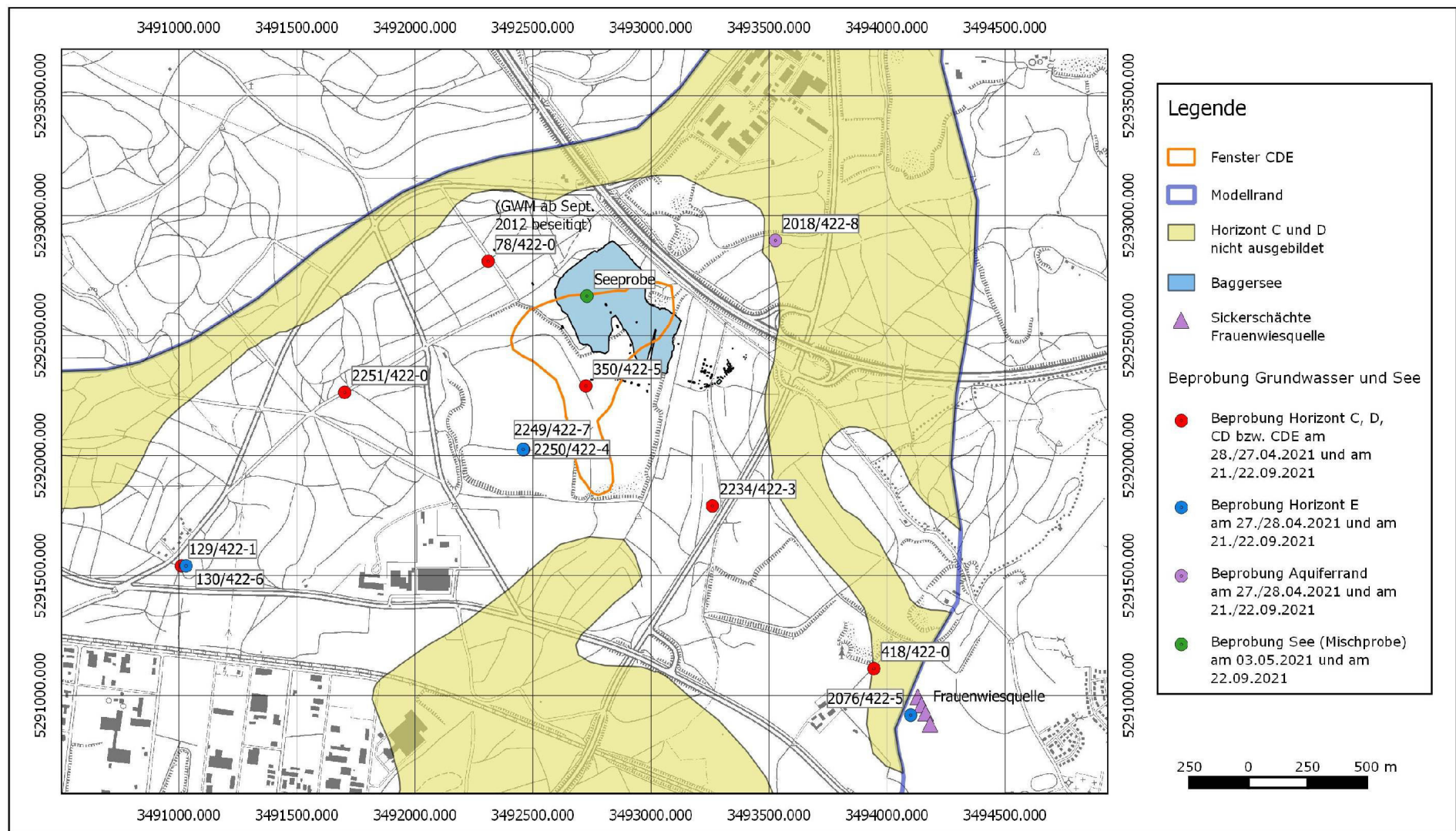


Abb. 1c Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2021

3. Vorschlag einer Bestandsaufnahme im Zuge der geplanten Erweiterung des Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II zur Vorlage bei der Genehmigungsbehörde und beim LGRB Freiburg

3.1 Erfassung des hydrochemischen Zustandes

Der hydrochemische Zustand der Grundwässer und des Seewassers (See Phase I) ist aktuell durch die Probennahmen Ende März und Anfang Oktober 2022 dokumentiert. Gütemessungen vom See- und Grundwasser liegen seit 2009 vor.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme kann 2023 die bestehende Monitoringbeprobung 2 x durchgeführt werden. Ergänzend sollen im Rahmen der Bestandsaufnahme folgende Aufschlüsse mit beprobt werden:

- SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20
- Sammelschacht der genutzten Quellschächte Frauenwiesquelle
- Sammelschacht der ungenutzten Quellschächte Frauenwiesquelle

Die Analyseparameter entsprechen der Anlage PF-UVU-N3 gem. Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“.

Nach Bewertung der Untersuchungsergebnisse kann das Monitoringprogramm „Grundwasser“ angepasst werden.

3.2 Erfassung der isotopenhydrologischen Verhältnisse

Es sollen die 10 Grundwassermessstellen und die Seemischprobe des bisherigen Monitoringprogramms sowie folgende zusätzliche Aufschlüsse:

- SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20
- Sammelschacht der genutzten Quellschächte Frauenwiesquelle
- Sammelschacht der ungenutzten Quellschächte Frauenwiesquelle

im Jahr 2023 zweimal auf die stabilen Isotope ^2H und ^{18}O beprobt und analysiert werden.

Auf Grund der kontinuierlich abnehmender Tritiumgehalte in der Hydrosphäre wird von der Analytik dieses Parameters abgesehen.

Nach den ersten beiden Isotopenbeprobungen und Bewertung der Analyseergebnisse kann eine Auswahl der Messstellen erfolgen und die Messungen vierteljährlich über die Dauer von 15 Monaten festgelegt werden.

3.3 Identifizierung geeigneter, repräsentativer Grundwassermessstellen für die hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme

Für die Bestandsaufnahme werden folgende Aufschlüsse als repräsentativ angesehen:

Zustrom See Phase I: Messstellen Tab. 1

Abstrom See Phase I: Messstellen Tab. 1 incl. 350/422

See Phase I

In der Bestandsaufnahme sollen alle Aufschlüsse berücksichtigt werden. Nach Bewertung der Ergebnisse kann eine endgültige Auswahl für das weiterführende Monitoring festgelegt werden.

3.4 Wasserspiegelmessungen

Während der Bestandsaufnahme wird die Fortführung des Wasserspiegelmessprogramms gemäß der Tabelle 1 empfohlen. Eine Untergliederung der Messmethodik (DS = kontinuierliche Wasserspiegelmessung mit Datensammler; LiLo = monatliche Wasserspiegelmessung mit dem Lichtlot) kann der Tab. 1 entnommen werden.



Anlage 1

**Email vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022:
Mitteilung Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme
LGRB Freiburg zum Scopintermin**

R.Ramsch

Von: HYDRO-DATA <mail@hydro-data.de>
Gesendet: Dienstag, 26. Juli 2022 15:00
An: 'Ralf Ramsch'
Betreff: WG: Nasskiesabbau Phase 2, Radolfzell

Von: Winzen, Kerstin <Kerstin.Winzen@lrkn.de>
Gesendet: Dienstag, 26. Juli 2022 13:53
An: 'Mail@hydro-data.de' <Mail@hydro-data.de>
Cc: Huber-Stastny, Karolina <Karolina.Huber-Stastny@lrkn.de>
Betreff: Nasskiesabbau Phase 2, Radolfzell

Sehr geehrter Herr Ramsch,

wie telefonisch besprochen anbei der Untersuchungsrahmen, der in der Stellungnahme des LGRB im Vorfeld zum Scopingtermin vom 20.05.2022 vorgelegt wurde.

Neben der Überprüfung der in Anhang II angeführten Grundlagendaten (geodätische Lage-/Höhenmessungen, Abflussmessungen Frauenwiesquelle, Tiefenlage der Basis des Waschschlamm-Absetzbeckens See Phase I) sind aus hydrogeologischer Sicht noch die folgenden Untersuchungen erforderlich:

1. Bestandsaufnahme:
 1. Erfassung des derzeitigen hydrochemischen Zustands des bestehenden Baggersees und des Grundwassers inkl. Frauenwiesquelle (hier auch die nicht genutzten Quellschächte).
 2. Untersuchungsumfang gemäß Anlage PF-UVU-N2-N3 (inkl. ^2H , ^3H und ^{18}O zur Untersuchung des Verdunstungseinflusses bzw. Beeinflussung/Veränderungen Wechselwirkung Baggersee-Grundwasser und Einfluss Baggersee-Quelle).
 3. Geeignete, repräsentative Grundwassermessstellen sind zu identifizieren.
 4. Die Bestandsaufnahme sollte über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr erfolgen. Dabei sind die Grundwassermessstellen und Quelfassungsanlagen mind. vierteljährlich zu beproben.
 5. Der Umfang dieses Monitorings (Parameter und Probenahmestellen) kann, basierend auf den Ergebnissen einer ersten Erhebung und Auswertung, ggf. angepasst werden.
 6. Hinweis: Am LGRB liegen aktuell keine Kenntnisse zu einem im Rahmen des bestehenden Abbaus durchgeführten Monitorings vor. Ggf. kann auch auf vorliegende Daten zurückgegriffen werden, bzw. sollten auch bereits vorhandene Monitoringdaten berücksichtigt werden.
 7. Ein Vorschlag für eine entsprechende Bestandsaufnahme sollte erarbeitet und der Genehmigungsbehörde und dem LGRB vorgelegt werden.
2. Durch die Erweiterung mit einhergehender Einleitung von Schlämmen in den bestehenden See entstehen ggf. große Tiefenunterschiede. Eine Durchmischung des Seewasserkörpers bis zu den Seeböden ist sicherzustellen um Zersetzungsprozesse durch reduzierte Sauerstoffversorgung am Seeboden zu vermeiden. Dass die geplanten Seecharakteristika dieser Zielstellung nicht entgegenstehen, ist durch ein Gutachten/eine Modellierung nachzuweisen.
3. Hinsichtlich der geplanten Einleitung von (Fein-)Schlämmen in den bestehenden See der Phase I sollte eine Analyse der Bestandteile (Mineralbestand, Schwermetalle, etc.) von repräsentativen Feinsedimentproben durchgeführt werden.

Nach Rücksprache mit dem LGRB ist insbesondere das Untersuchungsprogramm für die Bestandsaufnahme bzw. für die Grund- und Seenwasseruntersuchungen noch zu konkretisieren.

[Seite]



Herzlich Dank und mit freundlichen Grüßen
Kerstin Winzen

Landratsamt Konstanz
Amt für Baurecht und Umwelt
Untere Wasserbehörde
Wasserwirtschaft
Benediktinerplatz 1
D-78467 Konstanz

Telefon: 07531/800-1267
Telefax: 07531/800-1239
kerstin.winzen@LRAKN.de

+++ Bitte prüfen Sie der Umwelt zuliebe, ob der Ausdruck dieser E-Mail erforderlich ist +++



LANDKREIS
KONSTANZ



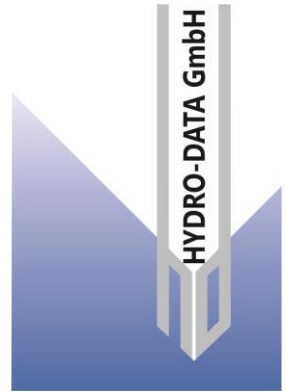
Prädikat
Familienbewusstes
Unternehmen 2018

Anlage 6

Nassabbau Stadtwald Radolfzell

Grundwasser-Monitoring Phase I

Jahresbericht 2023 (Bestandsaufnahme)



Nassabbau Stadtwald Radolfzell

Grundwasser – Monitoring Phase I

Jahresbericht 2023 (Bestandsaufnahme)

Projekt:	Nassabbau Stadtwald Radolfzell Grundwasser - Monitoring 2023 (Bestandsaufnahme)
Auftraggeber:	Meichle & Mohr GmbH Steigwiese 5 88090 Immenstaad
Maßnahme:	Grundwasserspiegelmessungen Hydrochemische, limnologische und isoto- pen- hydrologische Untersuchungen an Grundwasser- und Baggerseeproben
Zeitraum:	2005-2023
Projekt-Nr.:	88090|2023-004-01|679

Bericht erstellt:

Radolfzell, den 23.05.2024

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

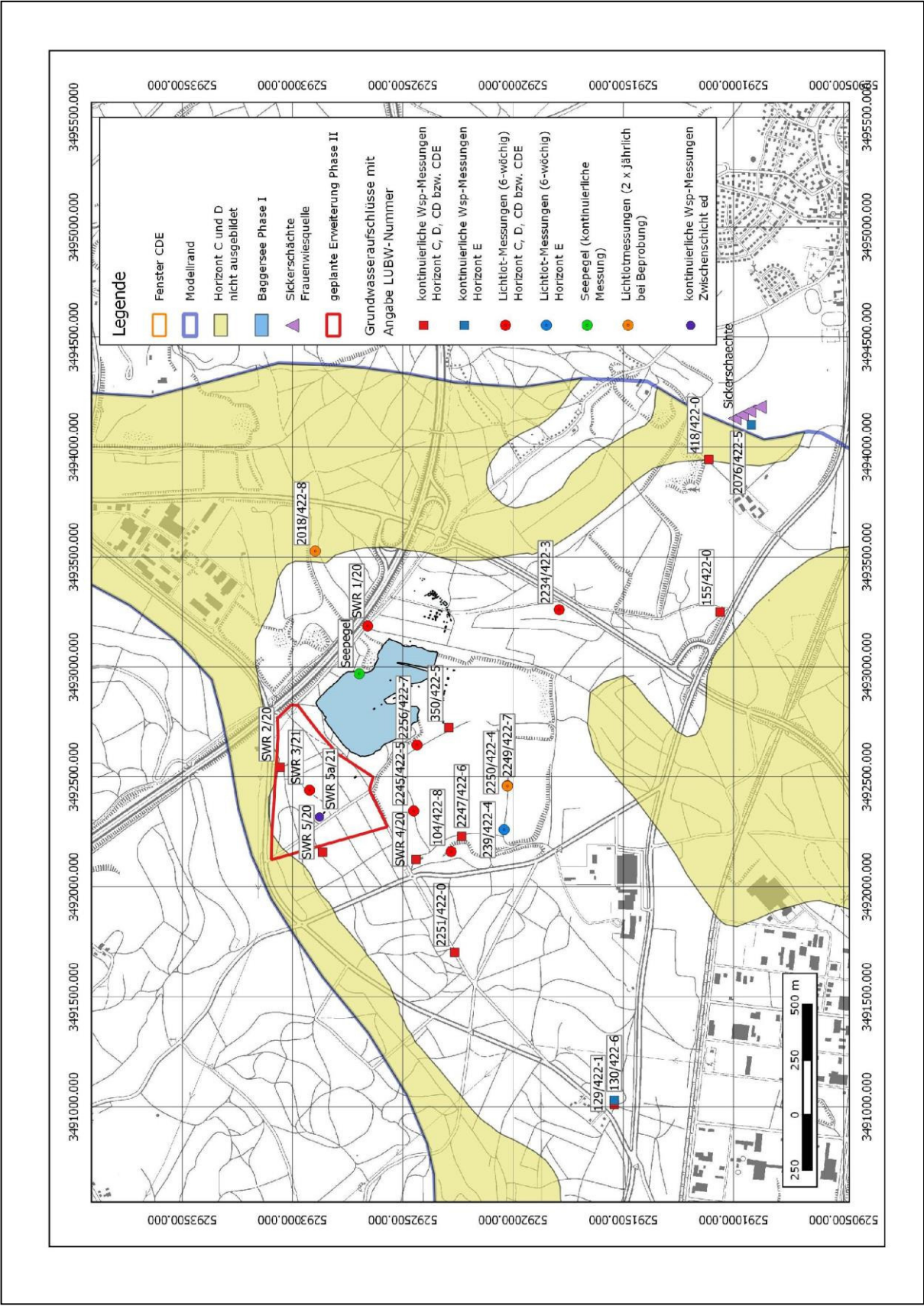


Abb. 1 Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2023

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkungen	8
2. Durchgeführte Untersuchungen 2023	8
3. Schüttungsmessungen Frauenwiesquellen	14
4. Grundwasser- und Seebeprobung	16
5. Elektrische Leitfähigkeits- und Temperatur-Logs in Grundwassermessstellen	21
6. Fazit und Bewertung der Messdaten 2005 - 2023.....	27
7. Vorschlag Grundwassermonitoring ab 2025	30

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Übersicht Monitoring Grund- und Seewasser Phase I und Bestandsaufnahme Phase II (Messzeitraum s. Tab. 2 und 3)	11
Tab. 2	Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen Stadtwald Radolfzell 2005 - 2023....	13
Tab. 3	Monatliche Wasserspiegelmessungen Stadtwald Radolfzell 2005 - 2023	14
Tab. 4	Analysenergebnisse der Stichtagsbeprobungen 2023	20
Tab. 5	Jahresmittel-, Min-, Max-Werte der el. Leitfähigkeit und der Temperatur in den Monitoring-Grundwassermessstellen im Zeitraum 2008 - 2023.....	23
Tab. 6	Mittelwerte der el. Leitfähigkeit und der Temperatur in den Monitoring- Grundwassermessstellen im Zeitraum 2008 - 2023 bzw. 2021 - 2023 (nur GWM die 2020/2021 eingerichtet wurden)	26
Tab. 7	Vorschlag Monitoring Grund- und Seewasser Phase II ab 2025.....	30

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2023	2
Abb. 2a	Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 129/422-1 (Tagesmittelwerte), 130/422-6, 155/422-0, 350/422-5, 418/422-0, 2247/422-6, 2251/422-0, SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21 vom 01.01.2021 - 31.12.2023.....	32

Abb. 2b	Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 129/422-1 (Tagesmittelwerte), 350/422-5, 2247/422-6, 2251/422-0, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 vom 01.01.2021 - 31.12.2023.....	33
Abb. 3	Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 129/422-1, 130/422-6, 350/422-5, 418/422-0, 155/422-0, 2247/422-6, 2256/422-7 und 2251/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023	34
Abb. 4a	Wasserspiegelhöhen (2- bis 4-wöchiges Messintervall) 2005 - 2023	35
Abb. 4b	Wasserspiegelhöhen ausgewählter Grundwassermessstellen und Seespiegel vom 01.01.2009 - 31.12.2023	36
Abb. 5a	Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und Wasserspiegelhöhe der GWM 2076/422-5 von 2005 - 2023	37
Abb. 5b	Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und Wasserspiegelhöhe der GWM 2076/422-5 vom 01.01.2021 - 31.12.2023	37
Abb. 6a-1	Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und Wasserspiegelhöhe der GWM 418/422-0 von 2005 - 2021.....	38
Abb. 6a-2	Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und Wasserspiegelhöhe der GWM 418/422-0 vom 01.01.2021 - 31.12.2023	38
Abb. 6b-1	Vergleich der Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 0418/422-0 und 2076/422-5 von 2005 - 2023	39
Abb. 6b-2	Vergleich der Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 0418/422-0 und 2076/422-5 vom 01.01.2022 - 31.12.2023	39
Abb. 7a	Schüttung Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und monatliche Niederschlagssummen der Station Steißlingen von 2005 - 2023.....	40
Abb. 7b	Schüttung Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und monatliche Niederschlags- summen der Station Steißlingen vom 01.01.2022 - 31.12.2023.....	40
Abb. 8	Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2023	41
Abb. 9a	Ganglinien der el. Leitfähigkeiten in verschiedenen Monitoringmessstellen sowie monatliche Niederschläge vom 01.08.2008 - 31.12.2023	42
Abb. 9b	Ganglinien der Grundwassertemperaturen in verschiedenen Monitoring- messstellen sowie monatliche Niederschläge vom 01.08.2008 - 31.12.2023.....	43
Abb. 9c	Ganglinien der el. Leitfähigkeiten in verschiedenen Monitoringmessstellen sowie monatl. Niederschläge vom 01.01.2015 - 31.12.2023	44

Abb. 9d	Ganglinien der el. Leitfähigkeiten (Jahresmittel) in den Monitoringmessstellen 350/422-5, 2234/422-3, 2245/422-5 (35 m), 2247/422-6, 2251/422-0, 2256/422-7 und See im Zeitraum 2008 - 2023.....	45
Abb. 10a	Vergleich der Summen Winter-/Sommerniederschläge für die hydrologischen Jahre 2005 - 2023 und Wasserspiegelganglinie GWM 239/422-4.....	46
Abb. 10b	Monatliche und jährliche Niederschlagsmessungen 01.11.2004 - 31.10.2023 der Station Steißlingen.....	47
Abb. 10c	Vergleich der Monats-Niederschläge für die hydrologischen Jahre 2005 – 2023 mit der Wasserspiegelganglinie GWM 239/422-4.....	48
Abb. 11	Lage der See- und Grundwässer im $\delta^2\text{H}/\delta^{18}\text{O}$ - Diagramm für die 2023 analysierten Isotopengehalte	49

Anlagen

Anlage 1 Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen 2005 - 2023

Anl. 1.1	Grundwasser – Ganglinie GWM 129/422-1 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 1.2	Grundwasser – Ganglinie GWM 130/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 1.3	Grundwasser – Ganglinie GWM 350/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 1.4	Grundwasser – Ganglinie GWM 418/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 1.5	Grundwasser – Ganglinie GWM 2251/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 1.6	Grundwasser – Ganglinie GWM 2247/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 1.7	Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 2/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023
Anl. 1.8	Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 4/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023
Anl. 1.9	Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 5/20 vom 10.03.2021 - 31.12.2023
Anl. 1.10	Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 5a/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023

Anlage 2 Monatliche Wasserspiegelmessungen 2005 - 2023

Anl. 2.1	Grundwasser – Ganglinie GWM 78/422-0 vom 01.01.2005 - 27.08.2012
Anl. 2.2	Grundwasser – Ganglinie GWM 104/422-8 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 2.3	Grundwasser – Ganglinie GWM 155/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 2.4	Grundwasser – Ganglinie GWM 181/422-8 vom 01.01.2005 - 26.03.2008
Anl. 2.5	Grundwasser – Ganglinie GWM 239/422-4 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
Anl. 2.6	Grundwasser – Ganglinie GWM 2234/422-3 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

- Anl. 2.7 Grundwasser – Ganglinie GWM 2256/422-7 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.8 Grundwasser – Ganglinie GWM 2245/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.9 Grundwasser – Ganglinie GWM 2076/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.10 Seewasser – Ganglinie vom 01.07.2009 - 31.12.2023
- Anl. 2.11 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 1/20 vom 14.04.2021 - 31.12.2023
- Anl. 2.12 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 3/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023

Anlage 3 Analysenergebnisse 2023

- Anl. 3.1 Chemisch-physikalische Parameter Stichtagsbeprobung am 04./05.04.2023 und am 04.-06.09.2023
- Anl. 3.2a Analysenergebnisse Grundwasser- und Seewasserbeprobung am 04./05.04.2023, 22.08.2023 und 04.-06.09.2023 SGS Institut Fresenius
- Anl. 3.2b Isotopenhydrologische Untersuchungsergebnisse an Grund- und Seewasserproben am 04./05.04.2023, 22.08.2023 und 04.-06.09.2023 SGS Institut Fresenius
- Anl. 3.3.1 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 78/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.2 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 129/422-1 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.3 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 130/422-6 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.4 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 350/422-5 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.5 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 418/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.6 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2018/422-8 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.7 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2076/422-5 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.8 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2234/422-3 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.9 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2249/422-7 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.10 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2250/422-4 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.11 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2251/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.12 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe See von 2009 - 2023

Anhang

- Anhang 1 E-Mail vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022: Mitteilung Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme LGRB Freiburg zum Scopingtermin
- Anhang 2 Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II, Landkreis Konstanz, Vorschlag eines Untersuchungsprogramms für eine hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme, Bericht Hydro-Data vom 17.10.2022
- Anhang 3 Untersuchung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen, Bewertung im Rahmen einer Bestandsaufnahme für eine geplante Nassabbauerweiterung, Untersuchungsjahr 2023, Limnologie-Büro Dipl.-Biol. E. Hoehn, Freiburg, Bericht vom April 2024

1. Vorbemerkungen

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse des Grundwassermonitoring – Programms im Zeitraum 2005 - 2023 für den Kiesnassabbau der Phase I. Grundlage des Monitorings ist der Planfeststellungsbeschluss für den Kiesnassabbau im Stadtwald Radolfzell vom 21.05.2008 (Az.: 2124-692.410-302/05), Kapitel **VI Nebenbestimmungen und Hinweise**.

Ergänzend stellt dieser Monitoringbericht eine erstmalige „Bestandsaufnahme“ für die geplante Erweiterung der Nassabbauphase II dar. Diese „Bestandsaufnahme“ beinhaltet einen deutlich erweiterten Untersuchungsumfang, der auf den in der E-Mail des Landratsamtes Konstanz vom 26.07.2022 aufgezeigten Untersuchungsrahmen (s. Anhang 1) abgestimmt ist. Die im *„Vorschlag eines Untersuchungsprogramms für eine hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme“* (Bericht Hydro-Data vom 17.10.2022, s. Anhang 2) ausgearbeiteten Erkundungsmaßnahmen wurden vom Landratsamt Konstanz befürwortet und im Untersuchungsjahr 2023 entsprechend umgesetzt.

Die Tabelle 1 vergleicht den Umfang des bisherigen Grundwasser-Monitoringprogramms (2009 – 2022) mit dem erweiterten Untersuchungsumfang der 2023 durchgeführten Bestandsaufnahme.

2. Durchgeführte Untersuchungen 2023

Das Monitoringprogramm incl. der erweiterten Bestandsaufnahme 2023 umfasst:

- Grundwasser- und Seespiegelmessungen (Einsatz von 13 Datensammlern zur kontinuierlichen Wasserspiegelmessung, Messung in 12 zusätzlichen Messstellen mit dem Lichtlot alle 6 Wochen)
- 2-malige Beprobung von Grundwasser in 16 Grundwassermessstellen im März 2023 und im September 2023 incl. hydrochemischer (PF-UVU-N3) und isotopenhydrologischer ($\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^2\text{H}$) Analysen
- Hydrochemische und isotopenhydrologische Untersuchungen am Seewasser incl. Profilmessungen über die gesamte Seetiefe im März und August 2023; Darlegung der Ergebnisse in einem limnologischen Bericht (s. Anhang 3)

- Entnahme einer Seesedimentprobe am Seegrund (tiefste Stelle) incl. Texturanalyse und physikalisch-chemischer Analyse (s. Anhang 3, limnologischer Bericht)

Vorliegende Wasserspiegel-Messdaten 2005 – 2023

Aufzeichnungen von Grundwasserständen wurden bereits in der Erkundungsphase vor dem Planfeststellungsbeschluss Phase I durchgeführt, die Darstellungen der Grundwasserganglinien beginnen daher teilweise schon am 01.01.2005.

Von Juli 2009 – Frühjahr 2015 wurde in dem neu entstandenen Baggersee der Seewasserspiegel einmal wöchentlich an einem Pegel vom Betreiber abgelesen und dokumentiert. Seit Mai 2015 wurde im See ein Datensammler zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Seespiegelschwankungen installiert.

Im April 2019 wurde die Verrohrung an der Messstelle 2256/422-7 (BK 5a/97) vorsorglich der geplanten Geländeaufschüttung hochgezogen. Die neue Rohroberkante ist erst seit Mai 2021 wieder zugänglich, zwischen April 2019 und Mai 2021 liegen keine Messdaten vor. Die Bestimmung der neuen Höhe der Pegeloberkante von GWM 2256/422-7 (BK 5a/97) mit 424,48 m NN erfolgte im Dezember 2021 durch den Auftraggeber.

Ende 2020 und Anfang 2021 wurden im Zuge der geplanten Erweiterung des Kiesabbaus in Phase II 6 neue Grundwassermessstellen (SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 3/21, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21) eingerichtet. Diese Messstellen wurden in das Monitoringprogramm integriert; seit Frühjahr 2021 liegen für diese Messstellen ebenfalls Messdaten vor.

Im Mai 2022 wurden in den Grundwassermessstellen 2076/422-5 (P 20) und 155/422-0 (B 13) Datensammler installiert. Damit soll der Grundwasserabstrom aus dem Nassabbaugebiet nach Süden bzw. Südosten Richtung Frauenwiesquellen besser dokumentiert werden.

Hydrochemische und isopenhydrologische Untersuchungen des Grund- und Seewassers im Jahr 2023

Zur Dokumentation der Grundwassergüte gemäß Planfeststellungsbeschluss Kap. VI/6.6 für Abbauphase I und gemäß Anforderungen der Bestandsaufnahme zur geplanten Erweiterung der Abbauphase II wurden im Zuge der jährlichen Untersuchungen zur Frühjahrsbeprobung am 04./05.04.2023 und zur Sommerbeprobung am 04.-06.09.2023 Grundwassermischproben aus 16 Grundwassermessstellen entnommen. Der zu analysierende Parameterumfang entspricht den Anforderungen des Leitfadens **Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft** (LfU 2004, Kap. 6.2.2, Tab. 5.1). Abgesehen von der Erhöhung der Anzahl der beprobten Messstellen von bislang 10 Stück auf 16 Stück wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme die Grundwasserproben auch auf die stabilen Isotope Sauerstoff-18 ($\delta^{18}\text{O}$) und Deuterium ($\delta^2\text{H}$) untersucht.

Die Proben für die jährliche Dokumentation von Güte und Trophiezustand des Sees wurden am 05.04.2023 (Frühjahrszirkulation) und am 22.08.2023 (Sommerstagnation) im Bereich der max. Seetiefe von 40 m entnommen. Im Zuge der beiden Seewasserbeprobungen wurden parallel Tiefensondenprofile mit Messung der Parameter el. Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt/ Sauerstoffsättigung und pH-Wert über die Seetiefe aufgezeichnet. Zusätzlich wurden auch an Seewasserproben Untersuchungen auf stabile Isotope ($\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^2\text{H}$) durchgeführt. Die Sichttiefen wurden während der Seebeprobungen ebenfalls dokumentiert.

In nahezu allen Monitoringmessstellen wurden monatlich in repräsentativen Bereichen der Filterstrecke Messungen der el. Leitfähigkeit und der Temperatur durchgeführt.

Sedimentanalysen Seeboden 2023

Bei der Seebeprobung am 22.08.2023 wurde auch ein Sedimentkern am Seeboden bei knapp 40 m Seetiefe entnommen und hinsichtlich Textur, Trockenrückstand, Organik- und Nährstoffgehalt untersucht.

Niederschlagsdaten

Die verwendeten Niederschlagsdaten stammen von der Messstation Steißlingen.

Tab. 1 Übersicht Monitoring Grund- und Seewasser Phase I und Bestandsaufnahme Phase II (Messzeitraum s. Tab. 2 und 3)

Grundwasseraufschluss			Monitoring 2009 - 2022			Bestandsaufnahme 2023			
EDV-Nr	LUBW-Nr.	alte Bezeichnung	DS	Lichtlot	Chemie	DS	Lichtlot	Chemie	Isotope
143	0129/422-1	DP 7T Waldheim	x		x	x		x	x
144	0130/422-6	DP 7F Waldheim	x		x	x		x	x
340	2018/422-8 **	BK 10T/94 SW R`zell		x	x		x	x	x
2484	2251/422-0	KB 5T/04 SW Radolfzell	x		x	x		x	x
2480	2245/422-5	KB 2/04 SW Radolfzell		x			x		
2481	2247/422-6	KB 3/04 SW Radolfzell	x			x			
106	0104/422-8	KB 2/64 SW Radolfzell		x			x		
225	0239/422-4	P 81 Schray		x			x		
2482	2249/422-7**	KB 4T/04 SW Radolfzell		x	x		x	x	x
2483	2250/422-4**	KB 4F/04 SW Radolfzell		x	x		x	x	x
297	0350/422-5	T 1 Schray	x		x	x		x	x
1781	2256/422-7	BK 5a/97 Sw Radolfzell		x			x		
367	2234/422-3	KB T1/95 SW Radolfzell		x	x		x	x	x
164	0155/422-0*	B 13 Weiherhof	x	x		x	x		
307	0418/422-0	P 8/94 Frauenwiesqu.	x		x	x		x	x
475	2076/422-5*	P 20 Frauenwiesquelle	x	x	x	x	x	x	x
-	0113/422-1	Frauenwiesquelle neu						x	x
4952	-	Baggersee	x		x	x		x	x
5660	-	SWR 1/20		x			x	x	x
5684	-	SWR 2/20	x			x		x	x
5697	-	SWR 3/21		x			x	x	x
5685	-	SWR 4/20	x			x		x	x
5686	-	SWR 5/20	x			x		x	x
5715	-	SWR 5a/21	x			x			

DS Datensammler (kontinuierliche Wasserspiegelmessungen)

* Datensammler eingebaut ab Mai 2022

** Lichtlotmessung nur 2 x jährlich bei Probennahme

Isotope stabile Isotope Sauerstoff-18 (¹⁸O) und Deuterium (²H)

Chemie Mindestuntersuchungsumfang PF-UVU-N3 Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“, LfU 2004

Messdaten Frauenwiesquellen

Die Stadtwerke Radolfzell unterhalten eine eigene Messwerterfassung mit der u. a. die Schüttung der Frauenwiesquellen kontinuierlich aufgezeichnet wird. Diese Messdaten wurden erhoben, aufbereitet und im vorliegenden Bericht mit eingearbeitet.

Grundwasserstandsmessungen

Alle im Rahmen des Grundwasser-Monitorings beobachteten Messstellen sind in einem Übersichtsplan (s. Abb. 1) dargestellt. Die Wasserspiegelganglinien sind in den Abbildungen 2 – 6 sowie in den Anlagen 1 und 2 einzusehen.

Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen mit Datensammler

Die kontinuierliche Erfassung des Grundwasserspiegels in den verschiedenen Grundwasserstockwerken für das Jahr 2023 erfolgte mit Drucksonden und Datensammlern in 12 ausgewählten Grundwassermessstellen (GWM) und einer Seemessstelle (s. Tab. 1 und 2). Die Messungen begannen teilweise schon im Jahre 2005.

Darstellung der Messwerte - Wasserspiegelganglinien

Da die Grundwasserdruckpotenziale im Bereich der Grundwasserscheide (s. GWM 129/422-1, 350/422-5, 2247/422-6 und 2251/422-0 in den Abb. 2a, 2b und 3) sehr nahe beieinander liegen, werden die Ganglinien für jede einzelne Messstelle in größerem Maßstab separat in Anlage 1 dargestellt.

**Tab. 2 Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen
Stadtwald Radolfzell 2005 - 2023**

Datensammler (kontinuierlich)		
GWM	Beobachtungszeitraum gesamt	erschlossenes Stockwerk
129/422-1	01/05 - 12/21	C
130/422-6	08/05 - 12/23	E
350/422-5	01/05 - 06/07	CD
	02/08 - 12/23	
418/422-0	09/05 - 12/23	D
2247/422-6	06/05 - 12/23	CD
2251/422-0	01/05 - 02/06	CD
	02/07 - 12/23	
See (Oberflächengewässer)	05/15 - 12/23	CDE
SWR 2/20	02/21 - 12/23	CD
SWR 4/20	02/21 - 12/23	CD
SWR 5/20	03/21 - 12/23	CD
SWR 5a/21	06/21 - 12/23	ED
2076/422-5	05/22 - 12/23	E/F
155/422-0	05/22 - 12/23	C/D?

Lichtlotmessungen

Im Jahre 2023 wurden neben den kontinuierlichen Messungen auch monatliche Lichtlotmessungen in 9 weiteren Messstellen durchgeführt (s. Tab. 1 und 3).

Im Rahmen des Monitorings „Vor einem geplanten Nassabbau“ liegen für diese Messstellen bereits vom September 2005 – Dezember 2009 im ca. 14-tägigen Intervall Wasserspiegelmessungen vor. Seit 2010 liegen die Messdaten im monatlichen bis 6-wöchigen Intervall vor (Status „Monitoring während Nassabbau Phase I“).

**Tab. 3 Monatliche Wasserspiegelmessungen Stadtwald Radolfzell
2005 - 2023**

Lichtlotmessung (monatlich)		
GWM	Beobachtungszeitraum gesamt	erschlossenes Stockwerk
0104/422-8	09/05 - 12/23	CD
0155/422-0	09/05 - 05/22	C/D?
0239/422-4	09/05 - 12/23	E
2076/422-5	07/05 - 05/22	E
2234/422-3	09/05 - 12/23	CD
2245/422-5	09/05 - 12/23	CD
2256/422-7	09/05 - 12/23	CD
SWR 1/20	04/21 - 12/23	CDE
SWR 3/21	06/21 - 12/23	CD

* Messstelle zurückgebaut

Die entspr. Ganglinien sind in den Abb. 4a und 4b und als Einzeldarstellungen für den Zeitraum 2005 – 2023 in der Anl. 2 dokumentiert.

Von Juli 2009 – April 2015 wurde in dem neu entstandenen Baggersee im wöchentlichen Intervall der Seewasserspiegel gemessen. Die Messwerte im Zeitraum Herbst 2014 – April 2015 waren nicht mehr plausibel und wurden nicht berücksichtigt (zunehmende Verschlammung des alten Seemesspegels). Im Mai 2015 wurde ein neuer Seemesspegel eingerichtet und ein Datensammler installiert. Die Drucksonde im Baggersee fiel Ende 2018 trocken und konnte erst im März 2019 durch aufwändige Umbaumaßnahmen an der Messvorrichtung wieder in Betrieb genommen werden.

Die Abbildung 4b zeigt, dass Seewasserspiegel und Grundwasserganglinien im Beobachtungszeitraum annähernd parallel verlaufen.

3. Schüttungsmessungen Frauenwiesquellen

Kontinuierliche Aufzeichnungen und Bearbeitung der Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen erfolgen über eine eigene Messwerterfassung der Stadtwerke Radolfzell. Die Messdaten für 2023 wurden von den Stadt-

werken Radolfzell zur Verfügung gestellt und intern aufbereitet (Tagesmittelwerte).

Nach Reinigungsmaßnahmen (Entfernung Wurzeln) an den Sickerleitungen der Frauenwiesquellen im Frühjahr 2021 zeigte die Messerwerterfassung in der Folge bis zum Frühjahr 2022 immer wieder sprunghafte Schüttungsschwankungen im Bereich von ca. 5 l/s bis max. 33 l/s (s. Abb. 5a und 5b).

Der Ende April 2021 aufgezeichnete Schüttungsanstieg von knapp unter 10 l/s auf knapp 15 l/s – 19 l/s, ausgelöst durch die o. g. Reinigungsmaßnahmen, konnte durch eine Handmessung (Kübelmessung) im Sammel-schacht der Frauenwiesquellen am 05.05.2022 von 14,7 l/s bestätigt werden. Die Aufzeichnungen der Schüttungsmesswerte von Ende Oktober 2021 bis April 2022 sind gestört und auf Ausfälle und Fehlmessungen der Messwert-erfassungsanlage zurückzuführen. Ab April 2022 stehen wieder verlässliche Messwerte zur Verfügung.

Eine deutliche Reaktion auf die Erhöhung der Quellschüttung Ende April 2021 zeigen die Wasserspiegelhöhen in GWM 2076/422-5 (P 20) (s. Abb. 5a und 5b). In der Messstelle fällt der Wasserspiegel um ca. 0,75 m ab. In der Anfangsphase wird die Absenkung durch Niederschlagsereignisse im Mai – Juni 2021 teilweise noch kompensiert, aber ab Juli 2021 ist ein kontinuierlicher Absenkungstrend zu beobachten. Die Messstelle 2076/422-5 (P 20) erschließt oberflächennahes Grundwasser im Stockwerk E/F; die Korrelation zwischen Schüttungserhöhung in den Frauenwiesquellen und der Wasserspiegelabsenkung in GWM 2076/422-5 (P 20) belegt eindeutig, dass die Frauenwiesquellen einen Teil ihres Wassers in der unmittelbaren Umgebung aus dem oberflächennahen Stockwerk E/F beziehen.

Der Hauptanteil des im Bereich Frauenwiesquellen austretenden Grundwassers (Quellschüttung und oberirdischer Abfluss über den Mangesser Bach: gesamt ca. 30 l/s – 40 l/s) kann aber nicht über das Einzugsgebiet des lokalen Stockwerk E/F abgedeckt werden. Ein beträchtlicher Anteil des Grundwassers entstammt dem Zustrom aus Stockwerk D aus dem Bereich des Nassabbaus. Dieses Grundwasser entwässert über hydraulische Verbindungen im Bereich der Frauenwiesquellen und des Mangesser Bachs. Die Quellschächte und Sickerleitungen erschließen das Stockwerk E/F.

Die Wasserspiegelganglinie der GWM 418/422-0 (P 8/94) (s. Abb. 6a-1 – 6b-2) repräsentiert das Stockwerk D, welches ebenfalls die Frauenwiesquellen speist. Die Trockenperiode 2018 – 2020 mit reduzierter Grundwasserneubildung zeichnet sich in beiden Grundwasserstockwerken deutlich ab.

Der Zusammenhang zwischen der Quellschüttung, dem Grundwasserstand in Horizont E und D und den lokalen Niederschlagsereignissen (Messdaten der Station Steißlingen) wird in den Abbildungen 5a – 7b aufgezeigt.

Obgleich die Schüttung der Frauenwiesquellen schnell auf die lokalen Niederschlagsereignisse reagiert (s. Abb. 7a), zeigt der langfristige Trend der Schüttungsmenge Parallelen zum Grundwasserdruckpotenzial des Stockwerkes D (GWM 418/422-0 (P 8/94) in Abb. 6a-1) auf. Es ist davon auszugehen, dass die flache GWM 2076/422-5 (P 20) ebenfalls sehr schnell auf Niederschlagsereignisse reagiert, dies jedoch früher aufgrund des monatlichen Messintervalles nicht immer erfasst wurde. Seit Mai 2022 ist hier ebenfalls ein Datensammler installiert. Das Schüttungsverhalten der Frauenwiesquellen in den Abbildungen 5a – 7b zeigt somit sowohl Abhängigkeiten von den lokalen Niederschlagsereignissen als auch vom Druckpotenzial des unteren Stockwerks CD im Singener Becken und belegt damit die Einflüsse von 2 unterschiedlichen Einzugsgebieten bzw. Neubildungsgebieten.

4. Grundwasser- und Seebeprobung

Anfang April und Anfang September 2023 wurden jeweils 10 Grundwassermessstellen und der Baggersee beprobt und auf die Parameter gem. den Anforderungen des Leitfadens ***Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft*** (LUBW 2004, Kap. 6.2.2, Tab. 5.1) untersucht.

Die Analyseergebnisse 2023 sind in Anlage 3.1 und 3.2 einzusehen. Eine Übersicht zur Entwicklung der wichtigsten Wasserinhaltsstoffe im Grundwasser und im See von 2009 bis 2023 bietet Anlage 3.3.

Untersuchung der Güte des Grundwassers

Aus den 10 Grundwassermessstellen (s. Abb. 8) wurde jeweils eine Mischprobe aus der Filterstrecke entnommen. Das Probennahmeprotokoll mit den vor Ort gemessenen chemisch-physikalischen Parametern (el. Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH-Wert) ist in Anlage 3.1 beigefügt.

Eine Übersicht zur hydrochemischen Zusammensetzung des Grund- und Seewassers 2023 bietet Tabelle 4. Generell sind die Konzentrationen der Hauptinhaltsstoffe unabhängig von der räumlichen Lage und der Stockwerkszuordnung relativ einheitlich.

Die Nitratgehalte im Grundwasser bewegen sich 2023 zwischen $<0,50$ mg/l (129/422-1, DP 7T) und max. 29,46 mg/l (SWR 5/20), eine auffällige Ausnahme stellt der einmalig in der Septemberbeprobung in SWR 2/20 festgestellte Nitratgehalt von 85,90 mg/l dar. Im April 2023 lag die Nitratkonzentration in SWR 2/20 noch bei 12,70 mg/l. Eine Bewertung dieser Nitrat-Anomalie erfolgt nach den Beprobungen 2024.

Die Ortho-Phosphat-Gehalte (als Phosphor) im Grundwasser liegen 2023 zwischen $< 0,002$ mg/l und max. 0,013 mg/l in GWM 129/422-1 (DP 7T). Auffällig hoch sind in GWM SWR 3/21 in der Aprilbeprobung die Oxidierbarkeit (27 mg/l) und der KMnO_4 -Verbrauch (6,5 mg/l).

Dementsprechend liegt auch der Gesamtphosphatgehalt in GWM SWR 3/21 bei 0,014 mg/l.

Das Ortho-Phosphat beschreibt das im Wasser frei lösliche anorganische Phosphat (PO_4^{3-}), während das Gesamtphosphat die Summe von Ortho-Phosphat und organischen Phosphatverbindungen darstellt. Die Umrechnung von Phosphat in Phosphor erfolgt mit

$$1 \text{ mg Phosphat (PO}_4^{3-}\text{)} = 0,3261 \text{ mg Phosphor (P)}$$

Die analysierten Proben zeichnen sich durch eine hohe Gesamthärte (max. 4,46 mmol/l), hohe Calciumgehalte (max. 133 mg/l) und einer Säurekapazität von max. 7,98 mmol/l aus. Erwartungsgemäß besitzt das Grundwasser auf Grund des überwiegend karbonatischen Speichergesteins eine hohe chemische Pufferkapazität.

Die max. Chloridgehalte mit 65,00 mg/l (SWR 1/20) und 52,10 mg/l (SWR 2/20) wurden entlang der Bundesstraße B 33 und der Kreisstraße K 6164 in der Septemberbeprobung festgestellt. Aber auch andere Grundwasseraufschlüsse wie 350/422-5 (T 1), 418/422-0 (P 8/94), 2018/422-8 (BK 10T/94), 2076/422-5 (P 20), 113/422-1 (Frauenwiesquelle), 2249/422-7 (KB 4T/04) und 2250/422-4 (KB 4F/04) zeichnen sich durch Chloridgehalte zwischen 30 mg/l und knapp 40 mg/l aus.

In den Ganglinien der Wasserinhaltsstoffe in Anlage 3.3 sind die Messstellen 129/422-1 (DP 7T), 350/422-5 (T 1), 418/422-0 (P 8/94), 2018/422-8

(BK 10T/94), 2234/422-3 (KB T1/95), 2249/422-7 (KB 4T/04) und 2250/422-4 (KB 4F/04) durch einen ansteigenden Chlorid-Trend charakterisiert, während in den restlichen Aufschlüssen stagnierende bzw. leicht abnehmende Chloridkonzentrationen festzustellen sind.

Die Analysenergebnisse von 2009 bis 2023 (s. Anlage 3.3) zeigen ansonsten eine in der Regel gleichbleibende Stoffcharakteristik der untersuchten Grundwässer auf.

Seewasseruntersuchungen

Die Ergebnisse und Bewertung der Seewasseruntersuchungen 2023 sind im Bericht des Limnologiebüros Höhn (s. Anhang 3) ausführlich dargestellt. Nachfolgend wird eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse vorgestellt:

Anfang April war der See in der Vollzirkulation. Die Tiefenprofilmessungen sind unauffällig, lediglich über dem Seesediment wurde eine Sauerstoffzehrung festgestellt, die aber zu keinen Rücklösungsprozessen von Ionen aus dem Sediment führt. Während der Sommerstagnation stellt sich eine Sprungschicht bei 3 m Wassertiefe ein. Auffällig ist die hohe Erwärmung des Tiefenwassers auf knapp 17 °C, was auf die gute Durchmischung des Sees im Zuge der Baggeraktivität schließen lässt. Unmittelbar über dem Seesediment war weiterhin eine Sauerstoffzehrung erkennbar. Die Sichttiefen waren aufgrund der Kieswasch- und Baggeraktivitäten sehr gering (hoher Trübstoffanteil), Planktonalgen konnten sich kaum entwickeln (sehr geringe Chlorophyll-a-Konzentrationen).

Bzgl. der hydrochemischen Zusammensetzung zeichnet sich das Seewasser durch erhöhte Chlorid-Konzentrationen aus, die auf die nahegelegene Bundes- und Kreisstraße zurückgeführt werden. Die Möglichkeit der Ausbildung einer Meromixie nach Ende des Abbaus bei deutlich höheren Salzgehalten als bislang nachgewiesen, wird als nicht gegeben betrachtet, da durch die geplante Teilverfüllung von See Phase I die kritische Tiefe von ca. 45 m nicht unterschritten wird. Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, wurden auch im Grundwasser nahe der B33 bzw. K 6164 erhöhte Chloridgehalte festgestellt.

Anreicherungen von leicht löslichen ortho-Phosphaten im Tiefenwasser waren nicht erkennbar. Es ist davon auszugehen, dass sich die Phosphate im Freiwasser an vorhandene Partikel binden und im Gewässer verbleiben. Gegenüber dem Grundwasser ist das Seewasser stark an Calcium und Hydrogenkarbonat abgereichert. Als Ursache ist die Ausgasung von CO_2 im Seewasser zu nennen. Dieser Effekt führt zu einer Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts und resultiert in der Ausfällung von CaCO_3 .

Das Seewasser ist aufgrund der kaum nachweisbaren Phosphate und der geringen Chlorophyll-a-Konzentrationen (geringes Algenwachstum) als nährstoffarm zu bezeichnen.

Das entnommene und analysierte Seesediment zeigt einen hohen mineralischen Anteil aus der Ton- und Schlufffraktion, ist in einem gut oxidierten Zustand und beinhaltet nur geringe Nährstoffgehalte (N, P).

Isotopenhydrologische Untersuchungen am Grund- und Seewasser

Im Rahmen der Bestandsaufnahme für die geplante Erweiterung der Kiesnassabbauphase II wurden 2023 an den entnommenen Grund- und Seewasserproben zusätzlich die stabilen Isotope Sauerstoff-18 ($\delta^{18}\text{O}$) und Deuterium ($\delta^2\text{H}$) untersucht. Die Analysenergebnisse sind in Anlage 3.2b und Tab. 4 zusammengestellt.

Die im $\delta^2\text{H} / \delta^{18}\text{O}$ -Diagramm (s. Abb. 11) dargestellten Isotopenergebnisse von 2023 zeigen einige Unterschiede auf. Grundwasser, welches aus lokalen Niederschlägen gebildet wird, liegt im o. g. Diagramm auf der Niederschlagsgeraden, während die Seeproben auf der Verdunstungsgeraden liegen. Eine Markierung im Grundwasserabstrom (2234/422-3 (KB T1/95) bzw. 418/422-0 (P 8/94)) durch Seewasser lässt sich nicht erkennen.

Die Analysenergebnisse vom August 2023 im Seewasser zeigen eine ausgeglichene Verteilung der Isotopengehalte über die gesamte Seetiefe und verdeutlichen die Durchmischung des Sees. Eine Durchströmung des Sees in der Winter- und Frühjahrsphase mit isotopisch leichteren Grundwasser ist nicht erkennbar (s. Seewasser-Analyse April 2023), damit lassen sich weder Grundwasserzustromrate noch die mittlere Aufenthaltszeit des Grundwassers im See abschätzen. Eine weitere Beprobung des Seewassers und ausgewählter Grundwasserzustrom-Messstellen im Frühjahr 2024 wurde durchgeführt.

Tab. 4 Analysenergebnisse der Stichtagsbeprobungen 2023

Messstelle	Einheit	129/422-1		130/422-6		350/422-5		418/422-0		2018/422-8		2076/422-5		2234/422-3		2249/422-7		2250/422-4	
		04.04.2023	05.09.2023	04.04.2023	05.09.2023	04.04.2023	06.09.2023	05.04.2023	04.09.2023	05.04.2023	05.09.2023	04.04.2023	04.09.2023	05.04.2023	04.09.2023	04.04.2023	06.09.2023	04.04.2023	06.09.2023
ortho-Phosphat*	mg/l	<0,002	0,013	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	0,003	<0,002	0,003	<0,002	<0,002
Gesamtposphat*	mg/l	<0,005	0,017	<0,005	0,010	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	0,008	0,007	0,007	0,008	<0,005	0,010	<0,005	0,008	<0,005	0,014
el. Leitfähigkeit	µS/cm	656	596	696	719	785	787	749	764	671	897	758	665	603	656	781	799	790	807
Temperatur	°C	10,8	11,3	11,0	11,2	10,4	10,5	10,8	11,0	10,4	15,5	10,0	11,9	10,6	10,9	9,8	10,2	9,0	11,8
Sauerstoff-Gehalt	mg/l	3,8	0	4,2	5,1	3,3	6,1	3,1	4,7	3,7	2,7	3,1	3,8	4,2	6,9	4,0	6,3	3,7	7,3
pH-Wert		7,3	7,2	7,3	7,1	7,3	7,2	7,2	7,2	7,2	7,1	7,3	7,3	7,3	7,2	7,2	7,2	7,3	7,3
DOC	mg/l	0,70	0,70	0,90	1,2	0,80	0,90	0,50	0,80	1,90	1,30	1,30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,90
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,30	5,90	4,00	5,60	2,40	3,90	2,40	5,60	4,70	6,30	3,80	6,30	2,30	4,40	2,50	4,80	2,30	5,40
Oxidierbarkeit	mg/l	0,57	1,50	1,00	1,40	0,60	0,98	0,60	1,40	1,20	1,60	0,95	1,60	0,57	1,10	0,63	1,20	0,57	1,40
Chlorid	mg/l	20,30	16,70	18,80	17,00	39,00	29,80	32,80	35,70	38,00	26,50	30,70	34,10	10,00	9,80	38,60	39,70	38,70	39,40
Sulfat	mg/l	43,00	44,00	33,00	36,00	29,00	27,00	36,00	33,00	18,00	15,00	36,00	37,00	18,00	16,00	34,00	34,00	33,00	30,00
Nitrat	mg/l	<0,5	<0,5	18,10	20,60	14,40	15,90	15,80	17,20	6,40	3,70	15,20	17,70	7,70	8,50	16,60	20,20	15,20	20,30
Nitrit	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ammonium	mg/l	0,07	0,09	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	5,73	5,11	6,41	6,45	6,77	7,08	6,67	6,51	5,18	5,16	6,43	6,45	5,67	5,39	6,73	6,80	6,69	7,00
Gesamthärte	mmol/l	3,16	2,74	3,80	3,84	3,91	4,20	4,09	4,02	2,95	2,70	3,89	4,02	3,13	2,80	3,85	4,03	3,98	4,01
Calcium	mg/l	76,20	65,70	115,00	118,00	118,00	126,00	112,00	113,00	93,20	86,90	109,00	112,00	90,90	71,40	114,00	118,00	117,00	120,00
Eisen ges.	mg/l	0,14	1,70	0,44	0,06	0,02	<0,01	0,04	<0,01	0,08	0,06	0,03	<0,01	0,02	0,08	0,02	<0,01	0,09	0,01
Kalium	mg/l	1,40	1,40	1,30	1,20	1,40	1,20	1,30	1,40	3,70	4,10	1,60	1,60	0,60	0,60	1,80	1,50	2,40	2,50
Magnesium	mg/l	30,50	26,70	22,70	21,80	23,50	25,70	31,40	29,20	15,10	12,90	28,40	29,90	21,00	24,80	24,40	26,50	25,80	24,70
Mangan	mg/l	0,016	0,020	0,060	0,015	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	0,009	0,014	<0,005	<0,005	0,015	<0,005	<0,005	0,006	<0,005
Natrium	mg/l	21,60	28,50	12,40	13,10	19,70	15,10	12,90	13,70	22,00	23,70	12,60	12,50	7,10	7,80	22,70	23,00	24,30	25,10
Silizium	mg/l	7,80	6,60	6,80	6,10	6,70	6,70	7,90	6,90	5,20	5,10	7,10	6,50	6,00	5,70	6,50	7,30	6,70	6,50
Sauerstoff-18 (δ ¹⁸ O)	‰	-10,31	-10,23	-10,11	-10,12	-9,49	-10,15	-10,04	-10,05	-8,85	-8,00	-10,00	-9,93	-10,22	-10,15	-10,17	-10,20	-10,10	-10,22
Deuterium (δ ² H)	‰	-73,0	-73,3	-71,4	-71,1	-68,2	-71,7	-70,9	-71,2	-61,8	-56,8	-70,3	-71,0	-71,8	-72,2	-71,9	-72,4	-71,6	-71,7
Deuterium Exzess	‰	9,48	8,54	9,48	9,86	7,72	9,30	9,42	9,20	9,48	7,2	9,00	8,44	9,70	9,00	9,96	9,20	9,48	10,06

Messstelle	Einheit	2251/422-0		SWR 1/20		SWR 2/20		SWR 3/31		SWR 4/20		SWR 5/20		Frauenwiesquelle		See			
		04.04.2023	06.09.2023	05.04.2023	05.09.2023	05.04.2023	05.09.2023	04.04.2023	06.09.2023	04.04.2023	06.09.2023	05.04.2023	05.09.2023	04.04.2023	05.09.2023	05.04.2023	22.08.2023	22.08.2023	22.08.2023
																Mischprobe	Epilimnion	Hypolimnion	über Grund
ortho-Phosphat als P	mg/l	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,008	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	0,005	<0,005
Gesamtposphat als P	mg/l	<0,005	0,018	<0,005	0,013	<0,005	0,005	0,014	0,014	<0,005	0,006	<0,005	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
el. Leitfähigkeit	µS/cm	632	654	797	885	826	894	544	662	657	655	738	739	763	761	481	517	527	528
Temperatur	°C	10	9,9	11,3	11,5	11,1	11,4	11,9	11,4	10,5	10,5	10,5	10,7	10,1	11,7	7,9	22,1	16,7	16,6
Sauerstoff-Gehalt	mg/l	3,7	5,5	4,3	6,1	4,4	5,2	4,0	3,9	3,7	2,5	3,5	3,0	4,6	5,8	11,0	9,6	9,8	9,7
pH-Wert		7,1	7,2	7,2	7,1	7,3	7,1	7,3	7,3	7,1	7,2	7,3	7,2	7,2	7,2	8,8	6,6	7,1	7,3
DOC	mg/l	0,90	7,20	0,60	0,90	<0,5	0,80	<0,5	0,70	<0,5	0,70	<0,5	0,80	0,90	0,80	0,70	0,60	0,70	0,50
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,30	4,50	2,80	4,20	2,70	5,20	27,00	4,80	2,30	4,10	7,00	2,60	2,70	6,90	2,30	1,10	4,40	0,80
Oxidierbarkeit	mg/l	0,57	1,10	0,70	1,10	0,68	1,30	6,80	1,20	0,57	1,00	1,80	0,65	0,68	1,70	0,57	0,28	1,10	0,20
Chlorid	mg/l	9,10	14,90	34,80	65,00	24,00	52,10	6,70	26,20	13,60	12,90	25,50	25,50	31,20	34,00	50,10	51,20	43,00	43,00
Sulfat	mg/l	32,00	33,00	29,00	26,00	21,00	28,00	40,00	33,00	37,00	35,00	41,00	38,00	46,00	37,00	36,00	25,00	29,00	26,00
Nitrat	mg/l	16,50	20,00	12,10	10,80	12,70	85,90	10,10	19,40	13,10	16,90	24,70	29,30	17,70	18,20	18,00	13,10	13,00	13,00
Nitrit	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ammonium	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	6,10	5,97	7,23	7,24	7,98	6,21	5,00	5,91	6,02	6,20	6,25	6,29	6,41	6,44	3,19	3,11	2,78	3,12
Gesamthärte	mmol/l	3,48	3,50	3,79	4,02	4,46	4,50	2,75	3,49	3,65	3,60	3,79	3,95	4,14	4,02	2,37	2,17	1,78	2,13
Calcium	mg/l	102,00	103,00	117,00	124,00	133,00	132,00	81,90	99,60	91,10	92,90	98,70	106,00	112,00	111,00	61,70	55,30	39,50	54,00
Eisen ges.	mg/l	0,01	0,02	0,06	0,12	0,58	0,05	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,04	0,01	0,34	<0,01	<0,01	0,01
Kalium	mg/l	0,90	1,20	5,80	6,30	1,10	1,40	1,30	1,30	1,10	1,20	1,20	1,40	1,30	1,40	2,70	2,80	2,80	2,70
Magnesium	mg/l	22,70	22,70	21,10	22,60	27,80	29,40	17,30	24,50	33,60	31,20	32,20	31,70	32,70	30,40	20,30	19,20	19,20	19,10
Mangan	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	0,029	<0,005	0,026	0,016	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,045	0,046	0,041	0,046
Natrium	mg/l	7,40	9,80	24,90	47,20	17,00	20,30	9,20	12,50	7,30	7,50	19,60	15,00	11,30	12,20	23,30	23,60	23,40	23,00
Silizium	mg/l	7,00	6,60	7,20	6,80	7,80	6,70	6,40	6,60	8,00	6,50	7,50	7,20	7,50	7,20	5,00	4,10	4,10	4,20
Sauerstoff-18 (δ ¹⁸ O)	‰	-10,15	-10,16	-9,47	-9,31	-10,30	-10,14	-10,01	-10,14	-10,23	-10,26	-10,16	-10,23	-9,99	-10,05	-7,95	-7,89	-7,82	-7,95
Deuterium (δ ² H)	‰	-71,5	-71,6	-67,0	-65,6	-73,0	-71,6	-71,1	-72,4	-71,8	-71,9	-71,9	-72,2	-70,7	-70,9	-60,4	-60,1	-59,6	-59,9
Deuterium Exzess	‰	9,2	9,68	9,7	8,88	8,76	9,52	8,98	8,72	9,48	10,18	10,04	9,64	9,38	9,5	3,2	3,02	2,96	3,7

5. Elektrische Leitfähigkeits- und Temperatur-Logs in Grundwassermessstellen

Elektrische Leitfähigkeit im Grundwasser

In den meisten Monitoring-Messstellen werden zusätzlich in bestimmten, repräsentativen Teufenbereichen die el. Leitfähigkeit und die Temperatur des Grundwassers gemessen. Die Abbildungen 9a und 9b zeigen die im Zeitraum August 2008 bis Dezember 2023 gemessenen el. Leitfähigkeiten und Temperaturen.

Die Messungen wurden in jeder Messstelle immer im gleichen Filterabschnitt durchgeführt (s. Teufenangaben in der Legende der Abb. 9a – 9c). Die el. Leitfähigkeit (s. Abb. 9a) bewegt sich zwischen 470 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 910 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die geringsten Messwerte wurden in den Aufschlüssen 2234/422-3 (KB T1/95) bei 30 m (470 $\mu\text{S}/\text{cm}$), 2234/422-3 (KB T1/95) bei 52 m (489 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und in 129/422-1 (DP 7T) (522 $\mu\text{S}/\text{cm}$) gemessen. Eine Korrelation der el. Leitfähigkeit mit den Niederschlägen lässt sich kaum bzw. nur ansatzweise nachvollziehen. Selbst bei einer zeitlichen Auflösung (01.01.2015 – 31.12.2023) in Abbildung 9c kann auch bei Berücksichtigung einer ca. 3-monatigen Phasenverschiebung der Niederschläge kein eindeutiger Zusammenhang zur el. Leitfähigkeit hergestellt werden. Es lässt sich kein eindeutiger Trend ableiten; größere, auffällige Änderungen der Schwankungsbreite des Messbereiches sind nicht festzustellen.

Temperatur im Grundwasser

Die Temperaturganglinien sind in Abb. 9b dargestellt. Die gemessenen Temperaturschwankungen bewegen sich zwischen 8,6 °C und über 13 °C. Teilweise deutet sich ein Jahresgang an. Störeinflüsse bedingt durch Verwendung unterschiedlicher Messsysteme sowie Außentemperatureinflüsse auf das Messsystem sind nicht völlig auszuschließen.

Um evtl. Trends in der Entwicklung der el. Leitfähigkeit und der Temperatur in den Monitoringmessstellen zu erkennen, wurde in der Tabelle 5 sowohl die Jahresmittel als auch die Maximal- und Minimal-Werte aufgelistet. In Abbildung 9d sind die Jahresmittel der el. Leitfähigkeit im See und ausgewählten Grundwassermessstellen für den Zeitraum 2008 – 2023 aufgetragen.

Messwerte im See und in Messstellen im möglichen Seeabstrom (s. Tab. 5 und Abb. 9d)

Der See zeigt einen Anstieg der el. Leitfähigkeit in den ersten 3 Jahren (2009 – 2011) von 366 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf 599 $\mu\text{S}/\text{cm}$, danach stellt sich ein konstanter bis leicht abfallender Verlauf zwischen 466 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 553 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ein. Dieser anfängliche Anstieg ist primär auf den zunehmenden Einfluss von NaCl (s. Anlage 3.3.12) zurückzuführen.

Ein möglicher Einfluss von Seewasser wird auf Grund der geringen el. Leitfähigkeit in Messstelle 2234/422-3 (KB T1/95) (s. Abb. 9d) vermutet. Die Abnahme der el. Leitfähigkeit in den GWM 2245/422-5 (KB 2/04) (35 m) und 2256/422-7 (BK 5a/97) wird auf Grund der See zustromigen Lage der Aufschlüsse nicht auf den Einfluss von Seewasser zurückgeführt. Auch in der Messstelle 350/422-5 (T 1) ist ab 2014 eine stetige, leichte Reduzierung der Leitfähigkeitswerte festzustellen, während die Chloridgehalte allerdings tendenziell ansteigen (s. Anl. 3.3.4). Anzumerken ist hier, dass auch der See ansteigende bzw. ab 2016 auf hohem Niveau eher stagnierende Chloridkonzentrationen aufweist (s. Anl. 3.3.12).

Vom See unbeeinflusste Messstellen (s. Tab. 5 und Abb. 9d)

Als vom See unbeeinflusst können auf Grund der Lage die GWM 2247/422-6 (KB 3/04) bzw. 2251/422-0 (KB 5T/04) gelten. Sie zeigen über den Beobachtungszeitraum überwiegend konstante bzw. ansteigende Leitfähigkeitsmesswerte. Diese Aufschlüsse befinden sich im wesentlich größeren Abstand zum See, eine mögliche Beeinflussung durch Seewasser ist nicht anzunehmen.

Die Tabelle 6 gibt für jeden Aufschluss die aus dem gesamten, dokumentierten Messwerten abgeleiteten Mittelwerte der el. Leitfähigkeit und der Temperatur an. Wie o. g. zeigt die GWM 2234/422-3 (KB T1/95) eine mittlere el. Leitfähigkeit von unter 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Damit kommt sie den Leitfähigkeitsverhältnissen des Sees am nächsten. Da die Messstelle auch im Abstrom des Sees liegt, ist eine Beeinflussung des Grundwassers durch Seewasser grundsätzlich nicht auszuschließen.

Tab. 5 Jahresmittel-, Min-, Max-Werte der el. Leitfähigkeit und der Temperatur in den Monitoring-Grundwassermessstellen im Zeitraum 2008 - 2023

	129/422-1						130/422-6						155/422-0; 30 m					
	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T
	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]
2008	561,2	522,0	599,0	10,1	9,8	10,5	743,2	731,0	752,0	9,4	9,3	9,6	693,8	682,0	707,0	10,4	10,3	10,6
2009	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	698,7	633,0	724,0	10,5	10,4	10,7
2010	621,6	602,0	680,0	10,3	9,9	10,9	744,0	663,0	811,0	9,6	9,4	9,9	728,6	715,0	749,0	10,5	10,2	10,6
2011	638,3	612,0	669,0	9,9	9,3	10,2	770,3	691,0	816,0	9,6	8,9	10,0	716,4	700,0	729,0	10,3	9,3	10,7
2012	619,3	567,0	656,0	9,9	9,3	10,1	709,3	673,0	773,0	9,5	8,6	9,9	694,3	669,0	714,0	10,2	9,8	10,6
2013	603,8	591,0	613,0	10,1	9,9	10,3	788,8	769,0	810,0	10,0	9,5	10,2	728,6	699,0	743,0	10,2	10,0	10,4
2014	608,3	589,0	621,0	10,2	10,0	10,3	785,7	769,0	816,0	9,5	9,1	10,1	746,3	742,0	751,0	10,6	10,5	10,8
2015	618,6	587,0	653,0	10,2	10,0	10,4	837,7	806,0	850,0	9,9	9,8	10,0	744,4	736,0	756,0	10,6	10,4	10,8
2016	573,7	534,0	603,0	10,3	10,2	10,4	819,6	797,0	851,0	10,0	9,9	10,3	746,4	732,0	759,0	10,6	10,4	10,7
2017	600,8	582,0	616,0	10,3	10,1	10,4	762,9	721,0	831,0	10,4	10,3	10,4	764,2	721,0	784,0	10,5	10,4	10,7
2018	615,5	602,0	644,0	10,4	10,3	10,6	718,0	708,0	740,0	10,4	10,3	10,6	757,3	743,0	783,0	10,5	10,3	10,6
2019	597,3	563,0	643,0	10,3	10,1	10,8	714,1	701,0	738,0	10,6	10,1	10,9	749,7	728,0	783,0	10,1	10,0	10,4
2020	568,6	549,0	673,0	10,6	10,5	11,2	695,5	681,0	736,0	10,6	10,4	11,6	702,8	709,0	729,0	10,1	10,0	10,0
2021	579,5	558,0	673,0	10,7	10,5	11,3	687,6	661,0	763,0	10,7	10,5	11,2	705,5	700,0	714,0	10,0	10,0	10,1
2022	592,2	561,0	662,0	10,6	10,4	10,6	690,1	663,0	773,0	10,6	10,4	11,1	715,8	708,0	721,0	10,3	10,0	10,6
2023	586,9	570,0	596,0	10,7	10,5	11,2	701,9	666,0	773,0	10,7	10,4	11,2	748,7	708,0	763,0	10,7	10,6	10,8

	155/422-0; 45 m						350/422-5						418/422-0					
	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T
	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]
2008	695,5	687,0	706,0	10,4	10,3	10,5	817,4	817,4	817,4	9,5	9,3	9,6	748,2	738,0	770,0	9,8	9,7	9,8
2009	699,7	633,0	731,0	10,6	10,4	10,7	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	736,3	667,0	768,0	10,0	9,8	10,1
2010	733,1	718,0	766,0	10,5	10,1	10,7	829,6	829,6	829,6	9,6	8,9	10,1	764,5	749,0	776,0	10,1	9,6	10,2
2011	723,1	713,0	730,0	10,4	9,3	10,8	808,6	808,6	808,6	9,4	9,1	9,6	760,8	745,0	774,0	10,0	9,5	10,3
2012	700,0	670,0	719,0	10,3	9,9	10,5	786,3	786,3	786,3	9,4	9,0	9,9	769,0	732,0	792,0	10,1	9,9	10,3
2013	729,4	704,0	748,0	10,1	9,9	10,4	769,8	769,8	769,8	9,9	9,4	10,8	777,8	765,0	788,0	10,2	9,8	10,4
2014	747,3	743,0	753,0	10,6	10,5	10,7	833,5	833,5	833,5	9,3	9,1	9,7	781,9	776,0	790,0	10,2	10,0	10,3
2015	747,0	738,0	757,0	10,6	10,5	10,7	820,9	820,9	820,9	9,4	9,3	9,6	780,3	776,0	786,0	10,3	10,1	10,4
2016	751,3	743,0	760,0	10,6	10,4	10,7	825,1	825,1	825,1	9,6	9,4	10,0	774,9	753,0	790,0	10,3	10,2	10,4
2017	760,6	724,0	776,0	10,6	10,5	10,7	813,6	813,6	813,6	9,8	9,5	10,2	779,8	763,0	803,0	10,3	10,1	10,6
2018	763,7	748,0	773,0	10,4	10,3	10,6	820,1	805,0	835,0	9,7	9,4	10,1	777,6	743,0	822,0	10,3	10,0	10,6
2019	747,2	733,0	773,0	10,2	10,1	10,3	815,2	803,0	841,0	10,0	9,7	10,7	755,5	731,0	812,0	10,2	10,0	10,9
2020	723,5	713,0	733,0	10,1	10,0	10,1	810,9	797,0	820,0	9,9	9,3	11,4	726,6	709,0	791,0	10,2	10,0	10,7
2021	712,1	704,0	723,0	10,1	10,1	10,1	809,9	801,0	821,0	10,0	9,5	10,4	725,0	702,0	778,0	10,1	10,0	10,4
2022	719,4	707,0	753,0	10,3	10,1	11,3	812,8	802,0	822,0	10,1	9,9	10,7	734,1	711,0	758,0	10,4	9,6	11,2
2023	756,1	716,0	789,0	10,7	10,5	10,8	801,0	776,0	828,0	10,1	10,0	10,5	757,9	733,0	768,0	10,7	10,4	11,0

	2076/422-5						2234/422-3; 30 m						2234/422-3; 52 m					
	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T
	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]
2008	784,3	762,0	803,0	10,7	10,6	10,8	543,8	537,0	555,0	9,4	9,4	9,5	616,6	582,0	659,0	9,5	9,4	9,6
2009	753,8	673,0	783,0	10,1	9,2	11,1	522,7	470,0	559,0	9,7	9,5	10,1	575,2	489,0	669,0	9,7	9,5	10,1
2010	777,9	770,0	785,0	10,0	9,2	10,7	546,5	529,0	561,0	9,7	9,4	9,9	559,6	548,0	573,0	9,7	9,4	9,9
2011	764,1	742,0	789,0	10,1	9,5	10,9	548,5	522,0	596,0	9,7	9,1	10,1	558,1	531,0	596,0	9,7	9,1	10,1
2012	758,2	692,0	791,0	10,6	9,4	11,6	576,7	539,0	618,0	9,8	9,6	9,9	567,3	551,0	591,0	9,8	9,7	9,9
2013	742,0	709,0	782,0	9,9	9,6	10,1	558,4	539,0	577,0	9,9	9,6	10,1	563,3	544,0	583,0	9,9	9,7	10,0
2014	776,1	758,0	793,0	10,4	9,8	11,4	545,0	533,0	583,0	9,9	9,8	10,0	544,9	538,0	554,0	9,9	9,8	10,0
2015	790,8	761,0	813,0	10,5	10,2	10,9	549,2	527,0	563,0	9,9	9,8	9,9	565,1	549,0	606,0	9,9	9,9	10,0
2016	754,6	731,0	772,0	10,5	10,3	10,7	518,3	503,0	533,0	9,8	9,8	9,9	561,9	514,0	604,0	9,9	9,8	9,9
2017	758,2	739,0	777,0	10,2	9,5	10,8	570,2	503,0	603,0	10,0	9,8	10,4	572,4	510,0	605,0	10,0	9,8	10,4
2018	754,8	726,0	773,0	10,0	9,5	10,3	596,9	566,0	611,0	10,2	9,9	10,4	599,1	578,0	609,0	10,2	9,8	10,4
2019	736,0	715,0	801,0	10,5	10,1	10,9	609,6	601,0	641,0	10,2	10,0	10,4	606,7	598,0	611,0	10,2	10,0	10,4
2020	714,9	701,0	792,0	10,7	10,1	10,9	611,0	603,0	621,0	10,1	10,0	10,2	609,9	601,0	619,0	10,1	10,0	10,1
2021	719,6	696,0	776,0	10,4	10,2	10,6	606,8	602,0	618,0	10,1	10,0	10,1	609,1	603,0	621,0	10,2	10,0	11,3
2022	716,6	671,0	754,0	11,4	10,3	13,1	610,0	605,0	616,0	10,2	10,0	10,1	614,2	609,0	618,0	10,3	10,1	11,3
2023	671,4	663,0	695,0	11,4	10,2	12,6	602,0	544,0	679,0	10,5	10,3	11,0	599,3	550,0	656,0	10,5	10,3	11,0

	2245/422-5; 20 m						2245/422-5; 35 m						2247/422-6					
	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T
	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]
2008	695,8	684,0	702,0	9,4	9,3	9,4	789,4	780,0	801,0	9,5	9,5	9,6	743,8	736,0	750,0	9,0	9,0	9,1
2009	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW
2010	730,8	696,0	774,0	9,7	9,5	9,9	797,5	734,0	835,0	9,8	9,6	9,9	787,3	780,0	792,0	9,2	9,2	9,2
2011	735,6	669,0	811,0	9,7	9,1	10,0	769,0	704,0	827,0	9,7	9,0	10,0	769,8	748,0	791,0	9,4	8,8	9,8
2012	736,3	673,0	789,0	9,8	9,4	10,1	753,0	714,0	796,0	9,8	9,5	10,1	751,2	718,0	798,0	9,5	9,1	9,9
2013	683,7	666,0	708,0	9,6	9,5	9,7	684,5	669,0	699,0	9,7	9,6	9,8	753,7	738,0	761,0	9,7	9,5	9,9
2014	696,0	680,0	731,0	9,8	9,6	9,9	715,5	702,0	728,0	9,9	9,7	10,1	784,5	769,0	797,0	9,3	9,1	9,4
2015	684,3	677,0	693,0	9,8	9,7	10,0	691,7	682,0	713,0	9,9	9,8	9,9	780,9	771,0	792,0	9,4	9,3	9,5
2016	688,1	670,0	721,0	9,8	9,7	9,9	697,6	677,0	716,0	9,8	9,8	9,9	775,7	758,0	791,0	9,4	9,3	9,4
2017	696,5	669,0	713,0	9,8	9,8	9,9	697,2	674,0	745,0	9,9	9,8	9,9	777,7	743,0	794,0	9,3	8,8	9,8
2018	715,8	705,0	727,0	9,8	9,6	9,9	711,5	681,0	725,0	9,8	9,6	9,9	782,9	773,0	791,0	9,4	8,9	9,9
2019	695,9	673,0	717,0	9,7	9,6	9,7	698,9	680,0	720,0	9,7	9,6	9,8	766,1	749,0	788,0	9,6	9,3	10,2
2020	671,9	653,0	683,0	9,9	9,8	9,9	673,7	660,0	686,0	9,8	9,7	9,9	722,7	709,0	746,0	9,8	9,4	10,2
2021	647,9	639,0	654,0	9,9	9,8	9,9	650,8	648,8	656,0	10,0	9,9	10,0	694,0	688,0	701,0	9,5	9,2	9,8
2022	628,4	617,0	639,0	9,9	9,7	10,2	631,1	619,0	641,0	10,0	9,9	10,2	682,4	679,0	687,0	9,4	9,0	10,1
2023	687,0	626,0	713,0	10,2	10,1	10,3	686,0	619,0	719,0	10,2	10,2	10,3	710,0	679,0	726,0	9,7	9,5	10,2

	2251/422-0						2256/422-7					
	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T	Mittel_Lf	Min_Lf	Max_Lf	Mittel_T	Min_T	Max_T
	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]	[µS/cm]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[°C]
2008	682,0	673,0	687,0	8,6	8,5	8,7	876,0	796,0	933,0	10,3	10,0	10,7
2009		keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW	keine MW
2010	705,5	693,0	714,0	9,0	8,9	9,1	902,1	827,0	949,0	10,8	8,6	12,6
2011	688,0	651,0	711,0	9,1	8,9	9,3	908,6	875,0	945,0	8,7	7,0	9,2
2012	665,9	623,0	701,0	9,3	8,9	9,8	878,6	818,0	964,0	9,3	8,1	10,4
2013	684,5	674,0	697,0	9,4	9,1	9,6	863,3	844,0	894,0	10,3	7,2	12,8
2014	718,3	699,0	736,0	9,1	8,9	9,3	897,6	867,0	915,0	9,8	8,1	11,7
2015	735,6	709,0	786,0	9,7	9,1	10,6	886,2	865,0	908,0	10,4	9,2	14,5
2016	748,0	717,0	778,0	9,3	9,2	9,4	860,5	818,0	887,0	10,8	10,2	12,8
2017	726,2	683,0	788,0	9,2	9,1	9,4	863,4	819,0	900,0	9,7	9,2	10,6
2018	696,2	680,0	713,0	9,2	9,2	9,3	857,7	837,0	896,0	9,3	9,3	9,4
2019	678,5	670,0	709,0	9,5	9,2	10,3	812,0	803,0	823,0	9,3	9,3	9,3
2020	677,5	669,0	691,0	9,6	9,3	9,7	-	-	-	-	-	-
2021	674,1	668,0	685,0	9,7	9,5	10,6	781,5	773,0	797,0	10,2	9,5	10,4
2022	672,3	661,0	690,0	9,6	9,4	10,6	755,5	731,0	776,0	10,3	10,2	10,7
2023	654,7	644,0	680,0	9,6	9,3	9,9	848,7	758,0	920,0	12,2	10,2	13,4

Tab. 6 Mittelwerte der el. Leitfähigkeit und der Temperatur in den Monitoring-Grundwassermessstellen im Zeitraum 2008 - 2023 bzw. 2021 - 2023 (nur GWM die 2020/2021 eingerichtet wurden)

Aufschluss	el. Lf [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Temp. [$^{\circ}\text{C}$]
129/422-1	599	10,3
130/422-6	747	10,1
155/422-0; 30 m	728	10,4
155/422-0; 45 m	732	10,4
350/422-5	812	9,7
418/422-0	759	10,2
2076/422-5	748	10,5
2234/422-3; 30 m	570	9,9
2234/422-3; 52 m	556	10,0
2245/422-5; 20 m	693	9,8
2245/422-5; 35 m	710	9,8
2247/422-6	752	9,4
2251/422-0	694	9,3
2256/422-7	857	10,1
SWR 1/20*	839	10,9
SWR 2/20*	875	10,8
SWR 3/21*	669	10,4
SWR 4/20*	709	10,1
SWR 5/20*	764	10,1
SWR 5a/21*	652	11,0
See	514	13,0

*Messwerte liegen seit April/Mai 2021 vor

6. Fazit und Bewertung der Messdaten 2005 - 2023

Hinsichtlich der Entwicklung der Grundwasserpotenziale und –güte konnte in den letzten Jahren keine auffällige Veränderung festgestellt werden.

Grundwasser- und Seewasserqualität

Die Entwicklung der chemischen Inhaltsstoffe (Hauptionen) im Grundwasser zeigt seit 2009 einen überwiegend stabilen, gleichbleibenden Konzentrationsverlauf. Die Chloridgehalte zeigen in den Messstellen 350/422-5 (T 1), 418/422-0 (P 8/94), 2018/422-8 (BK 10T/94), 2234/422-3 (KB T1/95) und 2249/422-7 (KB 4T/04) seit 2009 einen leicht steigenden Trend auf. Bei der 2023 durchgeführten 2-maligen Beprobung zusätzlicher Messstellen im Rahmen der Bestandsaufnahme zeigten die Messstellen SWR 1/20 und SWR 2/20 in der Septemberbeprobung erhöhte Chloridgehalte von 65,00 mg/l bzw. 52,10 mg/l, die im Zusammenhang mit der Wintersalzung der Bundesstraße B 33 bzw. Kreisstraße K 6164 stehen.

Die 2023 durchgeführten Untersuchungen attestieren dem Baggersee eine geringe biologische Produktion, hohe Sauerstoffgehalte bis knapp über Seegrund und einen geringen Nährstoffgehalt (N, P). Die zeitlichen Verläufe der Chlorid- und Nitratkonzentrationen weisen bis ca. 2014/2015 einen ansteigenden Trend auf, danach bleiben die Werte stabil und zeigen einen Seitwärtstrend (horizontaler Verlauf).

Die Beprobungen im Rahmen des Monitorings für den Nassabbau Phase I werden im Jahr 2024 wie im Planfeststellungsbeschluss für den Kiesnassabbau im Stadtwald Radolfzell vom 21.05.2008 definiert, weiter fortgeführt.

Grundwasserstands- und Niederschlagsverhältnisse

Ein eindeutiger Einfluss des Baggersees auf den Grundwasserspiegel ist nicht klar erkennbar. Zwar zeigt der Grundwasserstand von Herbst 2009 (Entstehung Baggersee) bis Ende 2012 einen Abwärtstrend. Im Jahr 2013 wird dagegen der im bisherigen Messzeitraum höchste gemessene Wasserstand erreicht. Zwischen 2013 und 2020 ist ein genereller Rückgang der Wasserspiegelstände festzustellen, der durch Maxima während temporärer Phasen starker Neubildung 2015, 2016 und 2018 unterbrochen ist. Die Jahre 2019/2020 zeigen den niedrigsten Wasserstand im Beobachtungszeitraum. Das Jahr 2021 ist wieder durch verstärkte Niederschläge gekennzeichnet. Im

Gegensatz dazu zeichnet sich 2022/2023 wieder durch stark absinkende Wasserspiegel aus, der Tiefstand von 2019/2020 wird aber nicht erreicht. Die Entwicklung der Grundwasserstände wird primär durch die fallenden Niederschlagsmengen und der daraus resultierenden Neubildung gesteuert. Ende 2023 zeichnet sich eine gewisse Erholung der Grundwasserstände auf Mittelwasserniveau an.

Die jährlichen Niederschlagsmengen (s. Abb. 10b) zeigen für das hydrologische Jahr 2005 mit 674 mm ein Minimum während in den darauffolgenden Jahren bis 2014 die Jahresniederschläge sich rel. konstant zwischen ca. 800 mm - 900 mm bewegen. Die Jahre 2015 und 2018 mit 736 mm bzw. 782 mm rahmen 2 feuchtere Jahre mit 870 mm – ca. 1000 mm ein. 2016 zeigt im dargestellten Zeitraum die höchsten Niederschläge. Die Jahre 2018 – 2020 zeigen in Folge geringere Niederschläge zwischen 767,64 mm und 784,5 mm. Erst 2021 steigen die Niederschläge wieder auf ca. 923 mm an, um dann 2022 wieder auf 750 mm abzufallen. Auch das hydrologische Jahr 2023 zeichnet sich durch einen geringeren Jahresniederschlag von 715 mm aus.

Demzufolge zeigt der Wasserspiegel Anfang 2006 auch eines der niedrigsten Niveaus im Beobachtungszeitraum und aufgrund der hohen Winterniederschläge einen ersten Hochstand Mitte 2006 (s. Abb. 10a). Weitere Wasserspiegelhochstände können insbesondere 2013, 2015, 2016, Anfang 2018 und Mitte 2021 beobachtet werden. Bis auf das Jahr 2021 handelt es sich hierbei um Jahre mit höherem Anteil an Winterniederschlägen. Der Anteil der Winterniederschläge 2019 mit 251 mm und 2022 mit 222 mm sind im Beobachtungszeitraum die niedrigsten Werte. Zusammen mit den geringen Sommerniederschlägen 2018 führt dies 2019 zu den niedrigsten Wasserständen, die seit 2005 gemessen wurden. Die Winterniederschläge 2020 mit knapp 304 mm sind ebenfalls sehr niedrig, ermöglichen aber einen geringfügigen Anstieg des Grundwasserspiegels im Frühjahr 2020. Dieser baut sich bis Ende 2020 allerdings wieder ab und im Dezember 2020 herrschen wieder annähernd vergleichbar niedrige Wasserstände wie 2019. Erst im Jahr 2021 erholen sich die Wasserstände durch die eher mäßigen Winterniederschläge aber vor allem durch die Starkniederschläge im Sommer. Die extrem niedrigen Winterniederschläge 2022 mit 222 mm lassen den Grundwasserspiegel im Laufe des Jahres 2022 trotz der etwas ausgeprägteren Sommerniederschläge wieder stark abfallen.

Allgemein zeigt sich, dass die Winterniederschläge immer deutlich geringer ausfallen als die Sommerniederschläge (s. Abb. 10a). Teilweise beträgt der Unterschied über 50 %. Die Winterniederschläge zeichnen sich über die Jahre durch leichte Schwankungen aus, zeigen aber seit 2016 einen leicht abnehmenden Trend (s. Abb. 10a), der erst 2023 wieder unterbrochen wird. Bei den Sommerniederschlägen ist bis 2009 eine Zunahme zu verzeichnen, über den gesamten Beobachtungszeitraum bis 2017 zeichnet sich allerdings eine eher indifferente bis leicht abnehmende Tendenz der sommerlichen Niederschlagsverhältnisse ab. Erst ab 2018 nimmt der Trend wieder zu, wobei 2023 die Sommerniederschläge wieder auf 384 mm deutlich abfallen.

Die Wasserspiegelganglinie der GWM 239/422-4 (P 81), die in den Abbildungen 10a und 10c den Niederschlägen gegenübergestellt wird, verdeutlicht das komplexe Zusammenspiel zwischen Grundwasserstand und Neubildung durch Niederschläge. Einerseits findet die Neubildung durch die Winterniederschläge auf Grund der fehlenden Evapotranspiration statt, dies zeigt sich insbesondere im Jahr 2013, wo sogar der Höchstwasserstand im Beobachtungszeitraum gemessen wurde, andererseits machen sich aber auch Starkniederschlagsereignisse in den Sommermonaten in den Grundwasserständen bemerkbar und bestimmen den Trend im Grundwasser mit. Geringe Winterniederschläge wie beispielsweise in den Jahren 2014, 2017, 2019, 2020 und 2022 verursachen geringe Grundwasserstände, die nur teilweise durch die stärkeren Sommerniederschläge kompensiert werden. Den Grundwassertrend der Messstelle 239/422-4 (P 81) zeigen alle Grundwassermessstellen, auch diejenigen, die weit vom Baggersee entfernt sind (z.B. GWM 129/422-1, DP 7T), bzw. im Horizont E verfiltert sind (GWM 130/422-6, DP 7F).

7. Vorschlag Grundwassermonitoring ab 2025

Für die Erweiterungsphase II wird in Tabelle 7 ein weiterführendes Grund- und Seewassermonitoring vorgeschlagen.

Tab. 7 Vorschlag Monitoring Grund- und Seewasser Phase II ab 2025

Grundwasseraufschluss			Monitoring 2009 - 2022 Phase I			Vorschlag Monitoring ab 2025 Phase II		
EDV-Nr	LUBW-Nr.	alte Bezeichnung	DS	Lichtlot	Chemie	DS	Lichtlot	Chemie
143	0129/422-1	DP 7T Waldheim	x		x	x		
144	0130/422-6	DP 7F Waldheim	x		x	x		
340	2018/422-8 **	BK 10T/94 SW R`zell		x	x			
2484	2251/422-0	KB 5T/04 SW Radolfzell	x		x	x		x
2480	2245/422-5	KB 2/04 SW Radolfzell		x			x	
2481	2247/422-6	KB 3/04 SW Radolfzell	x			x		
106	0104/422-8	KB 2/64 SW Radolfzell		x			x	
225	0239/422-4	P 81 Schray		x			x	
2482	2249/422-7**	KB 4T/04 SW Radolfzell		x	x		x	
2483	2250/422-4**	KB 4F/04 SW Radolfzell		x	x			
297	0350/422-5	T 1 Schray	x		x	x		x
1781	2256/422-7	BK 5a/97 Sw Radolfzell		x			x	
367	2234/422-3	KB T1/95 SW Radolfzell		x	x		x	x
164	0155/422-0*	B 13 Weiherhof	x	x			x	
307	0418/422-0	P 8/94 Frauenwiesqu.	x		x	x		x
475	2076/422-5*	P 20 Frauenwiesquelle	x	x	x	x		x
-	0113/422-1	Frauenwiesquelle neu						x ¹
4952	-	Baggersee	x		x	x		x
5660	-	SWR 1/20		x			x	x
5684	-	SWR 2/20	x			x		x
5697	-	SWR 3/21		x			x	x
5685	-	SWR 4/20	x			x		x
5686	-	SWR 5/20	x			x		x
5715	-	SWR 5a/21	x					

DS = Datensammler (kontinuierliche Wasserspiegelmessungen)

* DS eingebaut ab Mai 2022

** Lichtlotmessung nur 2 x jährlich bei Probennahme

Chemie: Mindestuntersuchungsumfang PF-UVU-N3 Leitfaden "Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft", LfU 2004

x¹ evtl. jährliche Rohwasseranalyse Betreiber

Es wird empfohlen, das Beprobungsintervall für das Grund- und Seewasser gemäß Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft (LfU 2004)“ im 2 - bzw. 6-jährigem Turnus (Untersuchungsumfang A1 bzw. A2) durchzuführen.

Die Lichtlotmessungen werden im ca. 6-wöchigem Intervall im Zuge der Kontrollen und Auslesung der Datensammler durchgeführt.

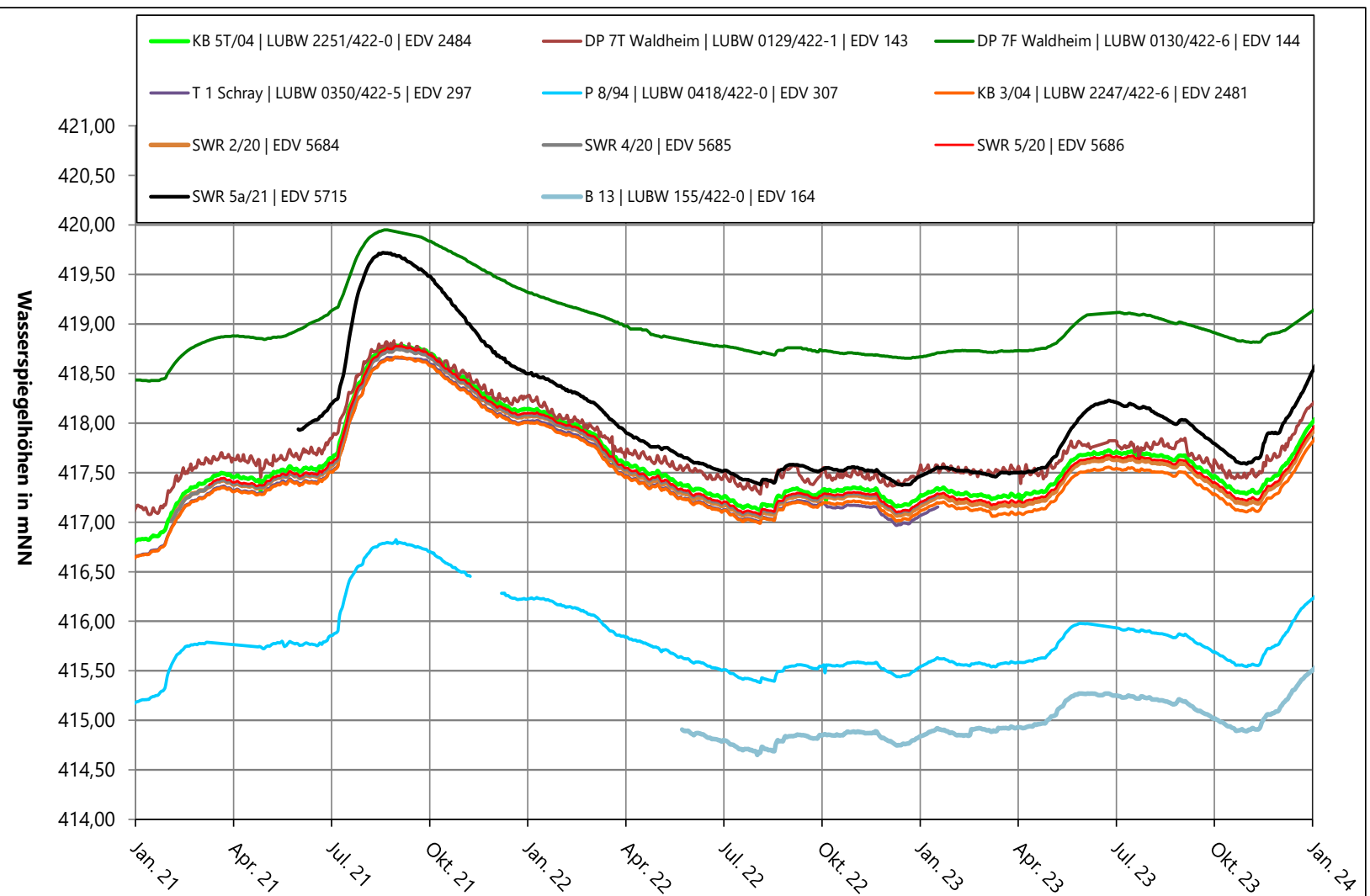


Abb. 2a Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 129/422-1 (Tagesmittelwerte), 130/422-6, 155/422-0, 350/422-5, 418/422-0, 2247/422-6, 2251/422-0, SWR 2/20, SWR 4/20, SWR 5/20 und SWR 5a/21 vom 01.01.2021 - 31.12.2023

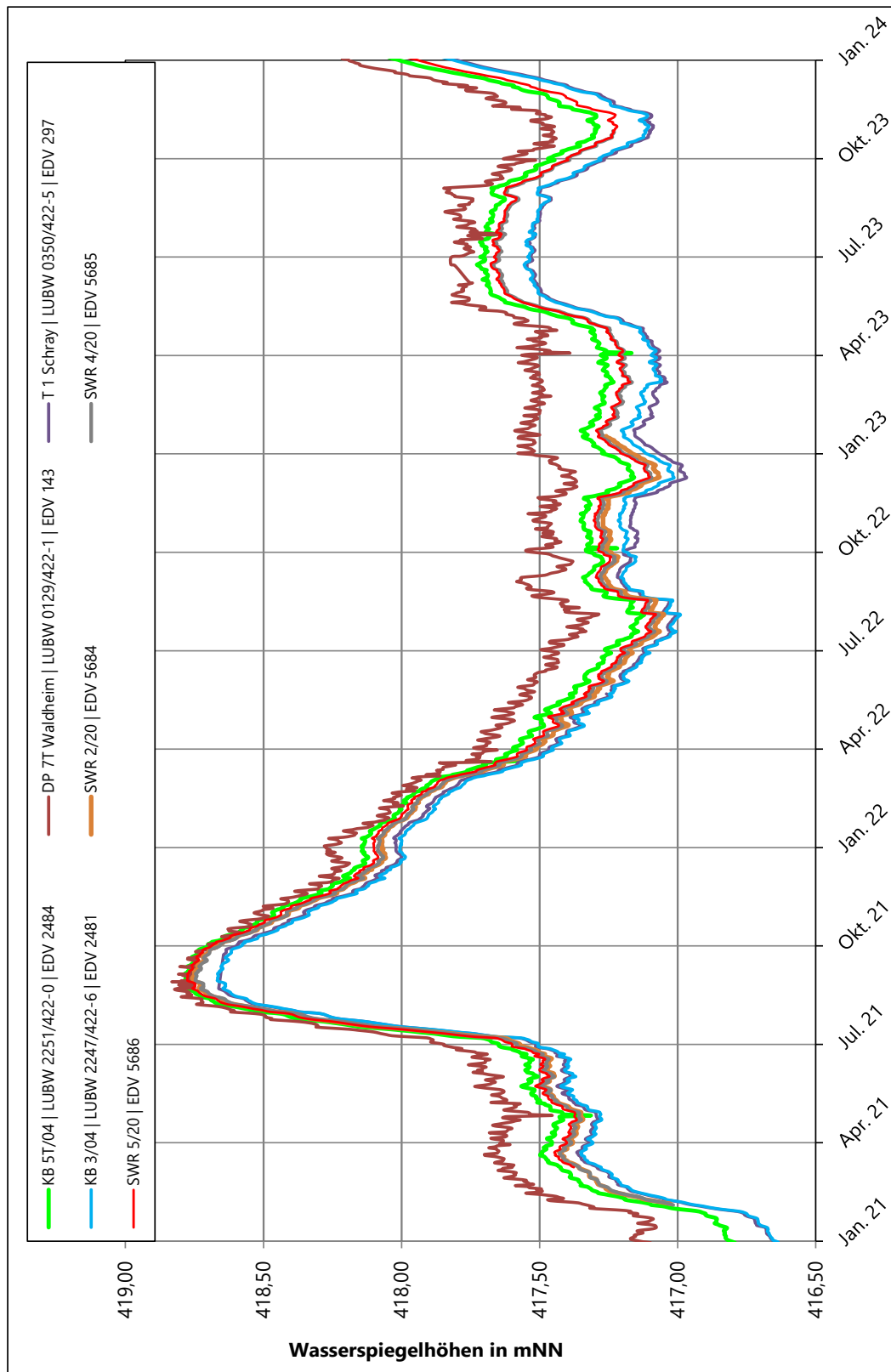


Abb. 2b Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 129/422-1 (Tagesmittelwerte), 350/422-5, 2247/422-6, 2251/422-0, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20 vom 01.01.2021 - 31.12.2023

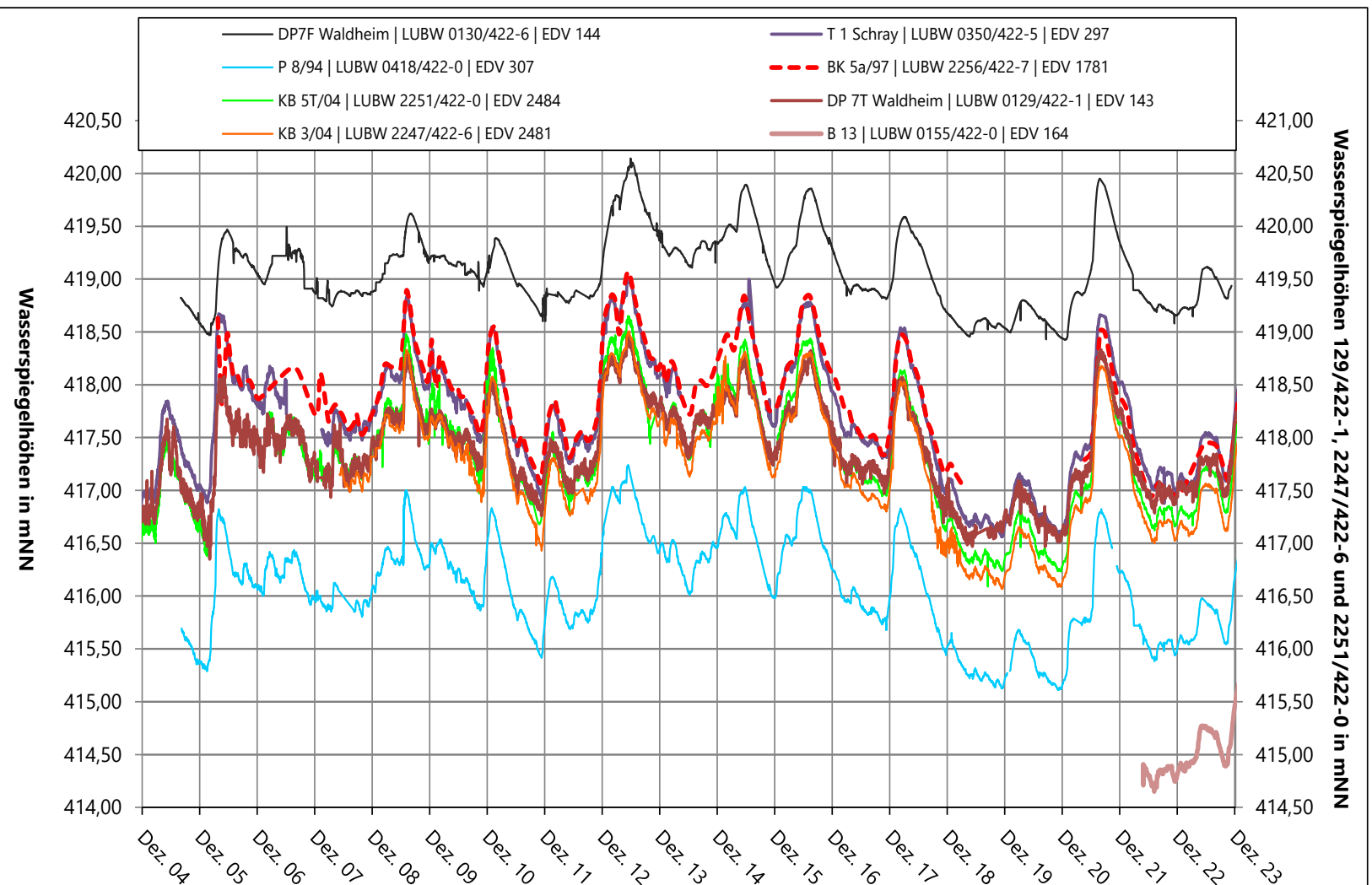


Abb. 3 Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 129/422-1, 130/422-6, 350/422-5, 418/422-0, 155/422-0, 2247/422-6, 2256/422-7 und 2251/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

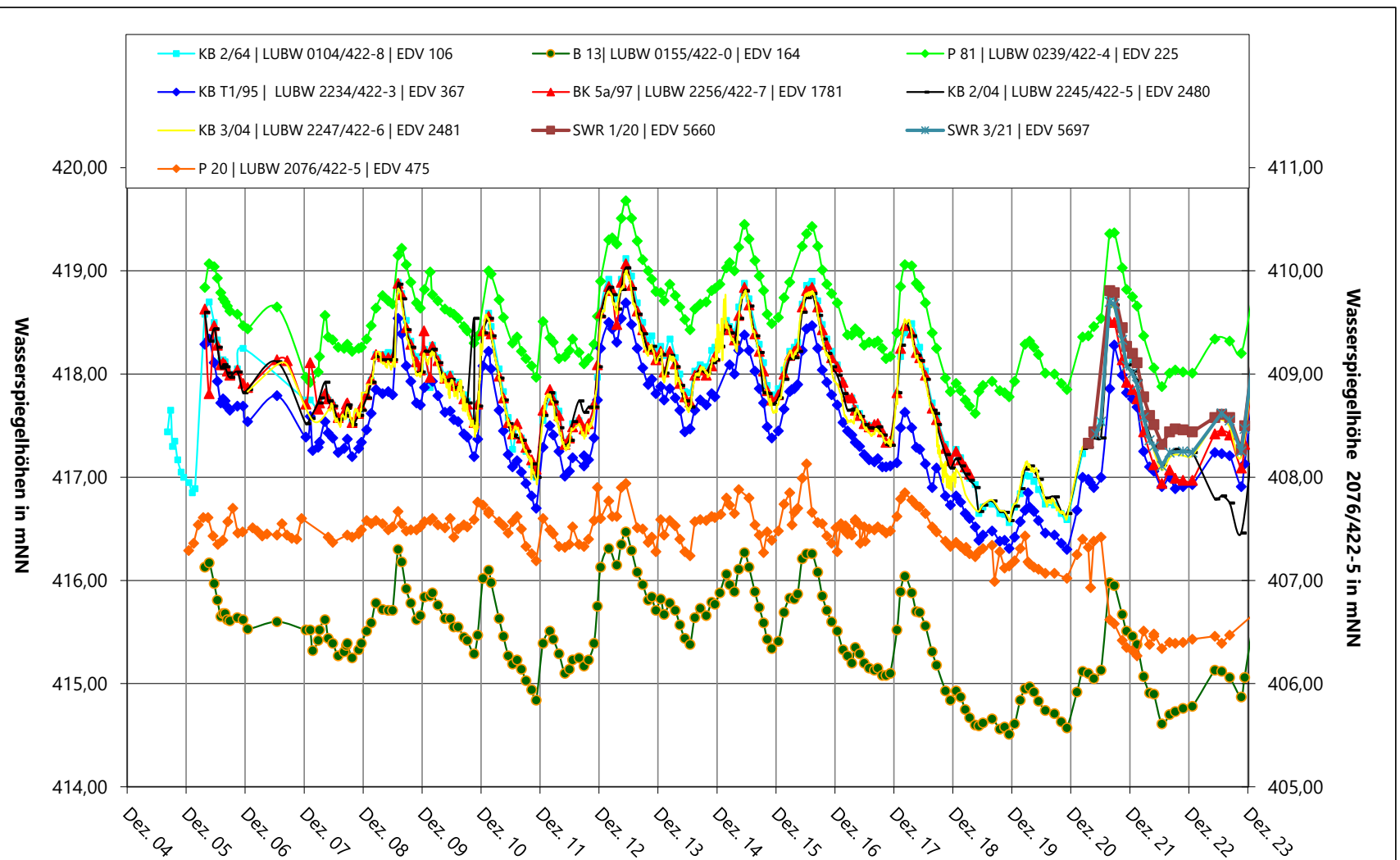
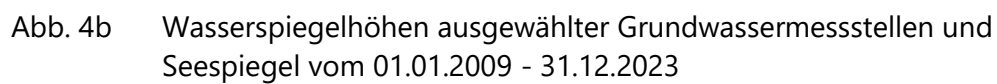


Abb. 4a Wasserspiegelhöhen (2- bis 4-wöchiges Messintervall) 2005 - 2023



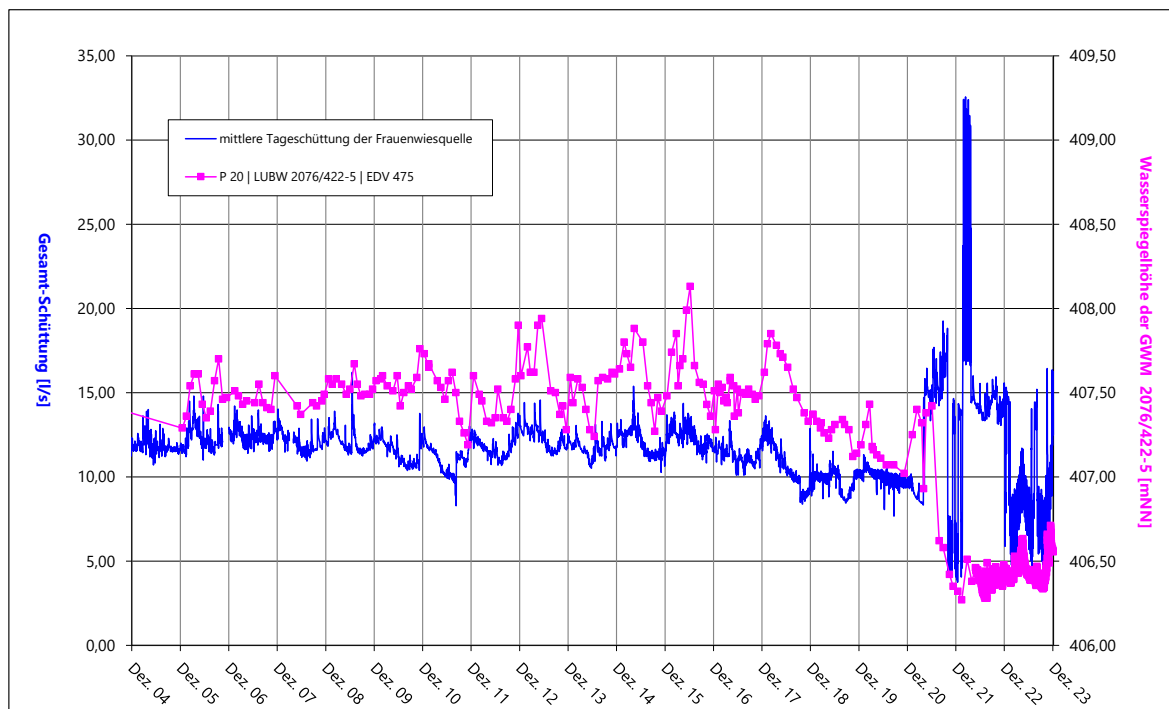


Abb. 5a Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und
 Wasserspiegelhöhe der GWM 2076/422-5 von 2005 - 2023

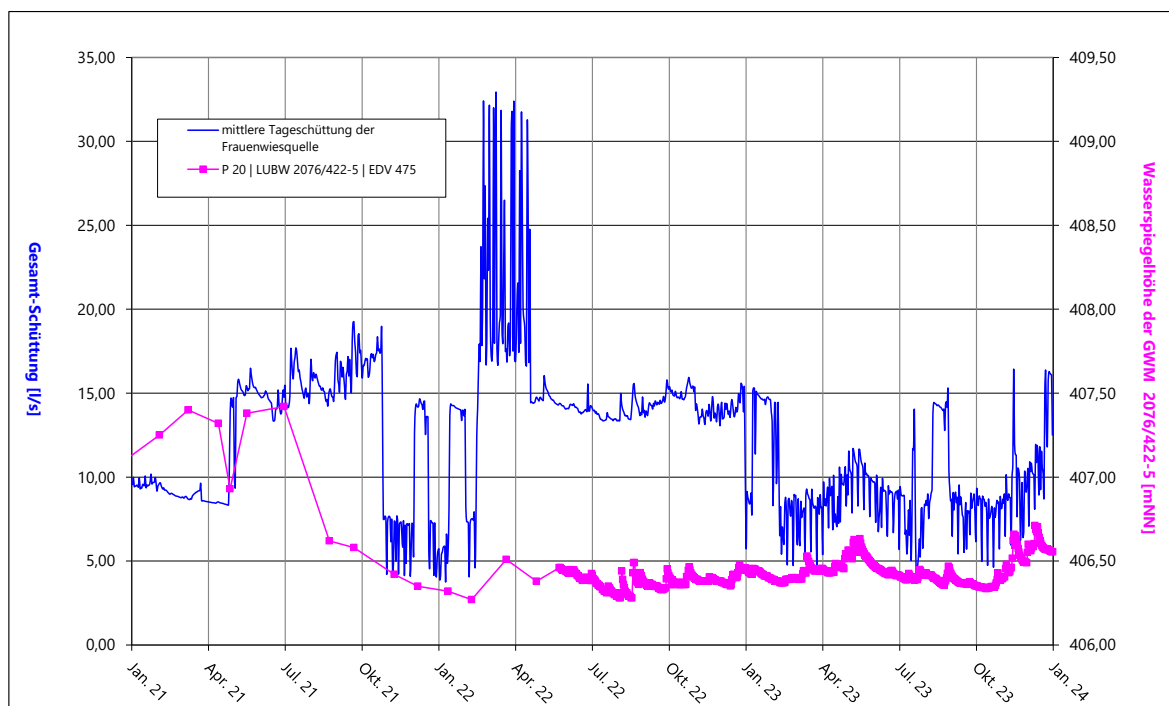


Abb. 5b Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und
 Wasserspiegelhöhe der GWM 2076/422-5 vom 01.01.2021 - 31.12.2023

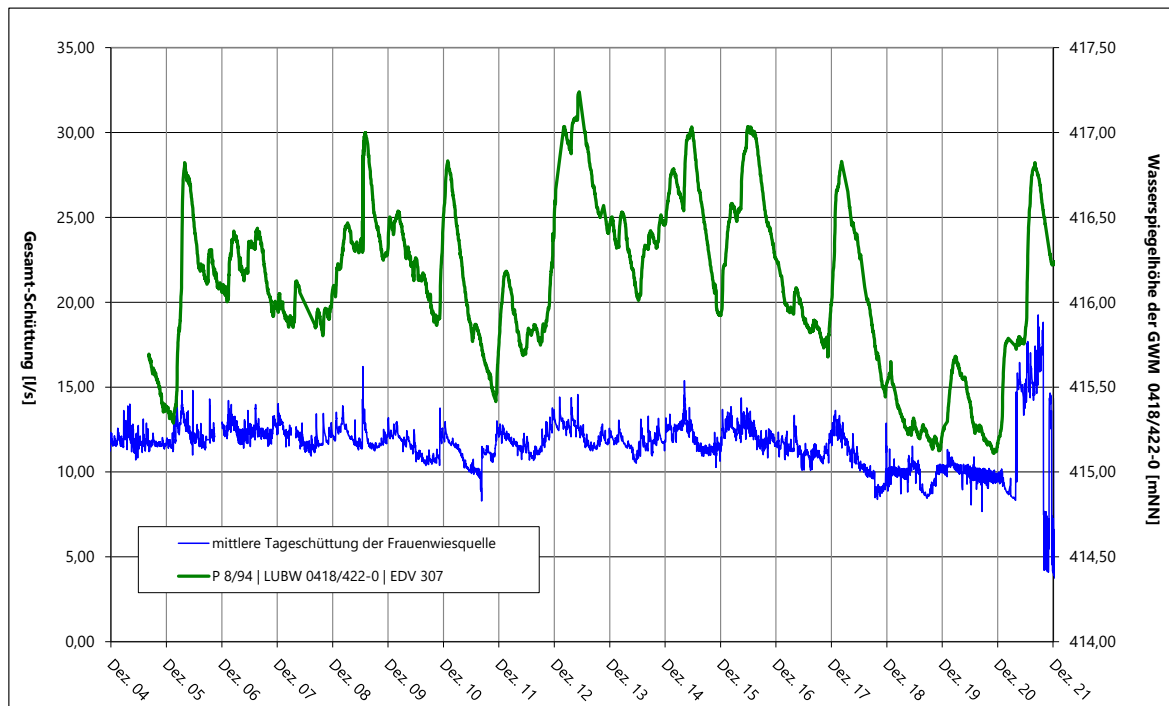


Abb. 6a-1 Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und
 Wasserspiegelhöhe der GWM 418/422-0 von 2005 - 2021

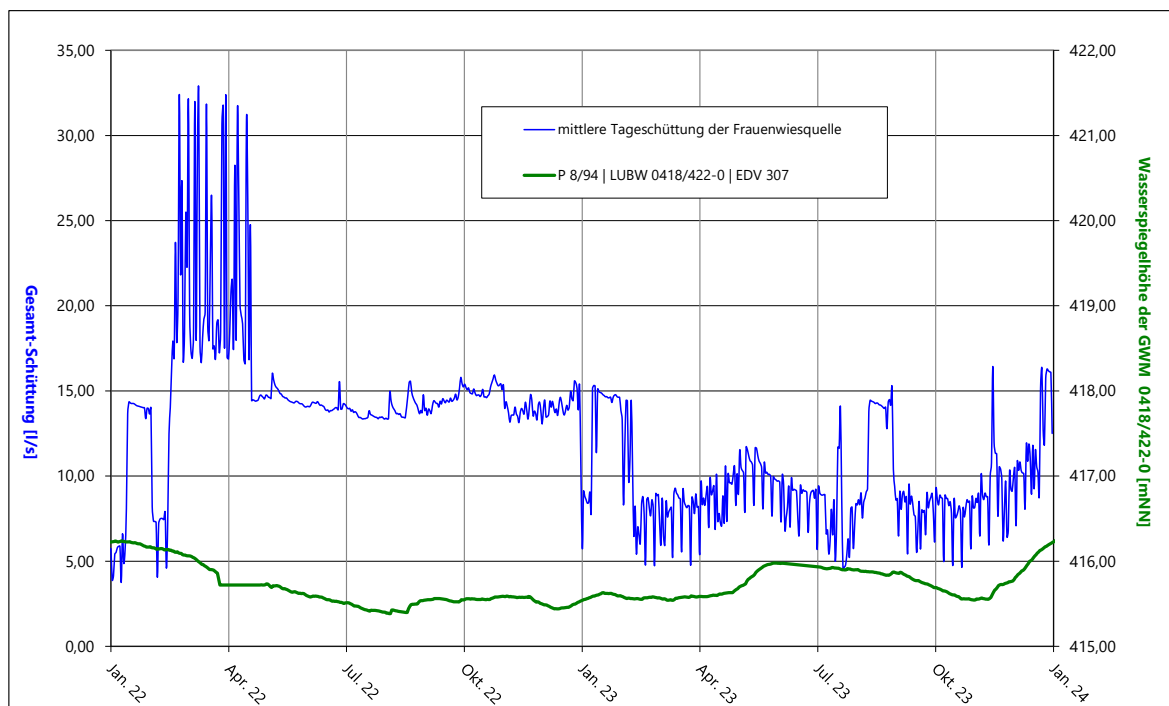


Abb. 6a-2 Schüttungsmengen der Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und
 Wasserspiegelhöhe der GWM 418/422-0 vom 01.01.2021 - 31.12.2023

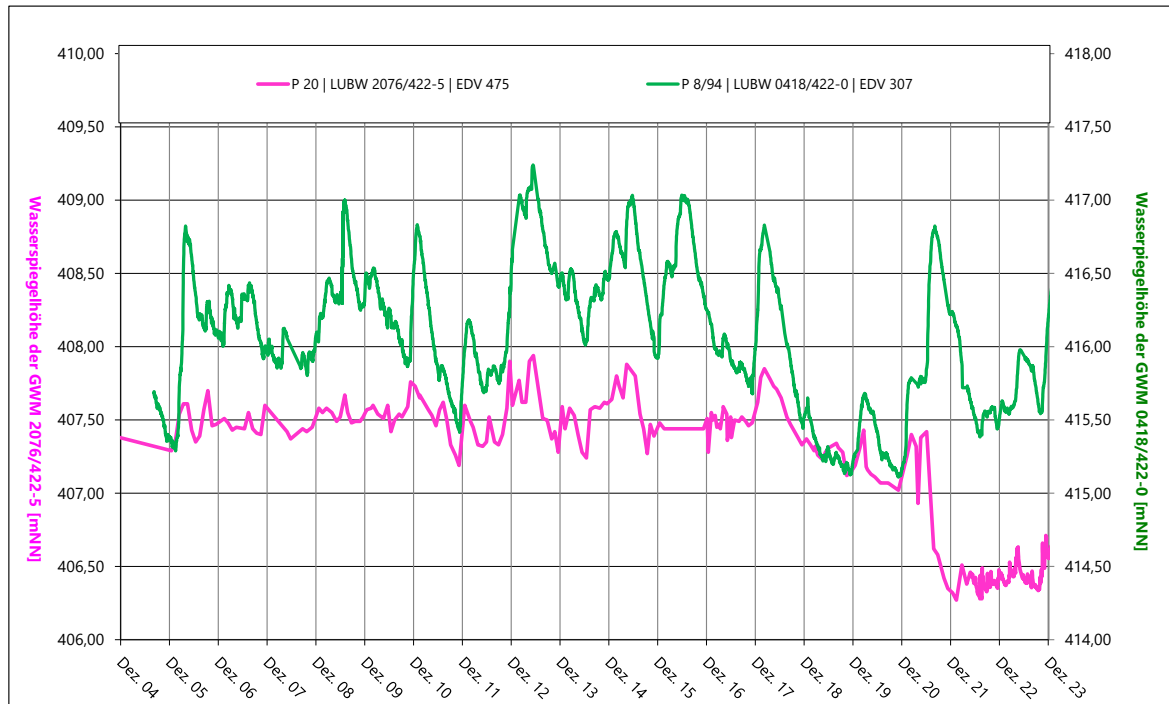


Abb. 6b-1 Vergleich der Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 0418/422-0 und 2076/422-5 von 2005 - 2023

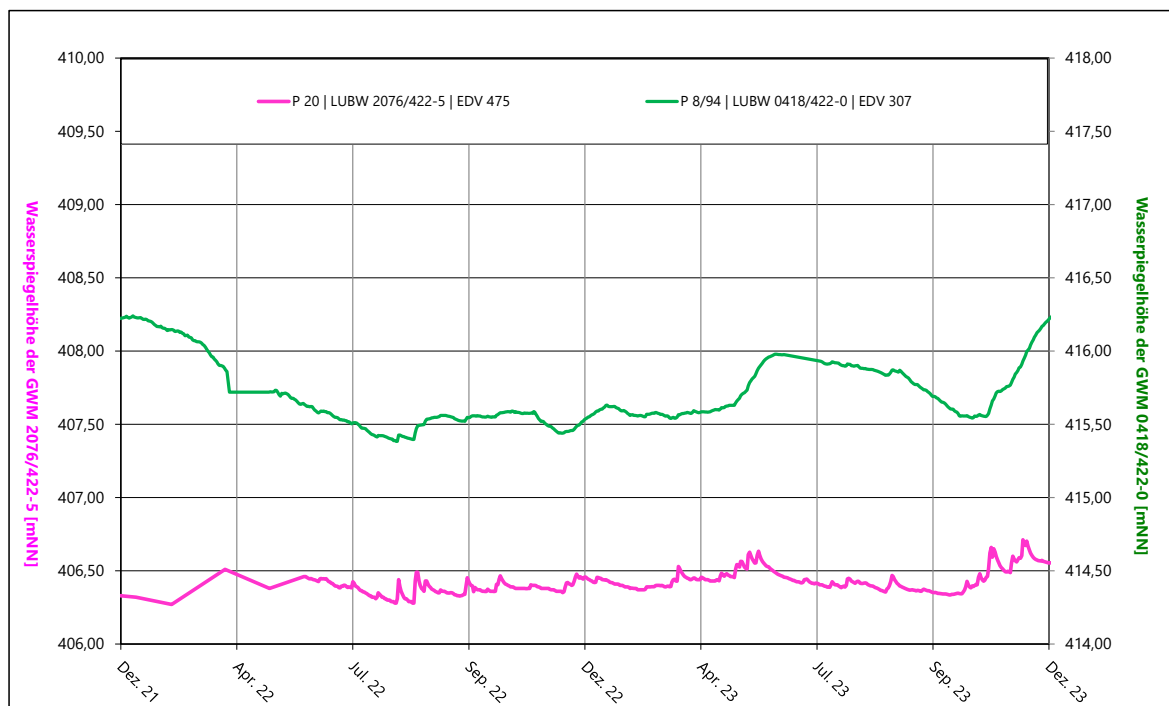


Abb. 6b-2 Vergleich der Wasserspiegelhöhen der Messstellen GWM 0418/422-0 und 2076/422-5 vom 01.01.2022 - 31.12.2023

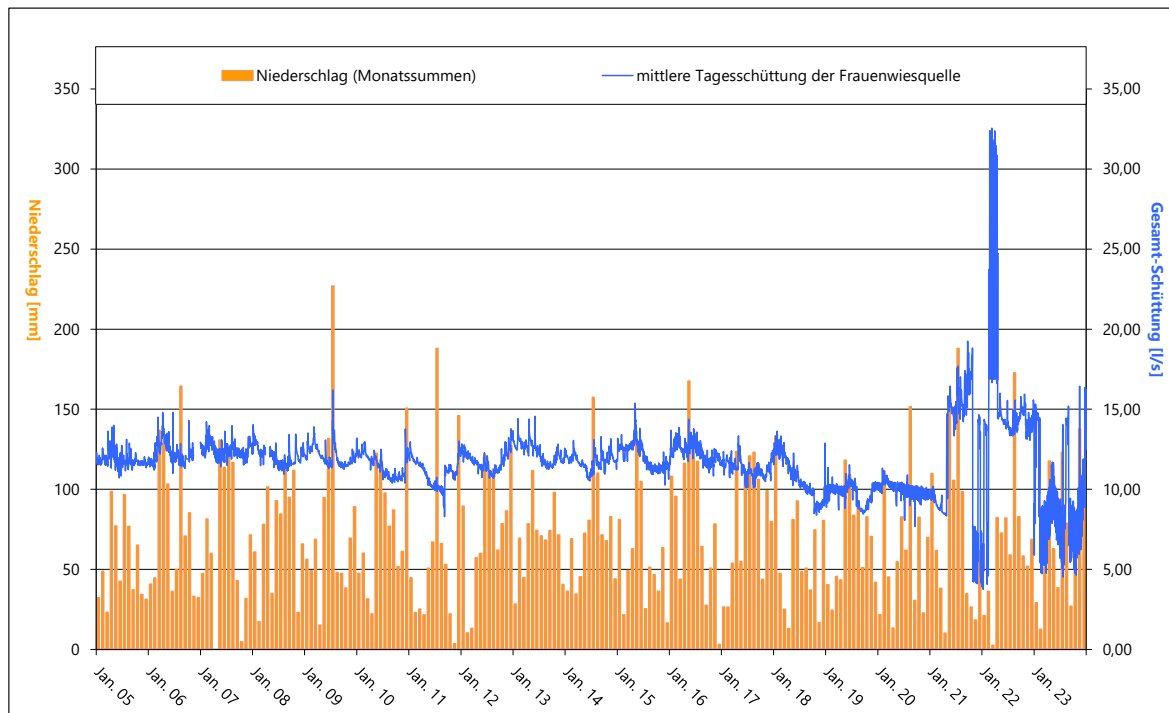


Abb. 7a Schüttung Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und monatliche Niederschlagssummen der Station Steißlingen von 2005 - 2023

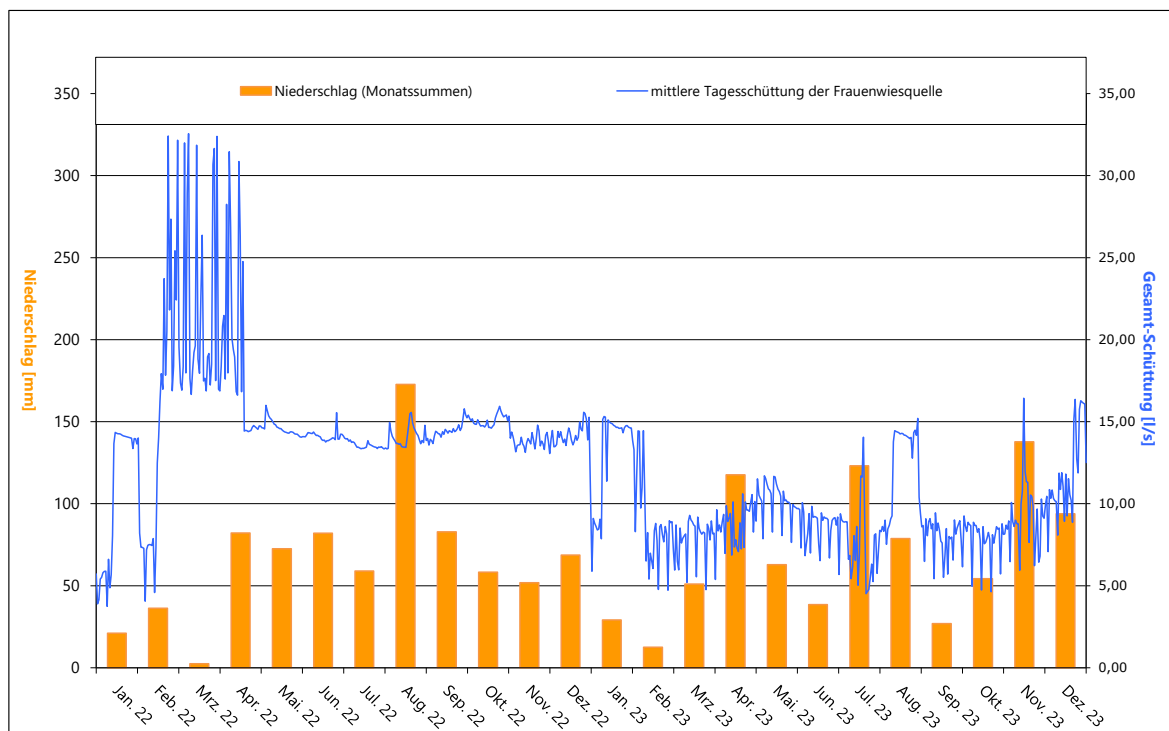


Abb. 7b Schüttung Frauenwiesquellen (Tagesmittel) und monatliche Niederschlagssummen der Station Steißlingen vom 01.01.2022 - 31.12.2023

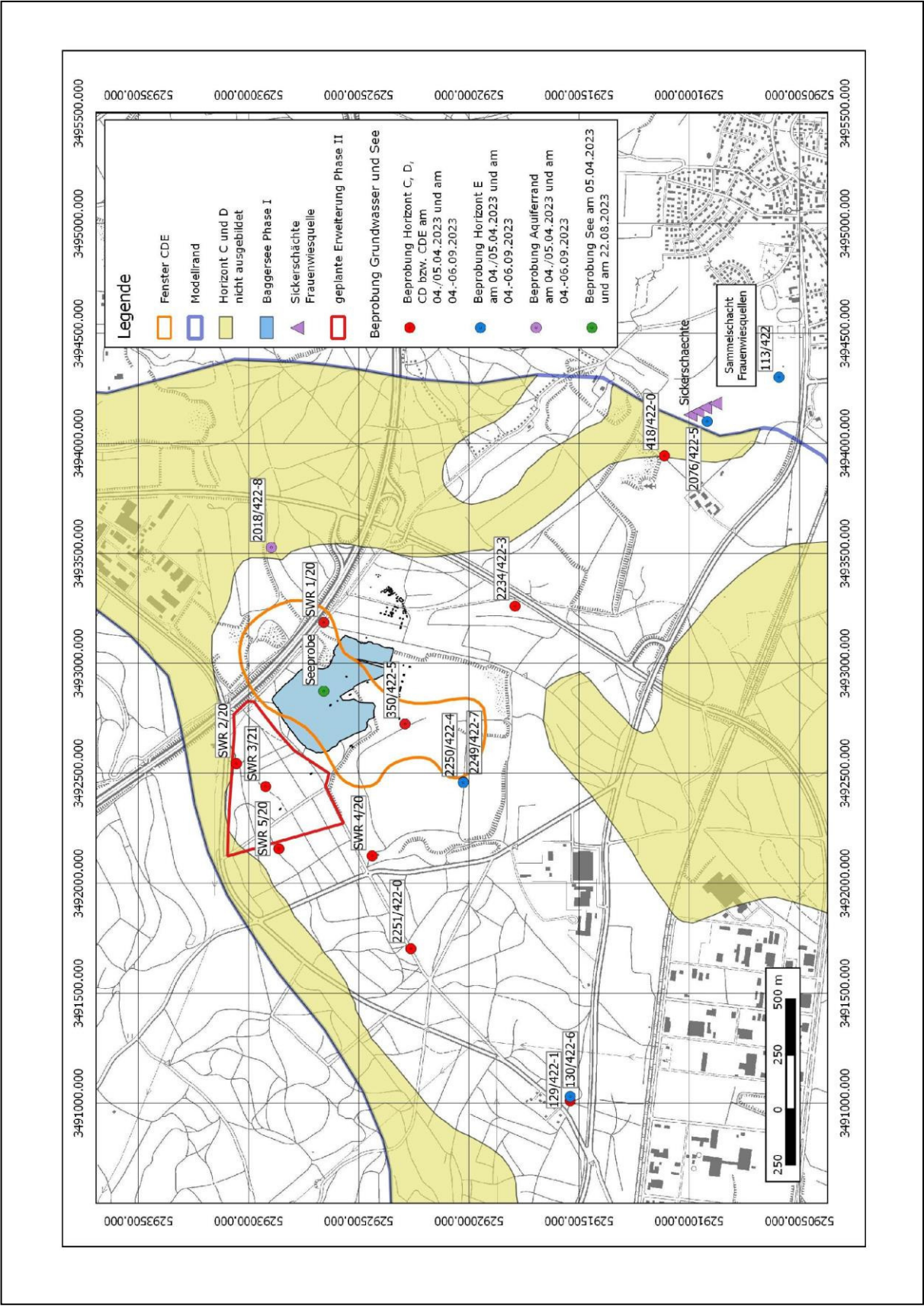


Abb. 8 Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2023

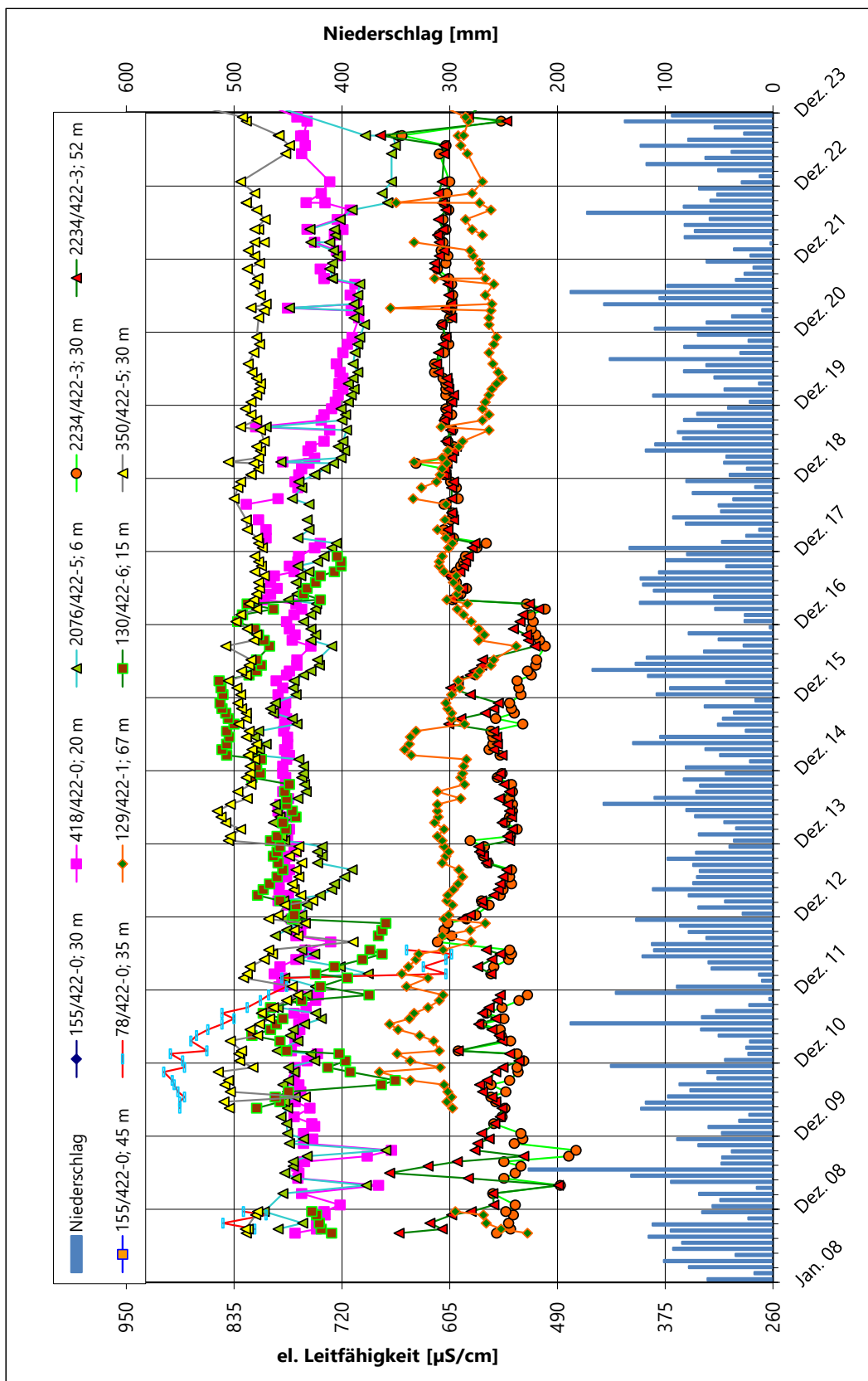


Abb. 9a Ganglinien der el. Leitfähigkeiten in verschiedenen Monitoringmessstellen sowie monatliche Niederschläge vom 01.08.2008 - 31.12.2023

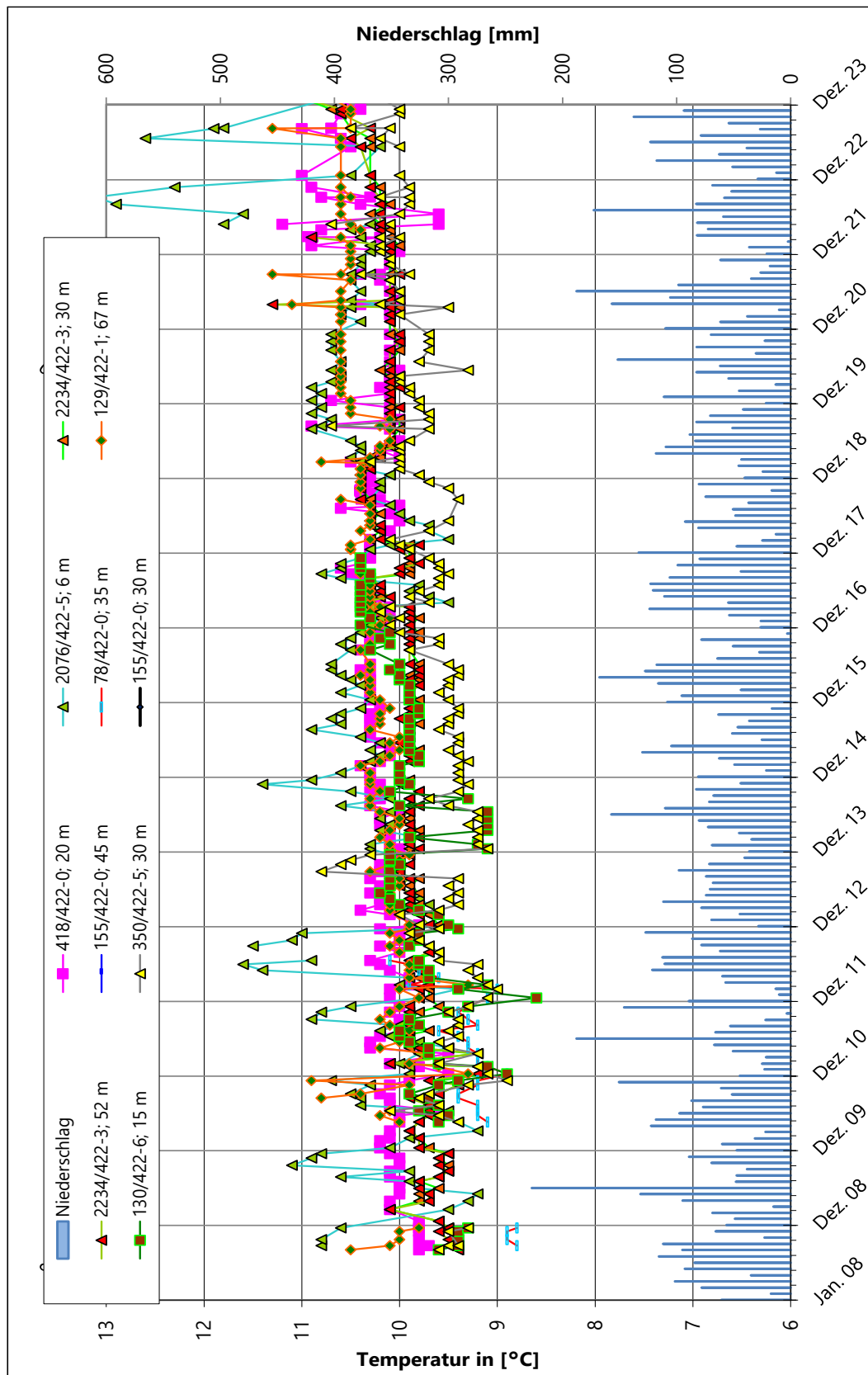


Abb. 9b Ganglinien der Grundwassertemperaturen in verschiedenen Monitoring-messstellen sowie monatliche Niederschläge vom 01.08.2008 - 31.12.2023

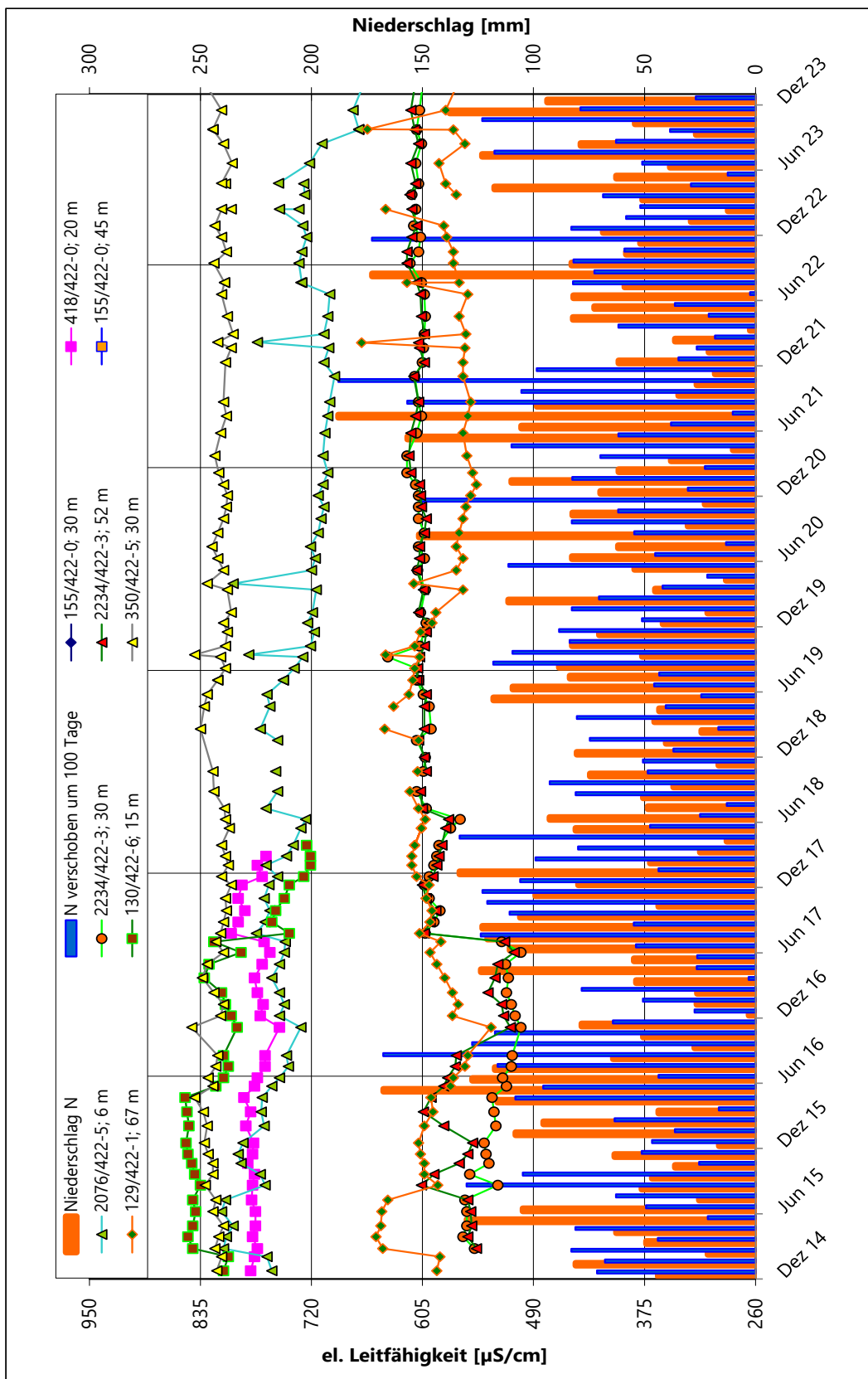


Abb. 9c Ganglinien der el. Leitfähigkeiten in verschiedenen Monitoringmessstellen sowie monatl. Niederschläge vom 01.01.2015 - 31.12.2023

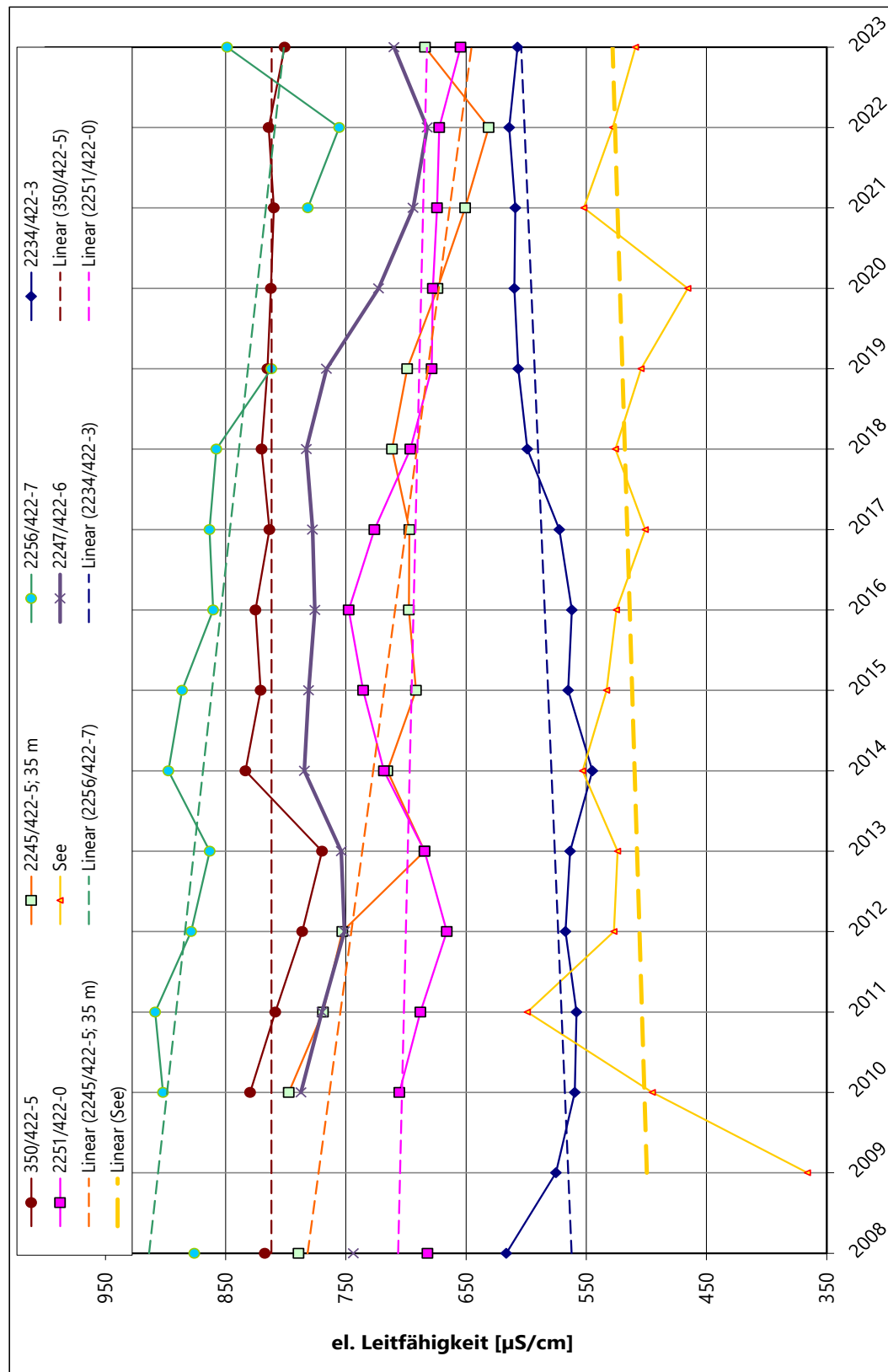


Abb. 9d Ganglinien der el. Leitfähigkeiten (Jahresmittel) in den Monitoringmessstellen 350/422-5, 2234/422-3, 2245/422-5 (35 m), 2247/422-6, 2251/422-0, 2256/422-7 und See im Zeitraum 2008 - 2023

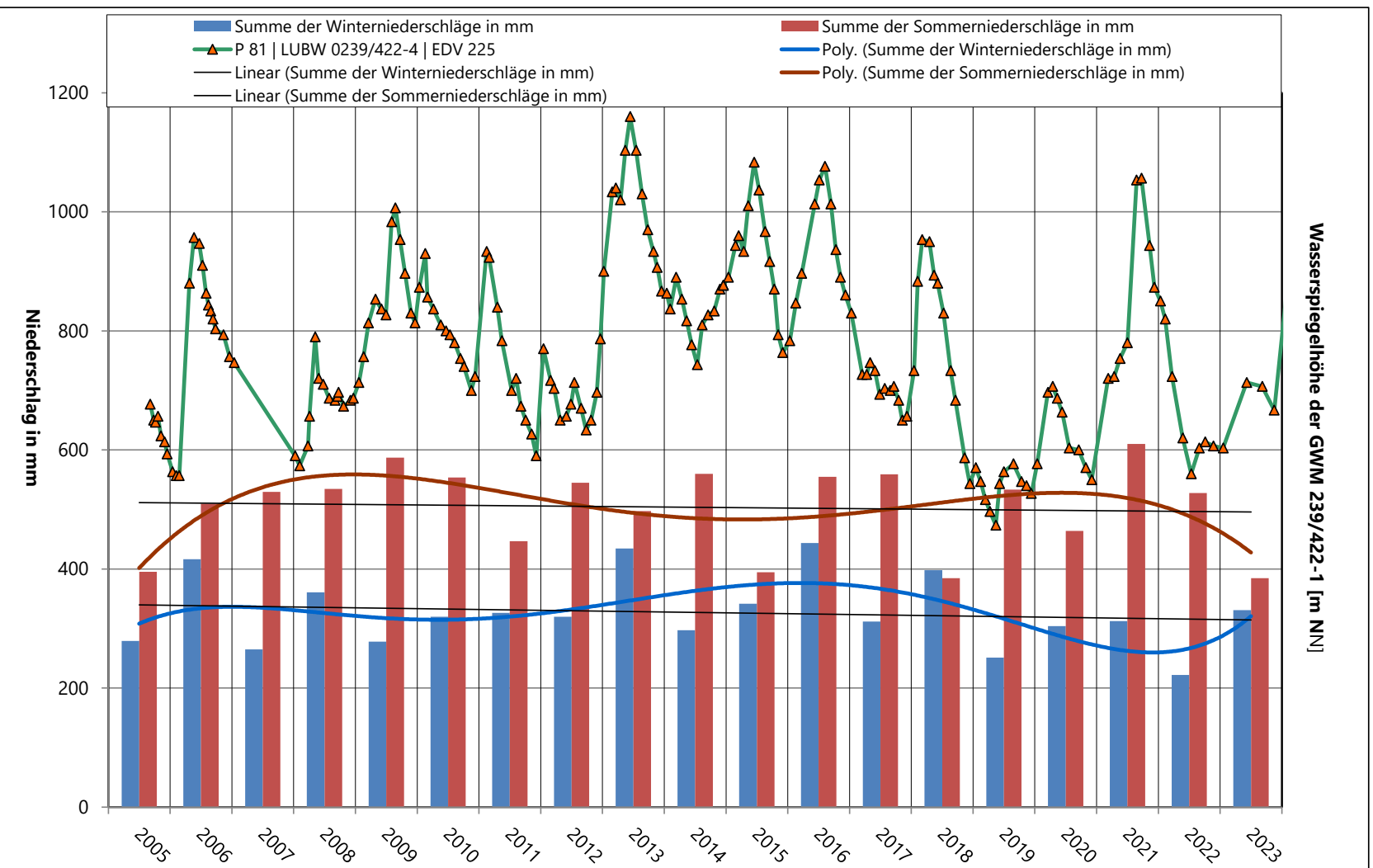


Abb. 10a Vergleich der Summen Winter-/Sommerniederschläge für die hydrologischen Jahre 2005 - 2023 und Wasserspiegelganglinie GWM 239/422-4

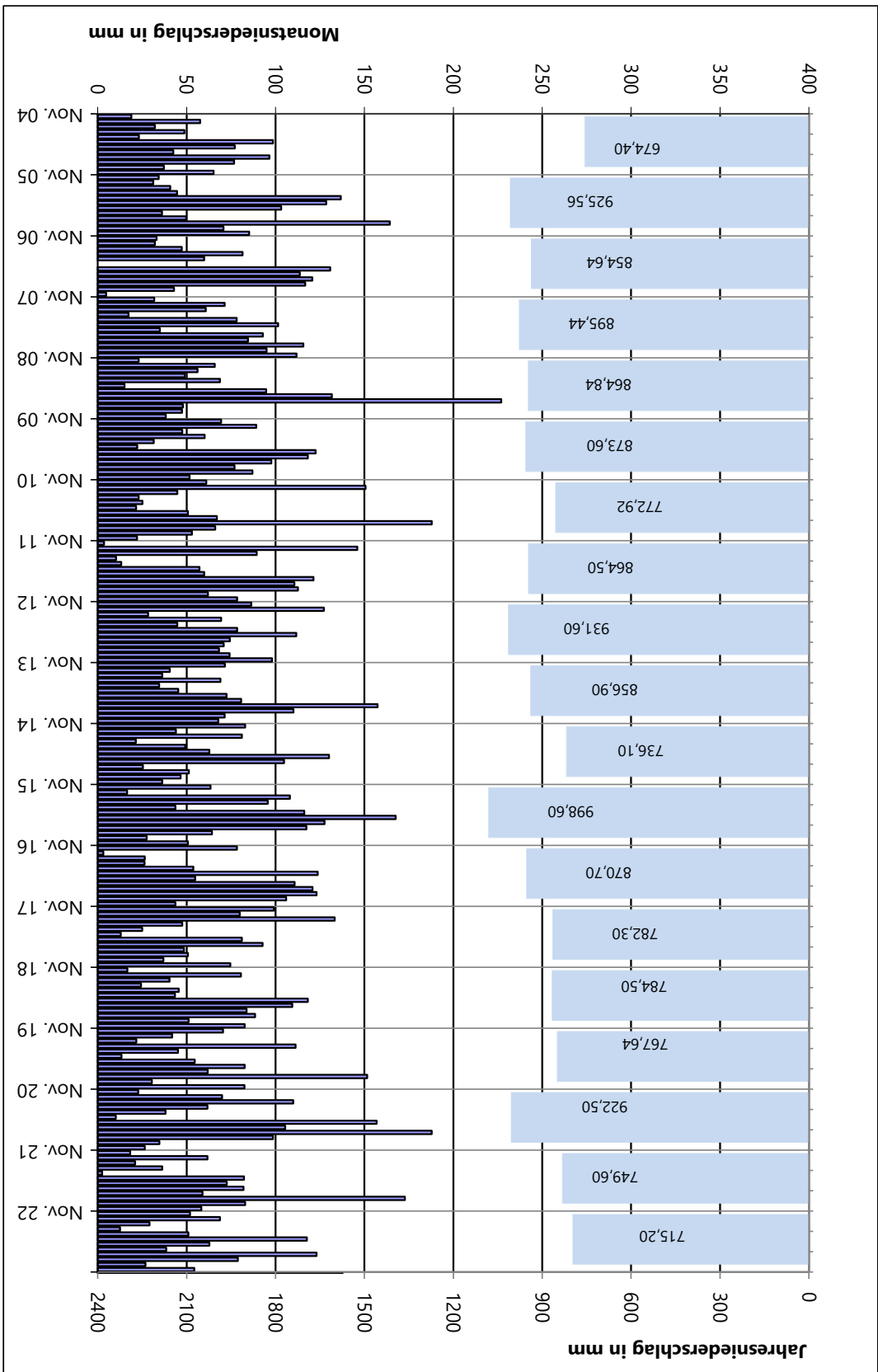


Abb. 10b Monatliche und jährliche Niederschlagsmessungen
01.11.2004 - 31.10.2023 der Station Steißlingen

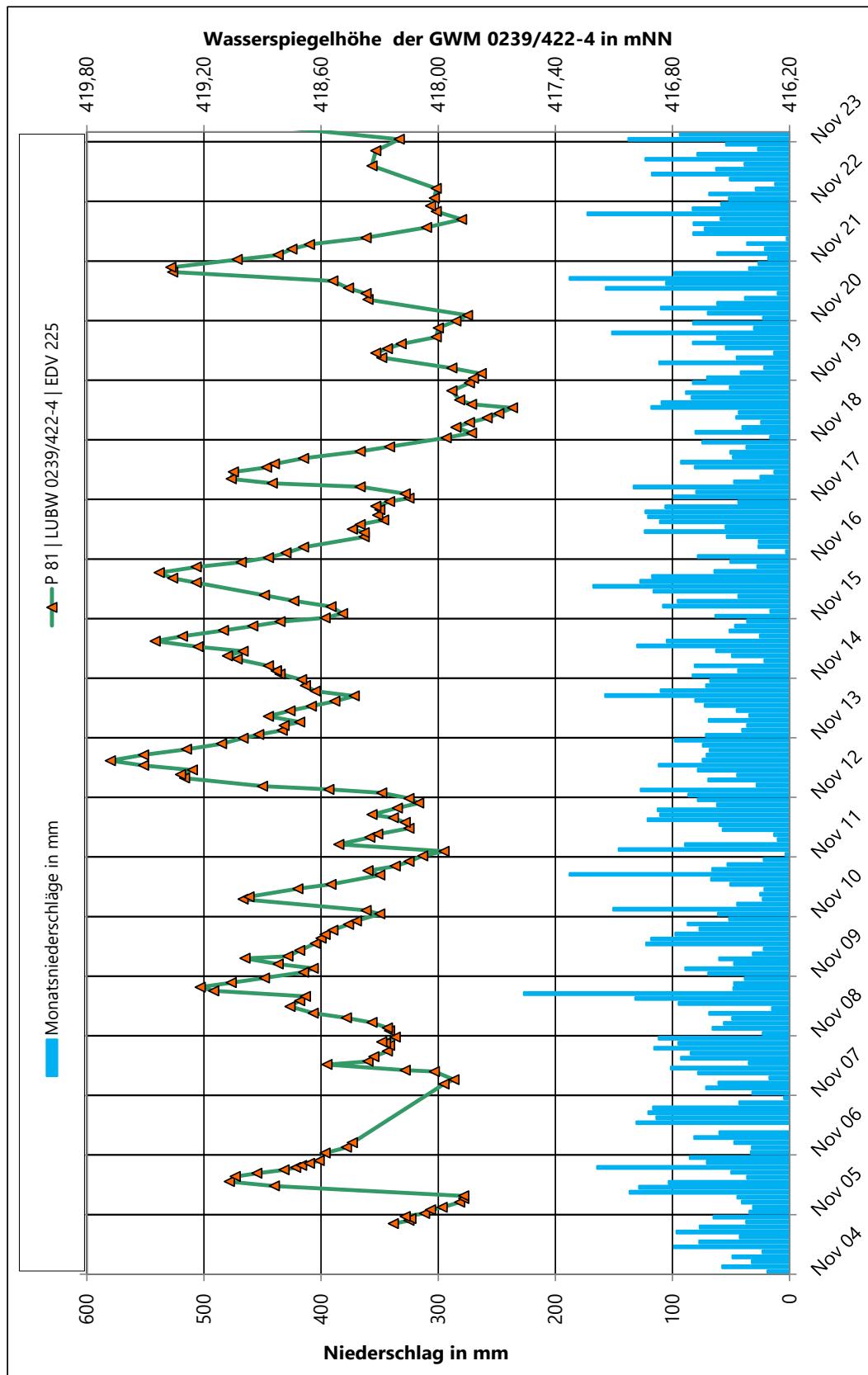


Abb. 10c Vergleich der Monats-Niederschläge für die hydrologischen Jahre 2005 - 2023 mit der Wasserspiegelganglinie GWM 239/422-4

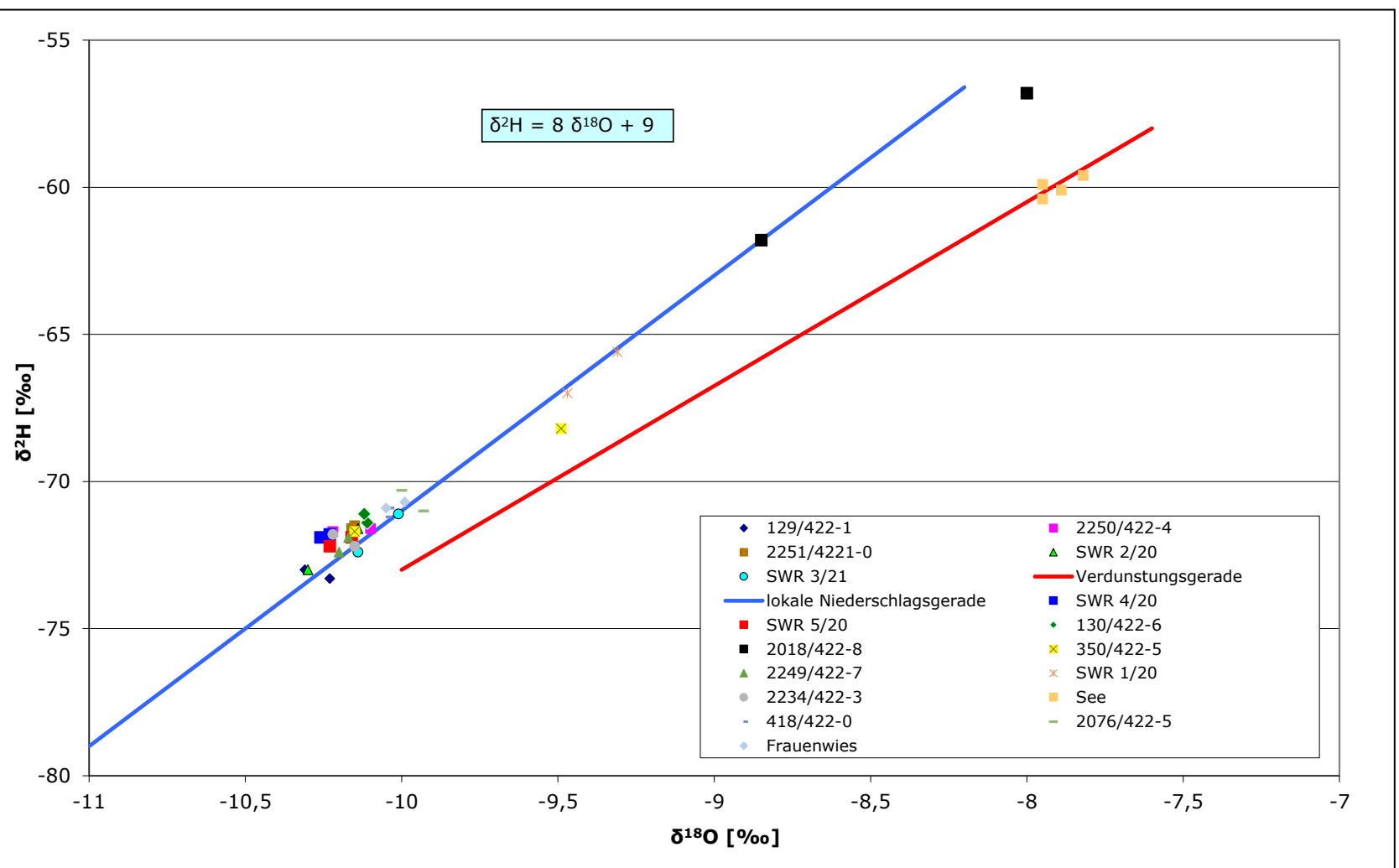


Abb. 11 Lage der See- und Grundwässer im $\delta^2\text{H}/\delta^{18}\text{O}$ - Diagramm für die 2023 analysierten Isotopengehalte

Anlagen

Anlage 1 Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen 2005 - 2023

- Anl. 1.1 Grundwasser – Ganglinie GWM 129/422-1 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.2 Grundwasser – Ganglinie GWM 130/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.3 Grundwasser – Ganglinie GWM 350/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.4 Grundwasser – Ganglinie GWM 418/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.5 Grundwasser – Ganglinie GWM 2251/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.6 Grundwasser – Ganglinie GWM 2247/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.7 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 2/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023
- Anl. 1.8 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 4/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023
- Anl. 1.9 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 5/20 vom 10.03.2021 - 31.12.2023
- Anl. 1.10 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 5a/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023

Anlage 2 Monatliche Wasserspiegelmessungen 2005 - 2023

- Anl. 2.1 Grundwasser – Ganglinie GWM 78/422-0 vom 01.01.2005 - 27.08.2012
- Anl. 2.2 Grundwasser – Ganglinie GWM 104/422-8 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.3 Grundwasser – Ganglinie GWM 155/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.4 Grundwasser – Ganglinie GWM 181/422-8 vom 01.01.2005 - 26.03.2008
- Anl. 2.5 Grundwasser – Ganglinie GWM 239/422-4 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.6 Grundwasser – Ganglinie GWM 2234/422-3 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.7 Grundwasser – Ganglinie GWM 2256/422-7 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.8 Grundwasser – Ganglinie GWM 2245/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.9 Grundwasser – Ganglinie GWM 2076/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.10 Seewasser – Ganglinie vom 01.07.2009 - 31.12.2023
- Anl. 2.11 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 1/20 vom 14.04.2021 - 31.12.2023
- Anl. 2.12 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 3/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023

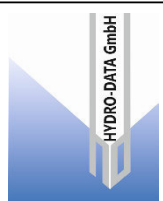
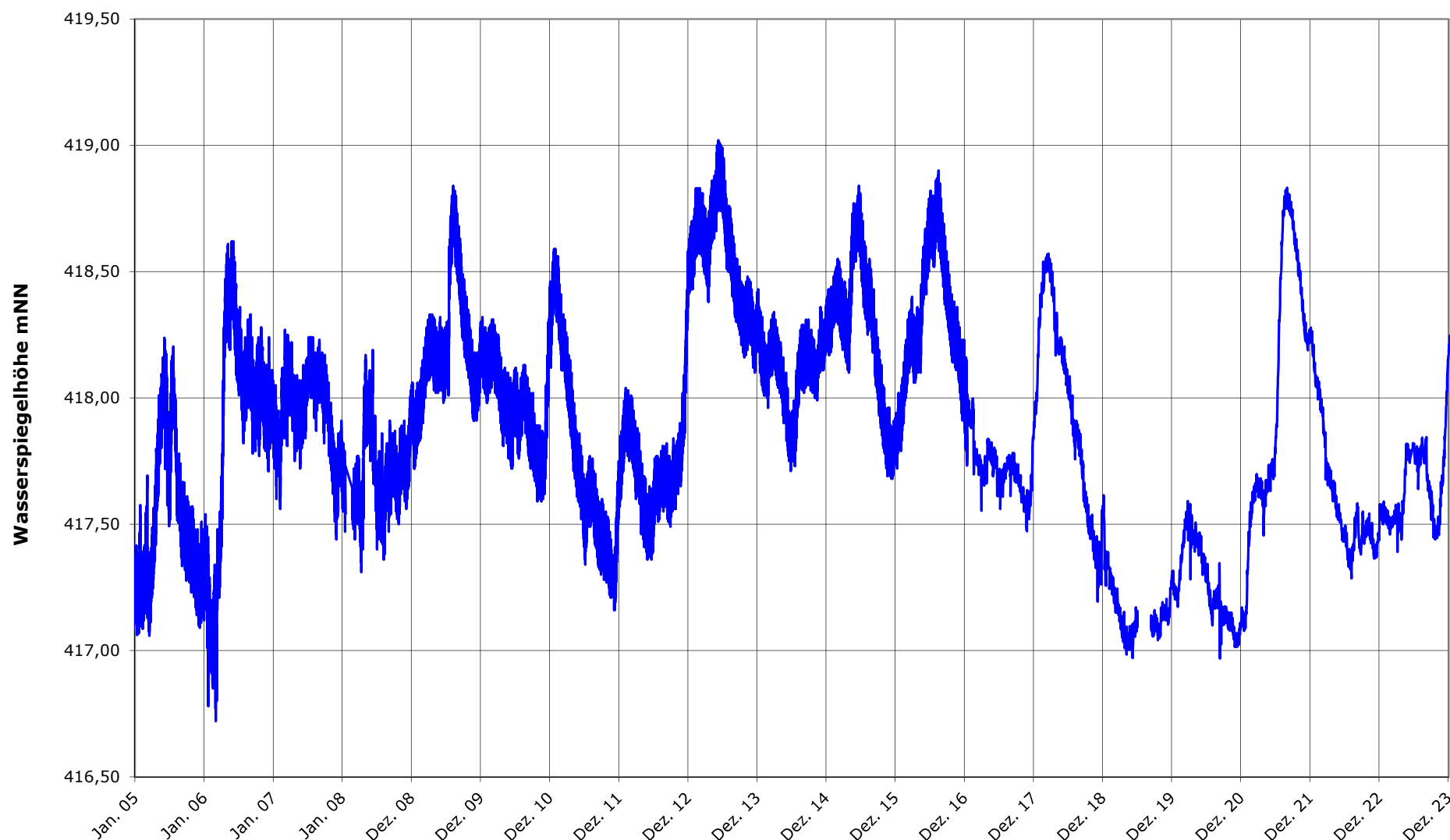
Anlage 3 Analysenergebnisse 2023

- Anl. 3.1 Chemisch-physikalische Parameter Stichtagsbeprobung am
04./05.04.2023 und am 04.-06.09.2023
- Anl. 3.2a Analysenergebnisse Grundwasser- und Seewasserbeprobung
am 04./05.04.2023, 22.08.2023 und 04.-06.09.2023 SGS Institut Fresenius
- Anl. 3.2b Isotopenhydrologische Untersuchungsergebnisse an Grund- und
Seewasserproben am 04./05.04.2023, 22.08.2023 und 04.-06.09.2023
SGS Institut Fresenius
- Anl. 3.3.1 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 78/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.2 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 129/422-1 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.3 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 130/422-6 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.4 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 350/422-5 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.5 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 418/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.6 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2018/422-8 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.7 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2076/422-5 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.8 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2234/422-3 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.9 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2249/422-7 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.10 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2250/422-4 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.11 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2251/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.12 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe See von 2009 - 2023

Anlage 1

Anlage 1 Kontinuierliche Wasserspiegelmessungen 2005 - 2023

- Anl. 1.1 Grundwasser – Ganglinie GWM 129/422-1 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.2 Grundwasser – Ganglinie GWM 130/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.3 Grundwasser – Ganglinie GWM 350/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.4 Grundwasser – Ganglinie GWM 418/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.5 Grundwasser – Ganglinie GWM 2251/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.6 Grundwasser – Ganglinie GWM 2247/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 1.7 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 2/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023
- Anl. 1.8 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 4/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023
- Anl. 1.9 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 5/20 vom 10.03.2021 - 31.12.2023
- Anl. 1.10 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 5a/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 129/422-1 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090/2023-004-01/679

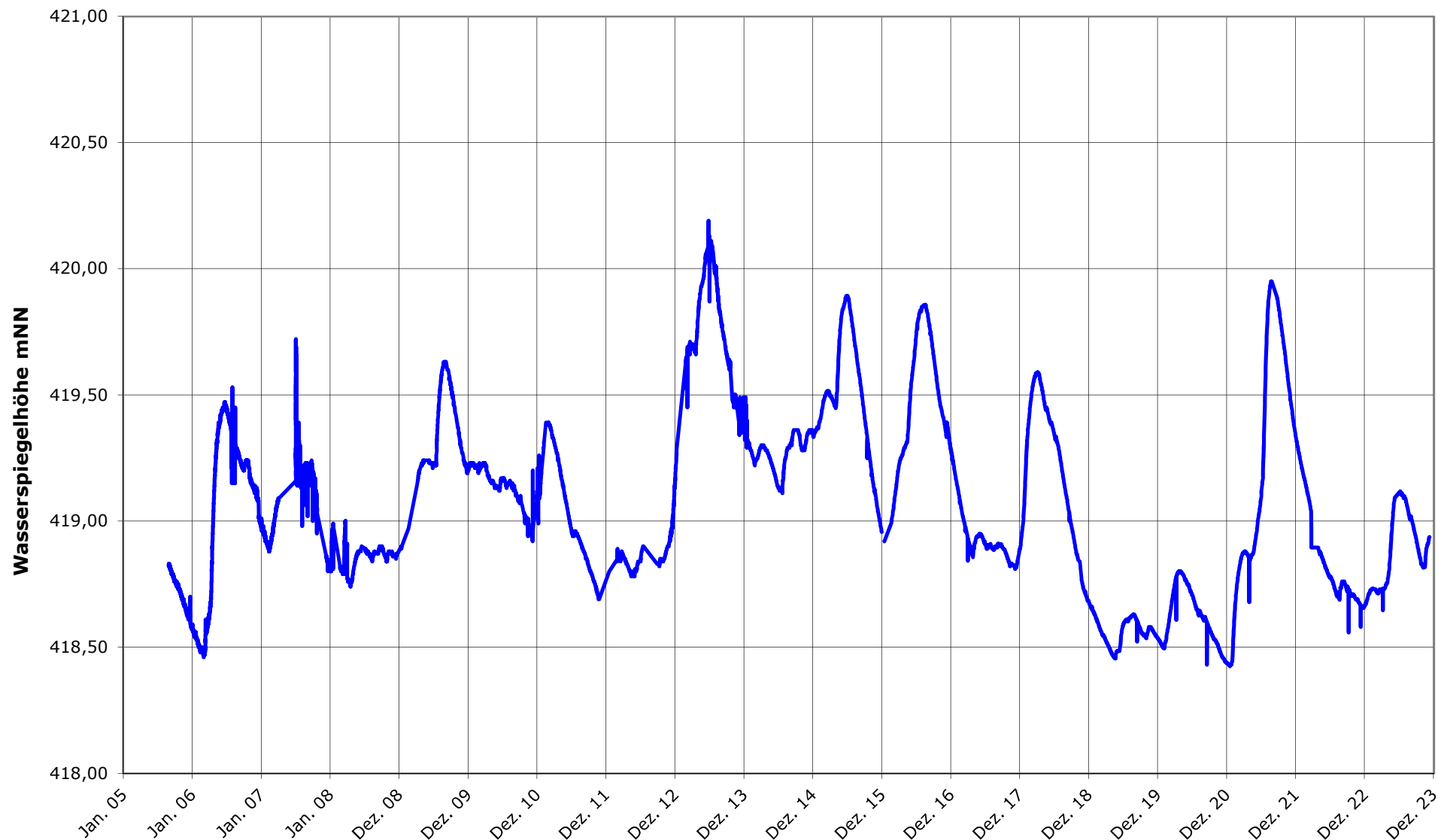
Datei: Anl_1_1 GWM 129_422


Bearbeiter: R. Ramsch

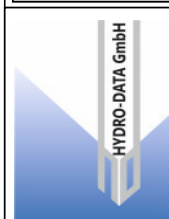
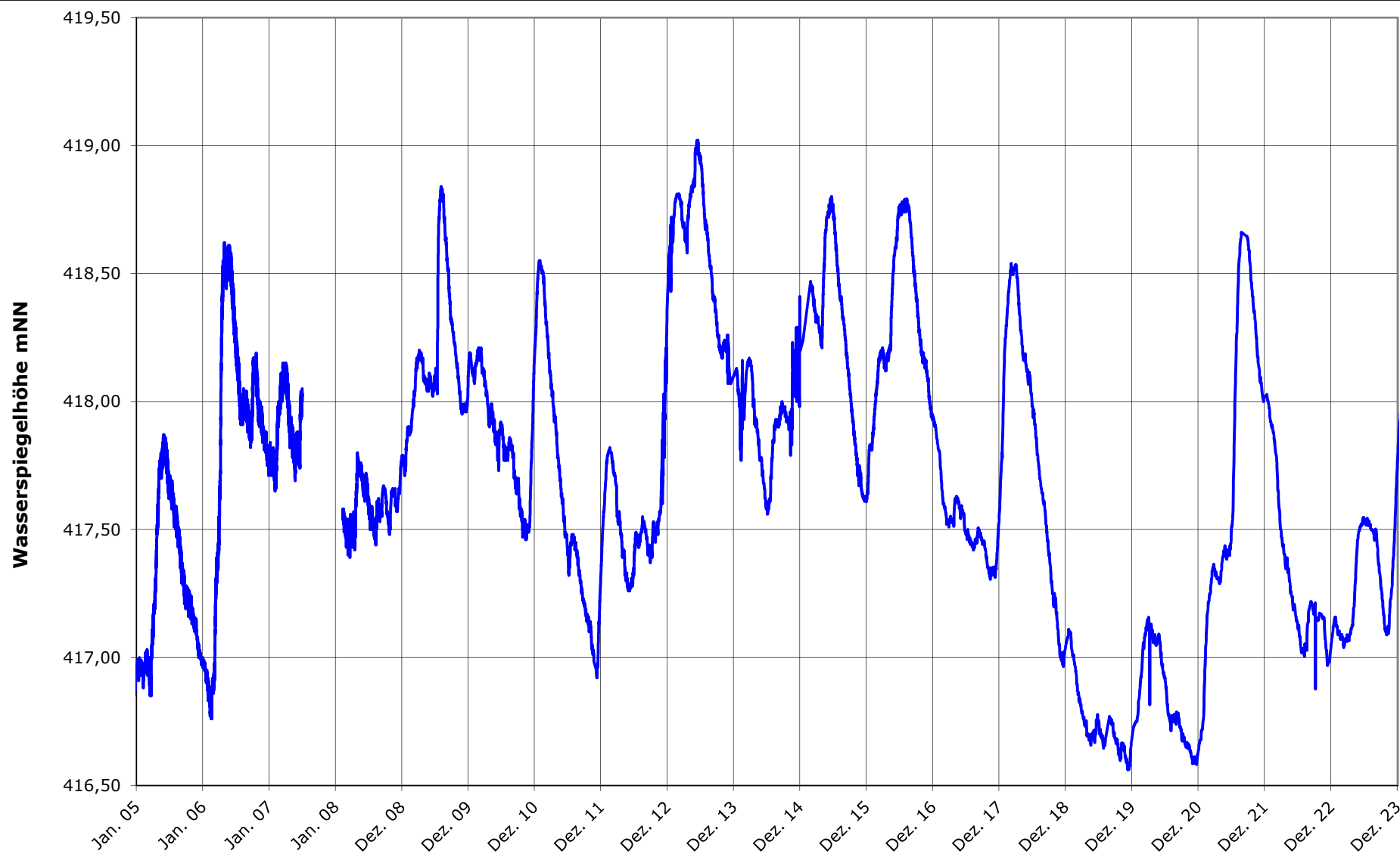
Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.1



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell		Grundwasser - Ganglinie GWM 130/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023		Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023	
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de		Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.: 88090|2023-004-01|675	
	Datei: Anl_1_2 GWM 130_422		Bearbeiter: R. Ramsch		Datum: Februar 2024	



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinien GWM 350/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

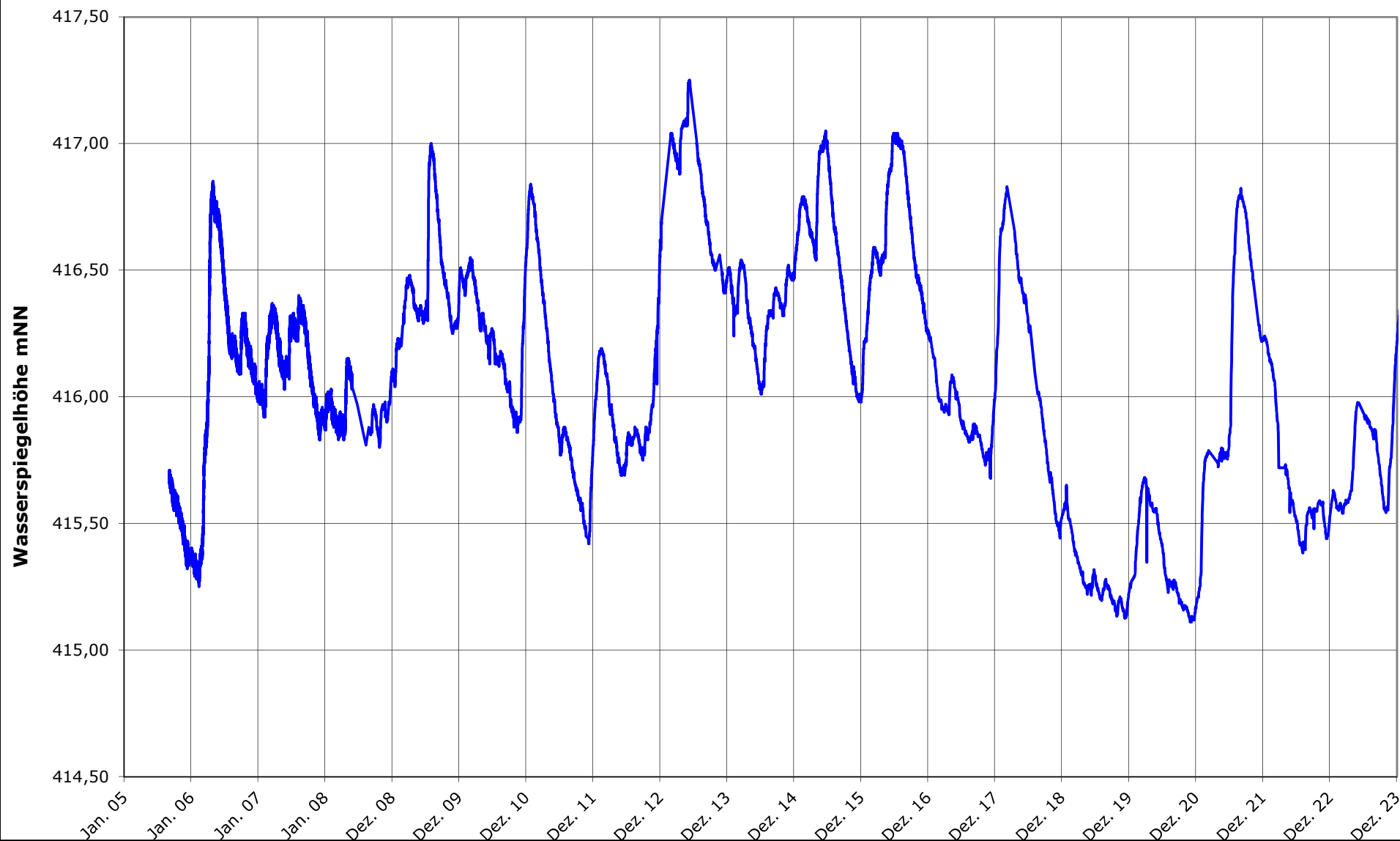
Datei: Anl_1_3 GWM 350_422


Bearbeiter: R. Ramsch

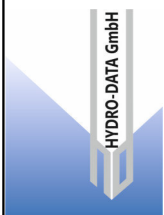
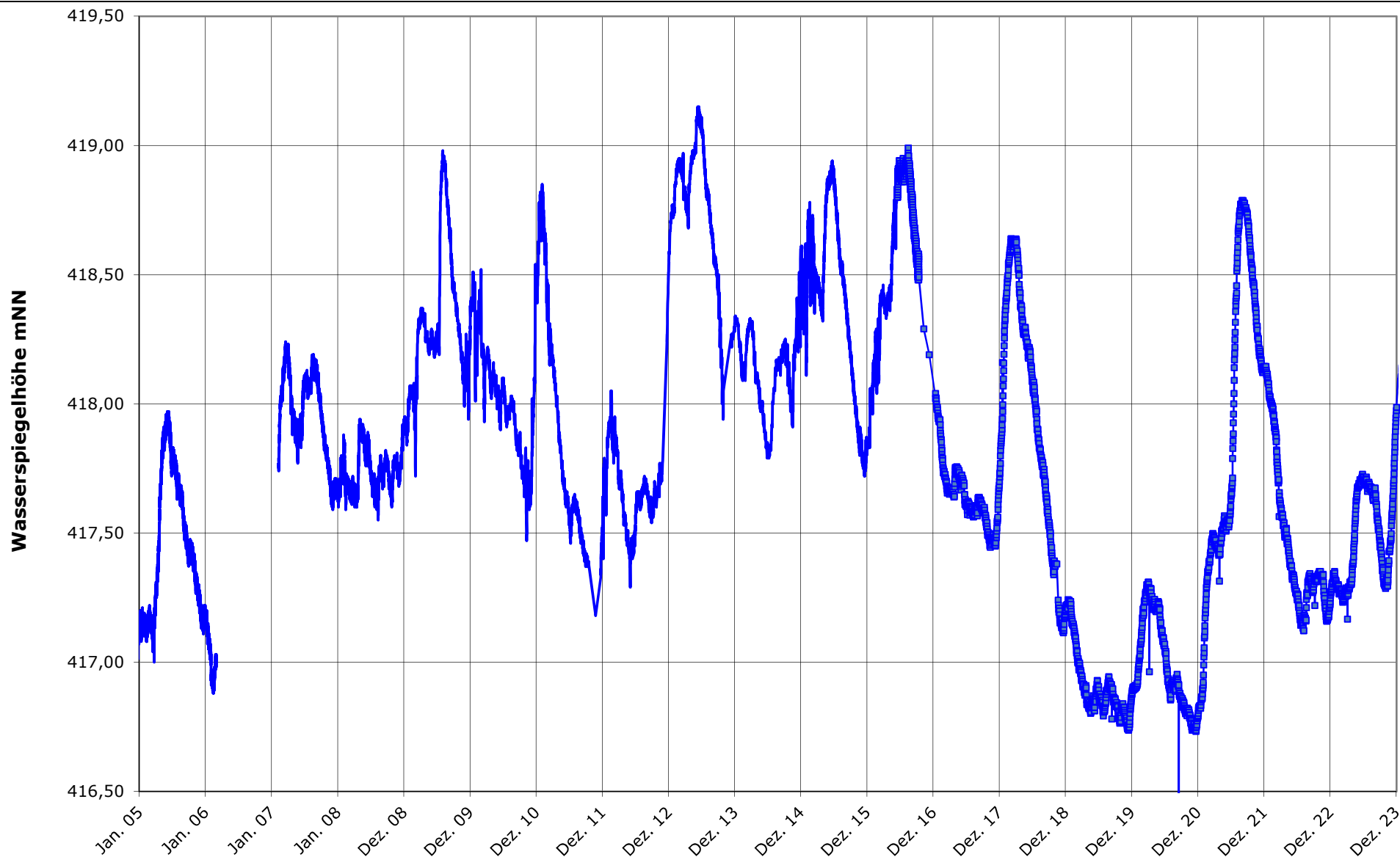
Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.3



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell		Grundwasser - Ganglinie GWM 418/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023		Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023	
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de		Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.: 88090|2023-004-01|679	
	Datei: Anl_1_4 GWM 418_422		Bearbeiter: R. Ramsch		Datum: Februar 2024	
					Anl. 1.4	



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 2251/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

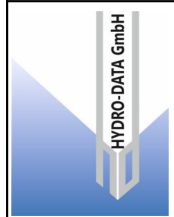
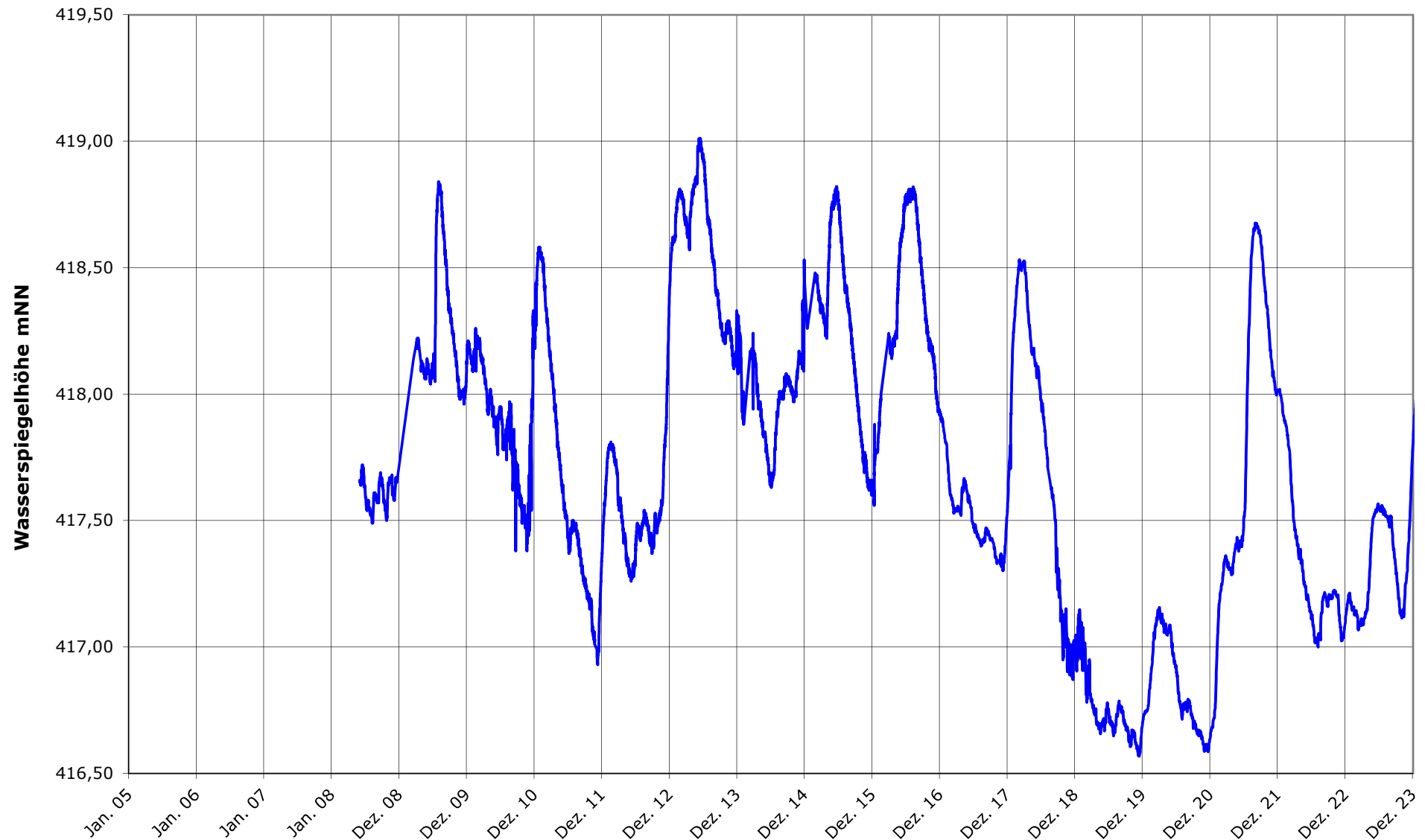
Datei: Anl_1_5 GWM 2251_422

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.5



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 2247/422-6 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

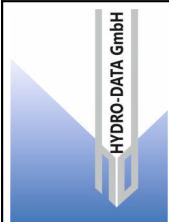
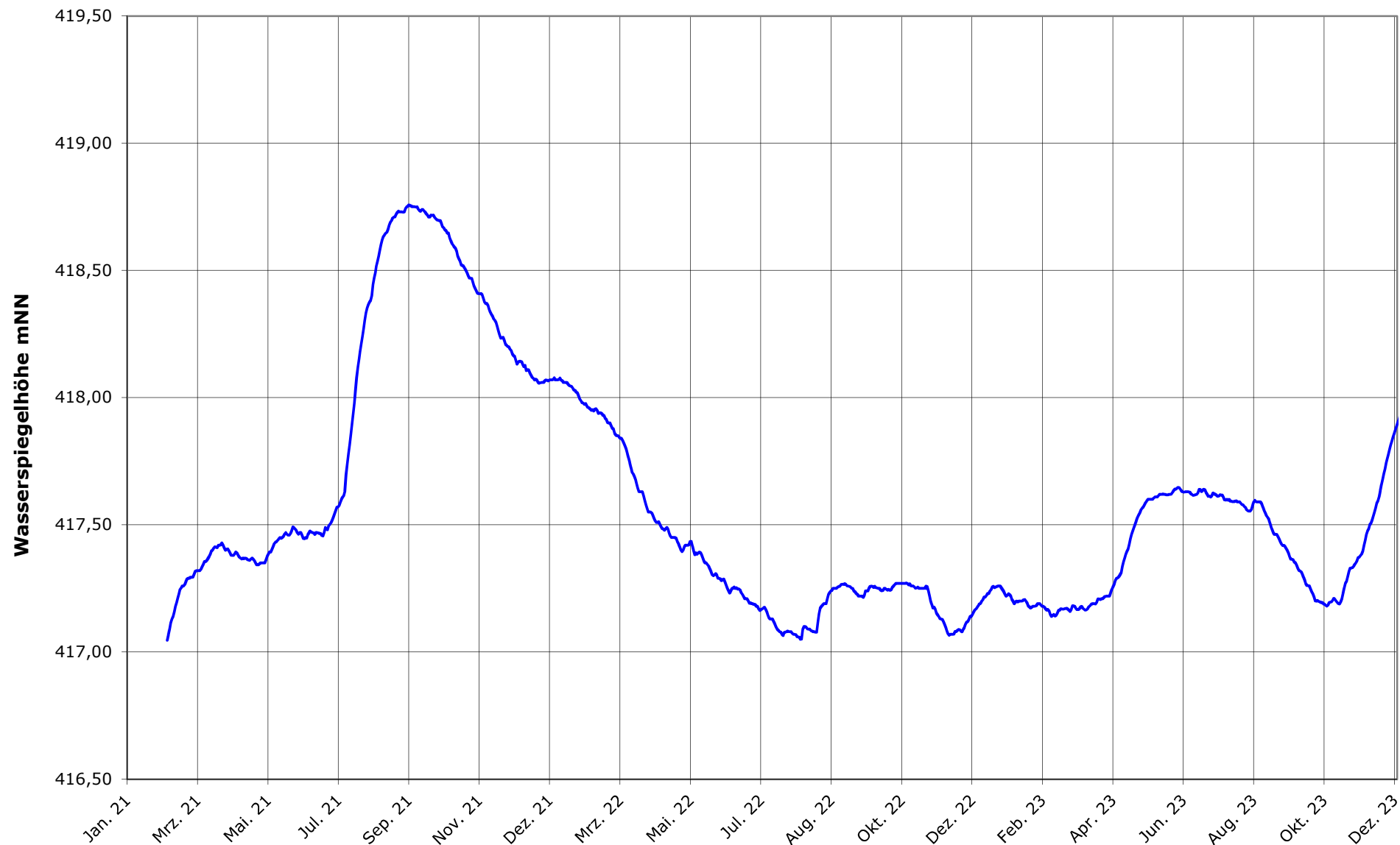
Datei: Anl_1_6 GWM 2247_422

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.6



Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM SWR 2/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

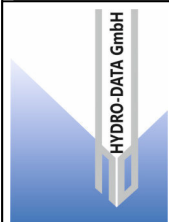
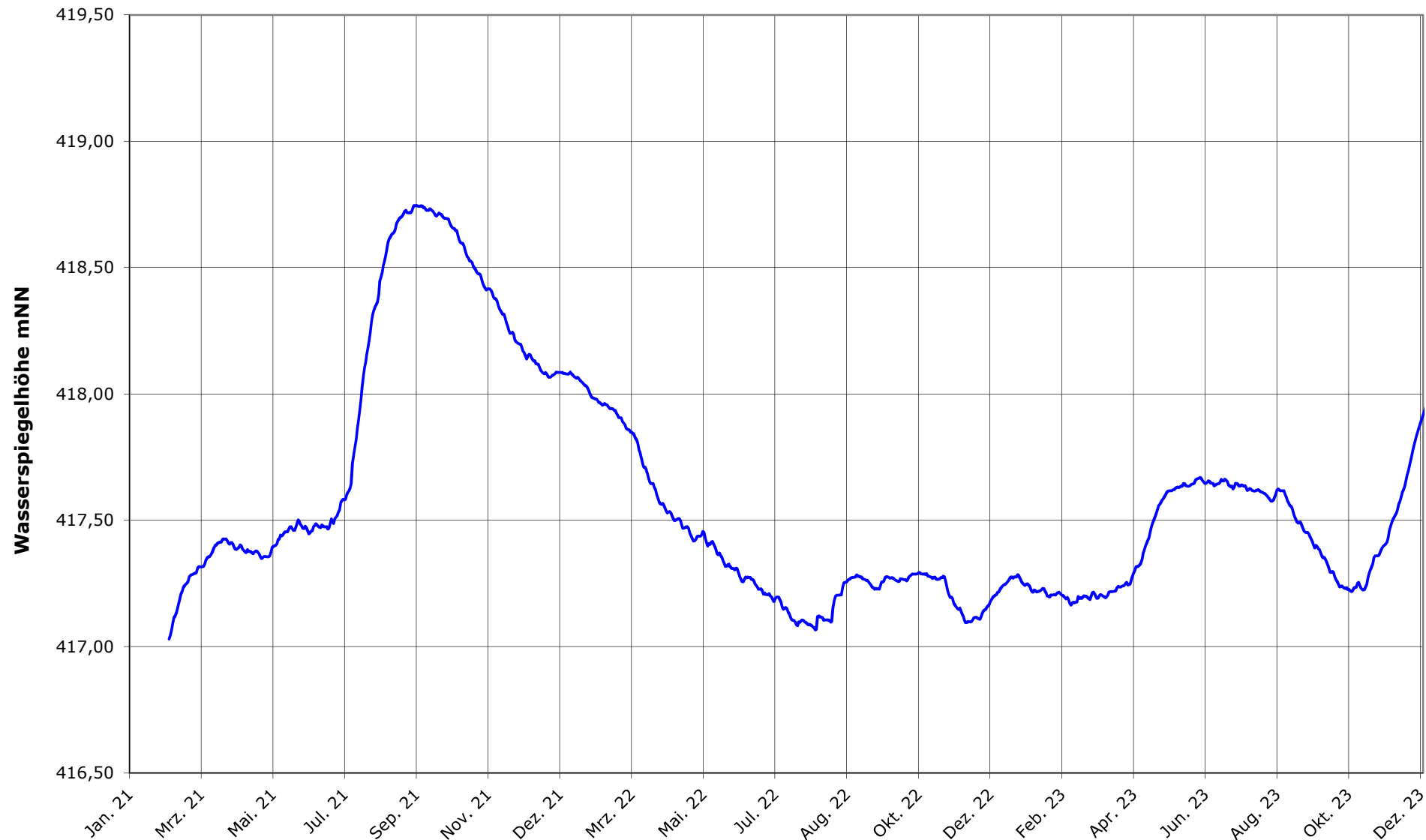
Datei: Anl_1_7 GWM SWR 2/20

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.7



Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM SWR 4/20 vom 04.02.2021 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

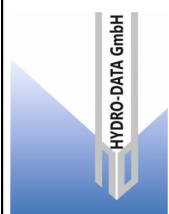
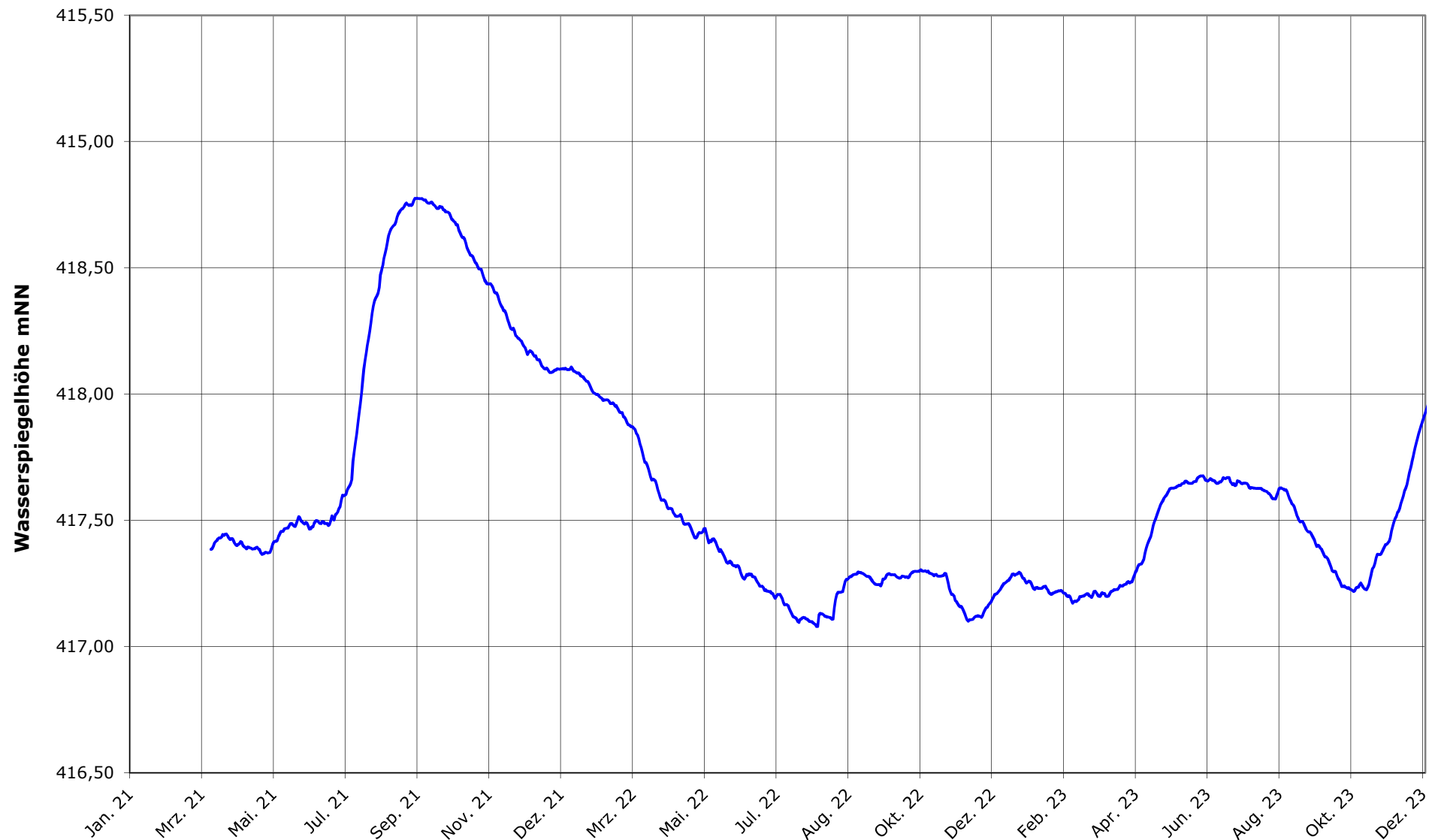
Datei: Anl_1_8 GWM SWR 4/20

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.8



Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM SWR 5/20 vom 10.03.2021 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|675

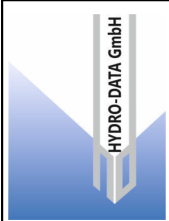
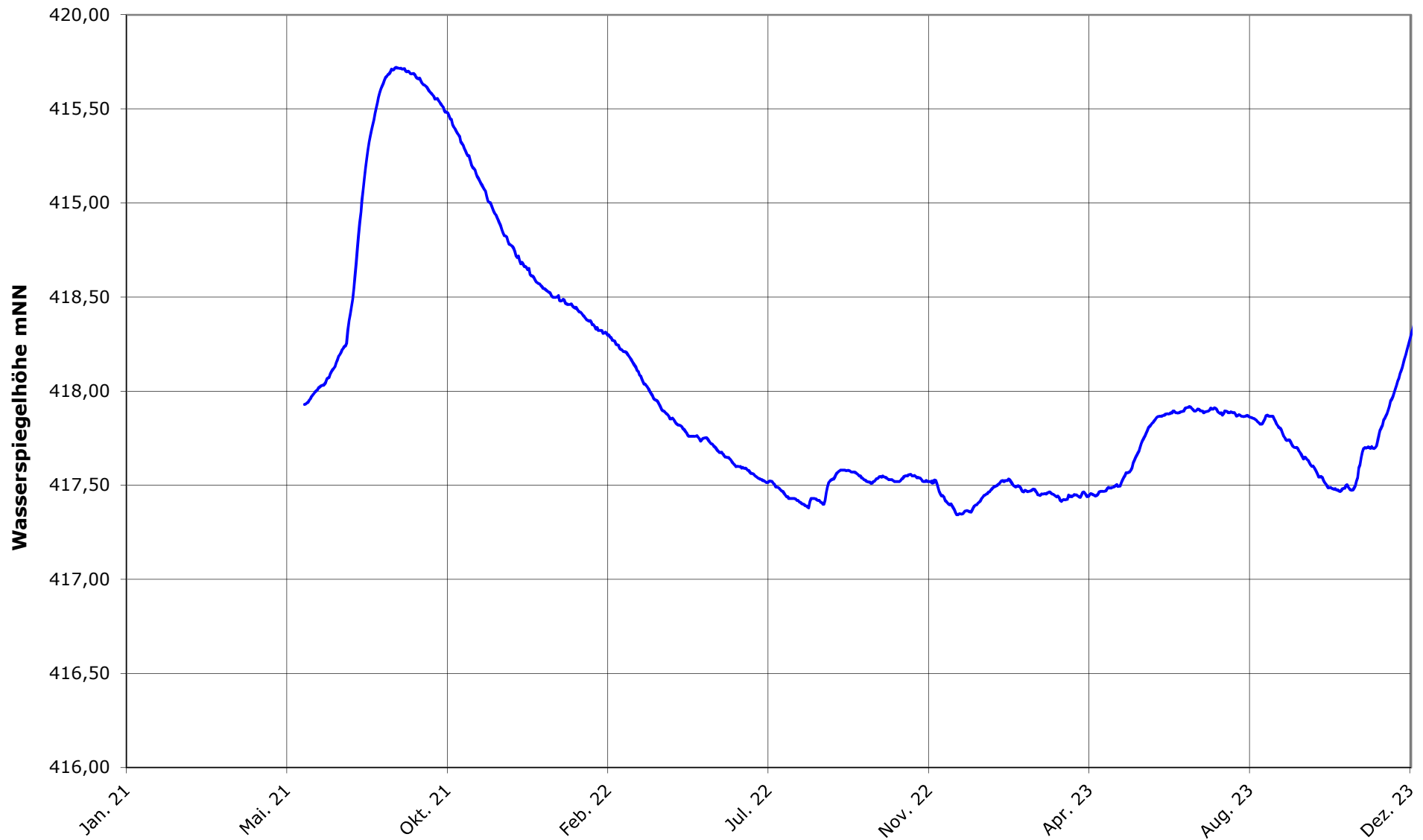
Datei: Anl_1_5 GWM SWR 5/20

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.9



Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM SWR 5a/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|675

Datei: Anl_1_10 SWR 5a/21

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

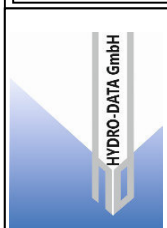
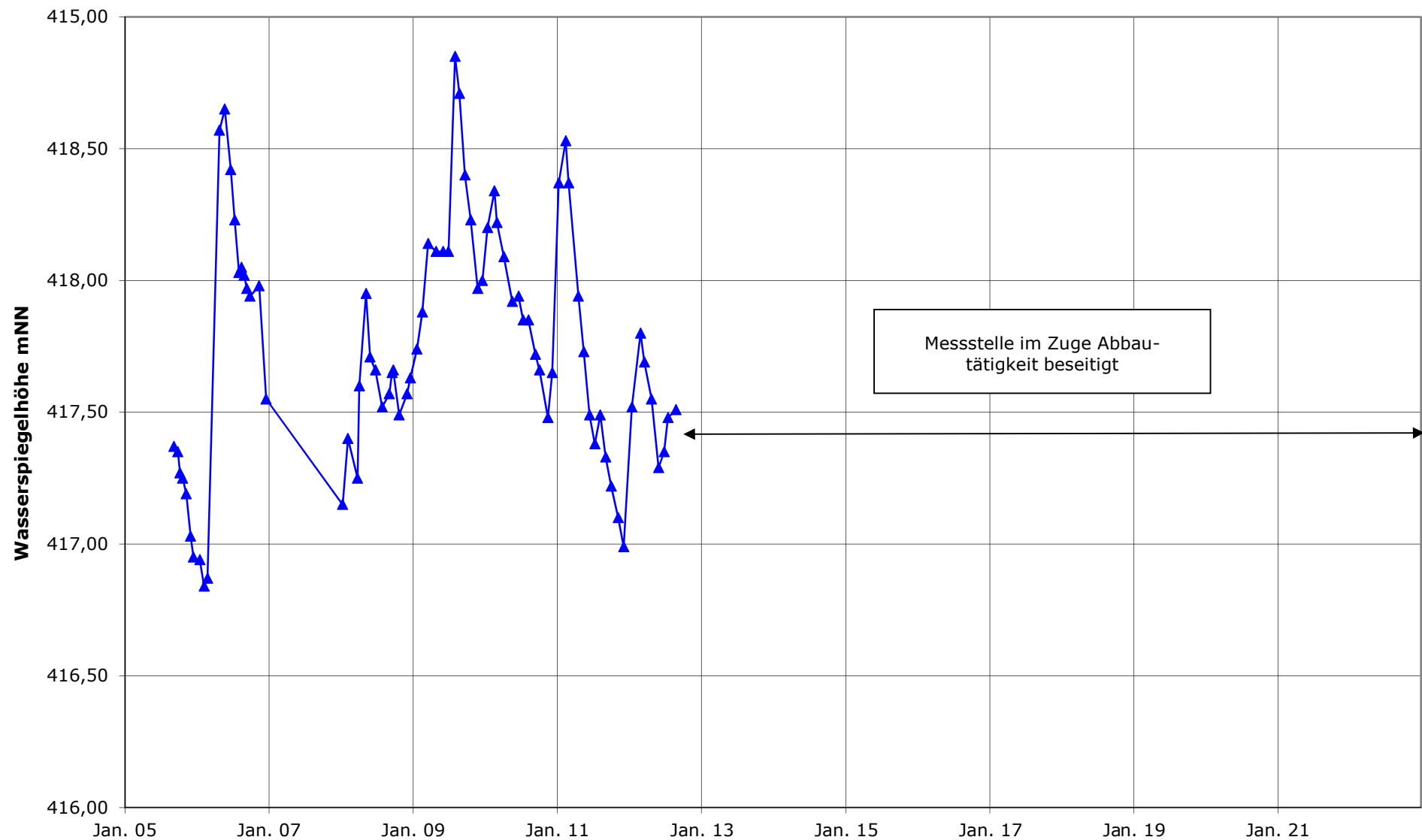
Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 1.10

Anlage 2

Anlage 2 Monatliche Wasserspiegelmessungen 2005 - 2023

- Anl. 2.1 Grundwasser – Ganglinie GWM 78/422-0 vom 01.01.2005 - 27.08.2012
- Anl. 2.2 Grundwasser – Ganglinie GWM 104/422-8 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.3 Grundwasser – Ganglinie GWM 155/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.4 Grundwasser – Ganglinie GWM 181/422-8 vom 01.01.2005 - 26.03.2008
- Anl. 2.5 Grundwasser – Ganglinie GWM 239/422-4 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.6 Grundwasser – Ganglinie GWM 2234/422-3 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.7 Grundwasser – Ganglinie GWM 2256/422-7 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.8 Grundwasser – Ganglinie GWM 2245/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.9 Grundwasser – Ganglinie GWM 2076/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023
- Anl. 2.10 Seewasser – Ganglinie vom 01.07.2009 - 31.12.2023
- Anl. 2.11 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 1/20 vom 14.04.2021 - 31.12.2023
- Anl. 2.12 Grundwasser – Ganglinie GWM SWR 3/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 78/422-0 vom 01.01.2005 - 27.08.2012

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.: 88090/031.05-1/675

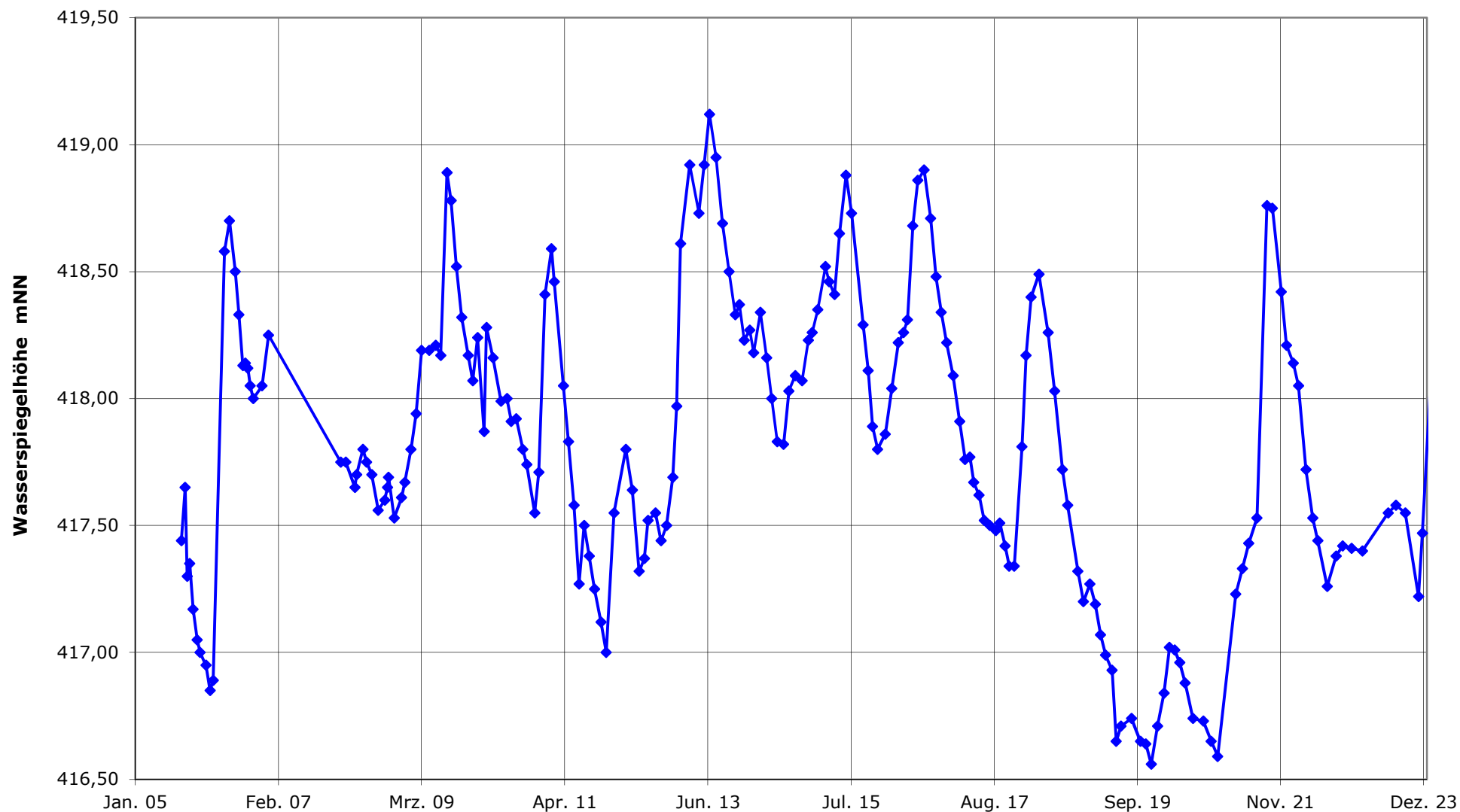
Datei: Anl_2_1 GWM 78/422

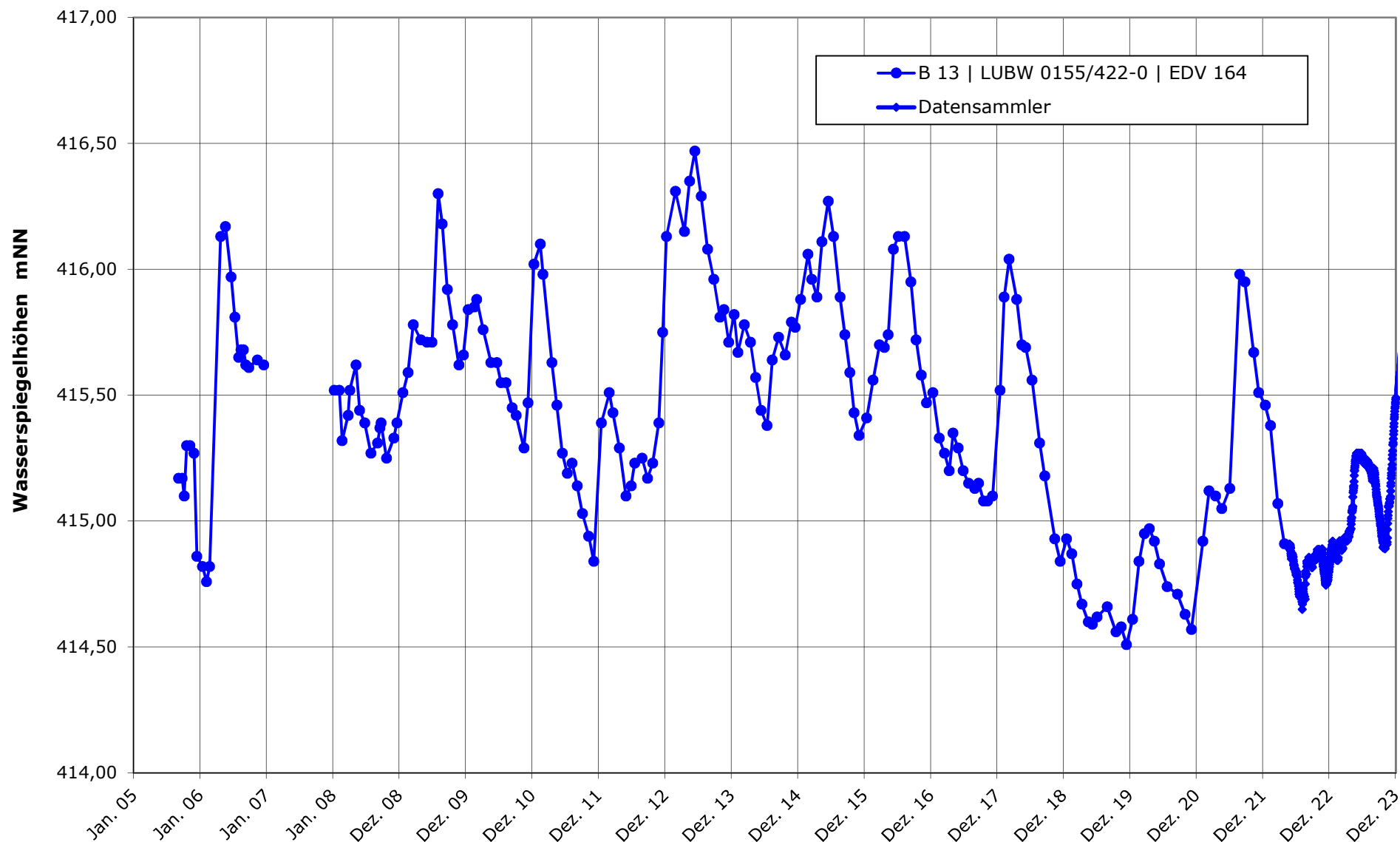
Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2023

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 2.1





Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 155/422-0 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

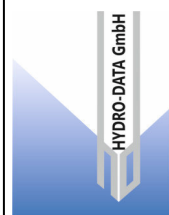
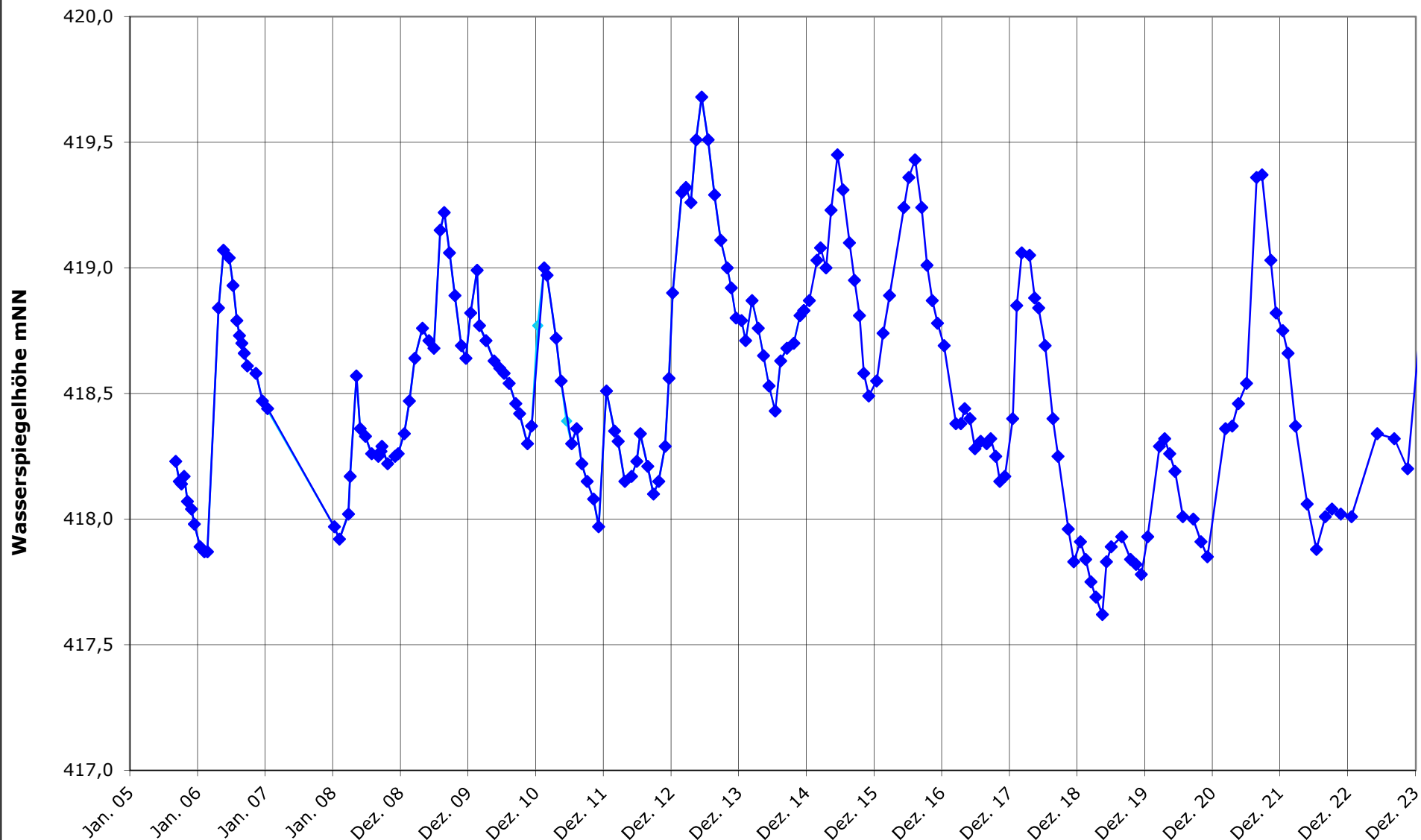
Datei: Anl_2_3 GWM 155/422

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 2.3



Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 239/422-4 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

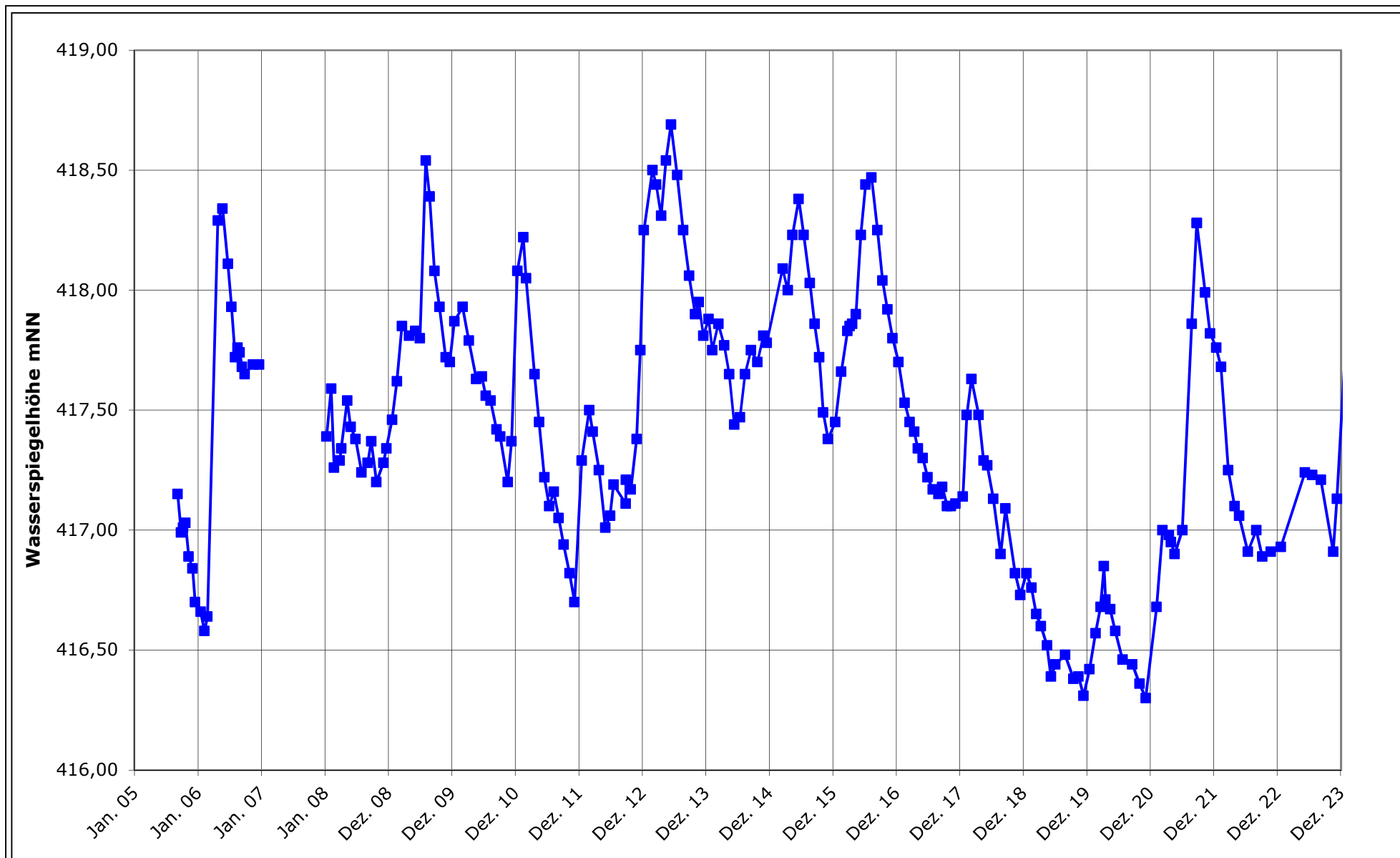
Datei: Anl_2_5 GWM 239/422

Bearbeiter: R. Ramsch

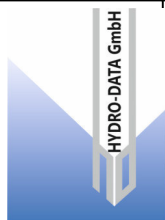
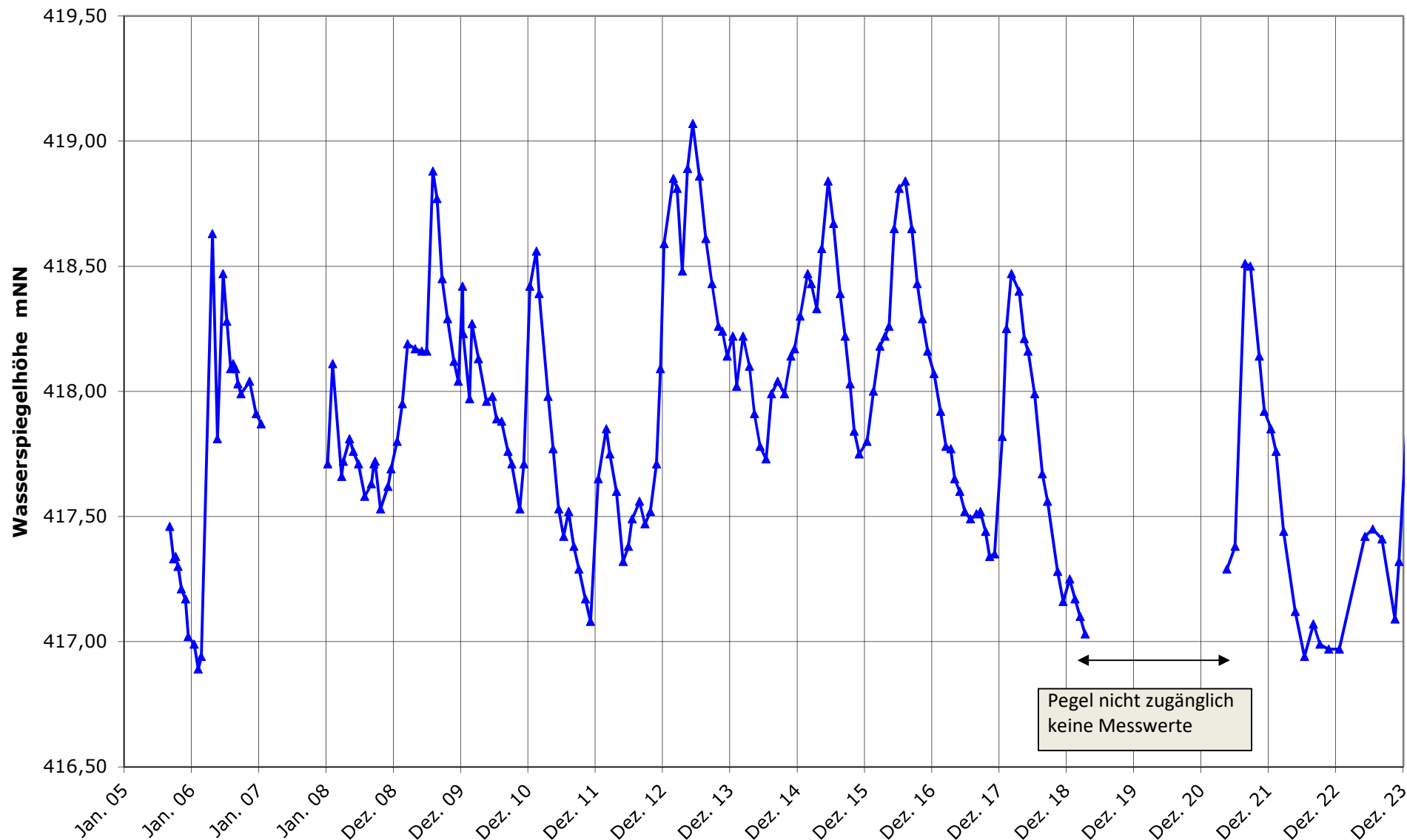
Datum: Februar 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 2.5



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Grundwasser - Ganglinie GWM 2234/422-3 vom 01.01.2005 - 31.12.2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.: 88090|2023-004-01|679	
		Datei: Anl_2_6 GWM 2234/422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: Februar 2024	Anl. 2.6



Löwengasse 10
78315 Radolfzell
Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Grundwasser - Ganglinie GWM 2256/422-7 vom 01.01.2005 - 31.12.2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|679

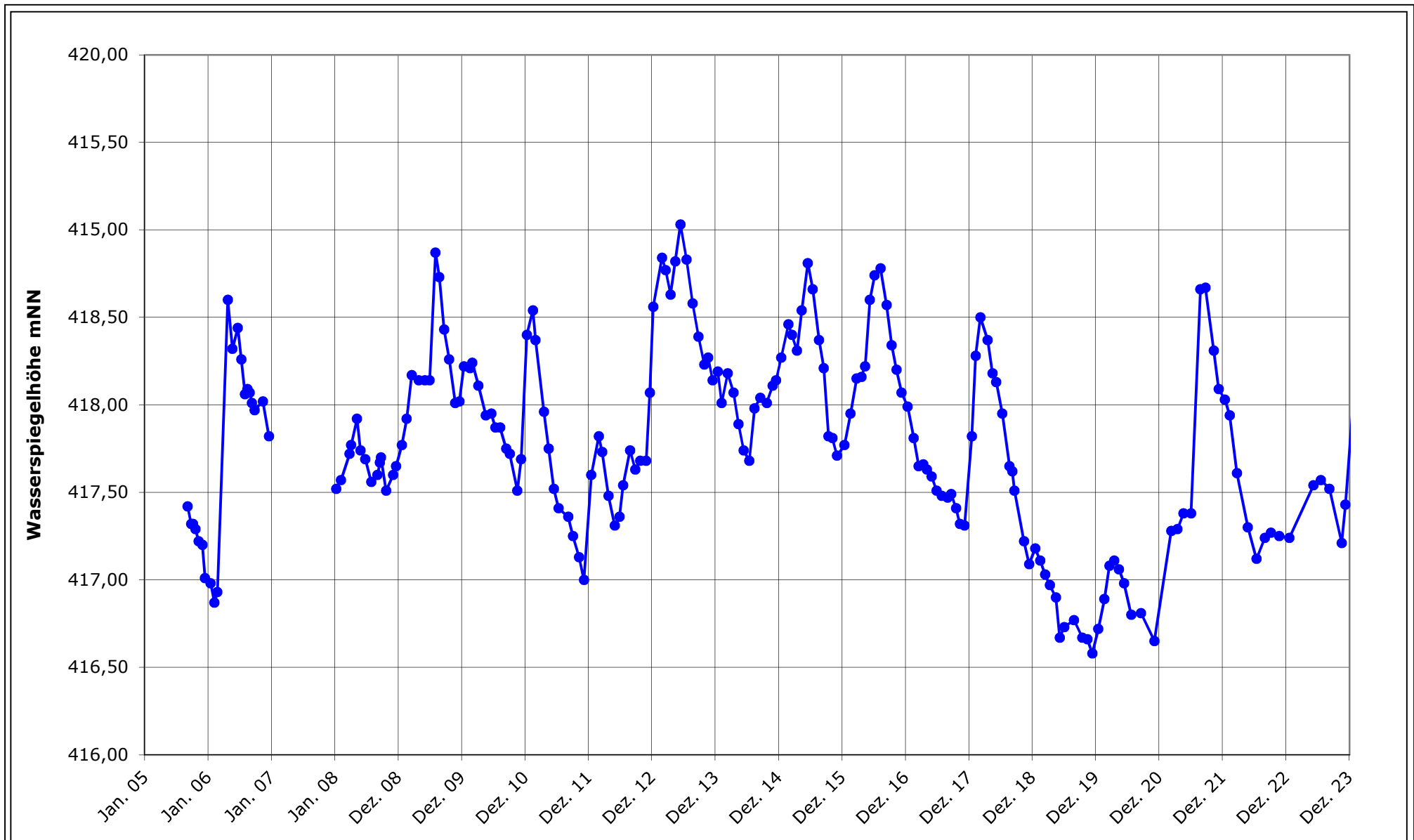
Datei: Anl_2_7 GWM 2256_422


Bearbeiter: R. Ramsch

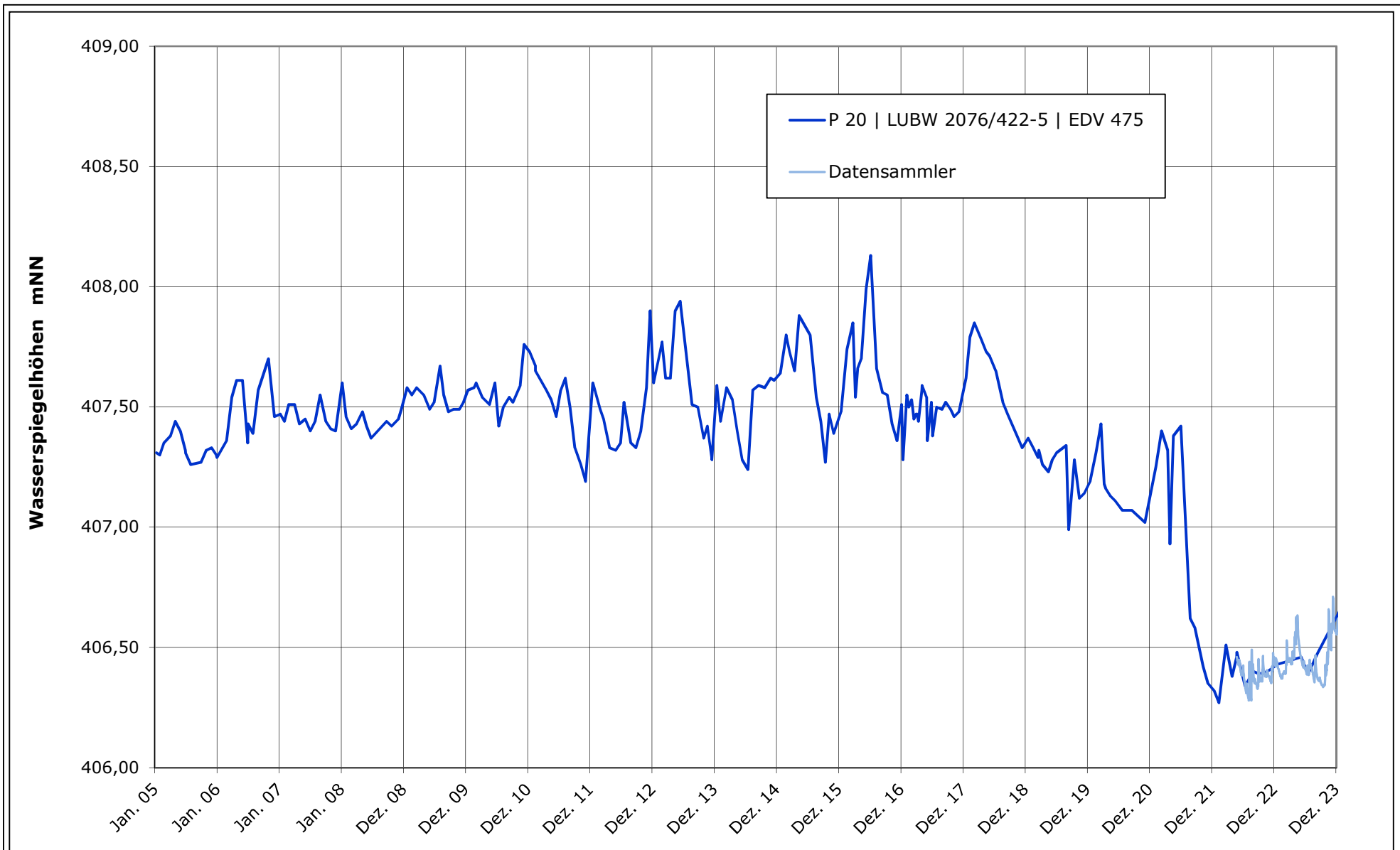
Datum: Januar 2024

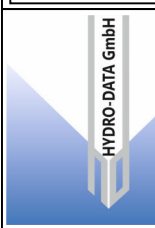
Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

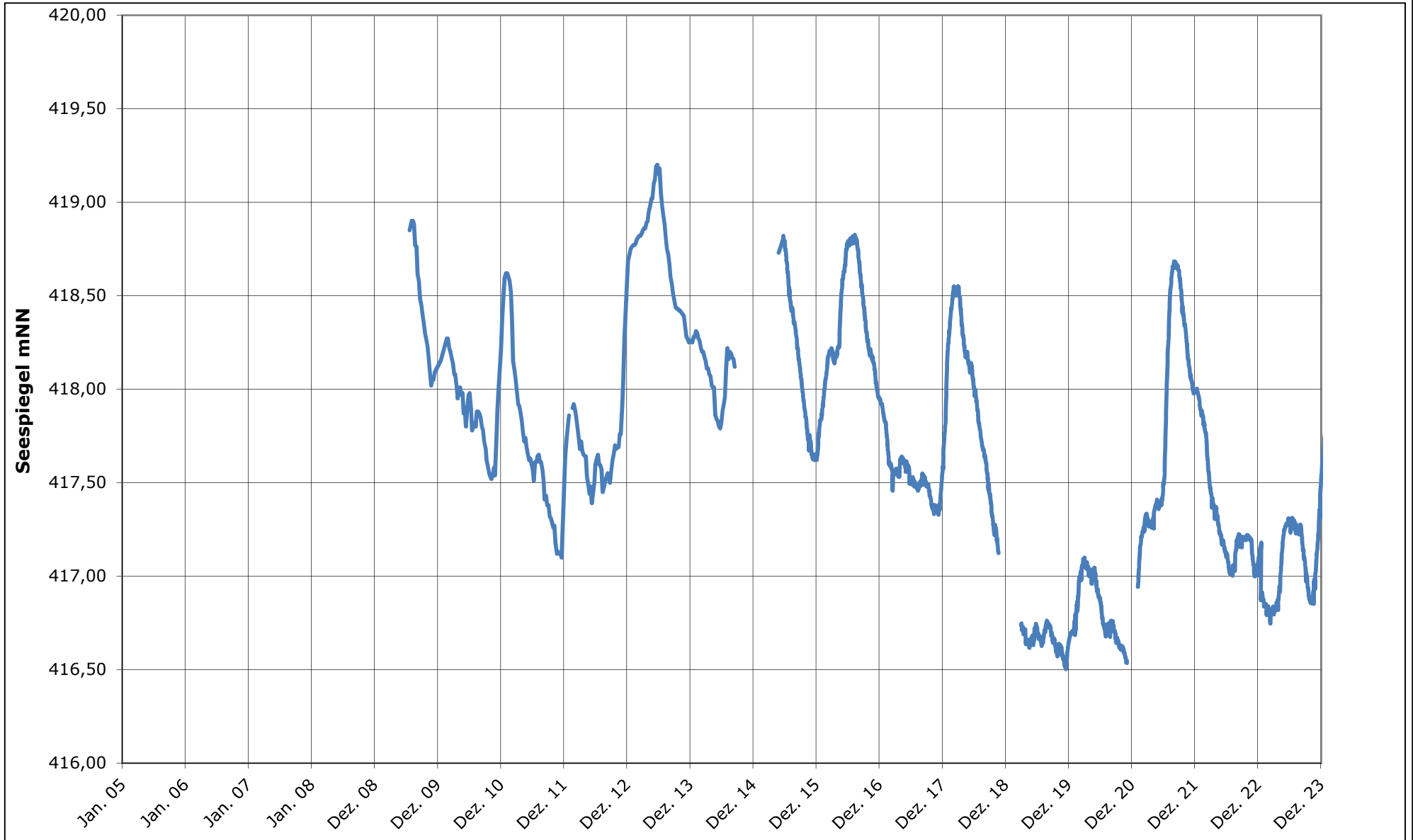
Anl. 2.7




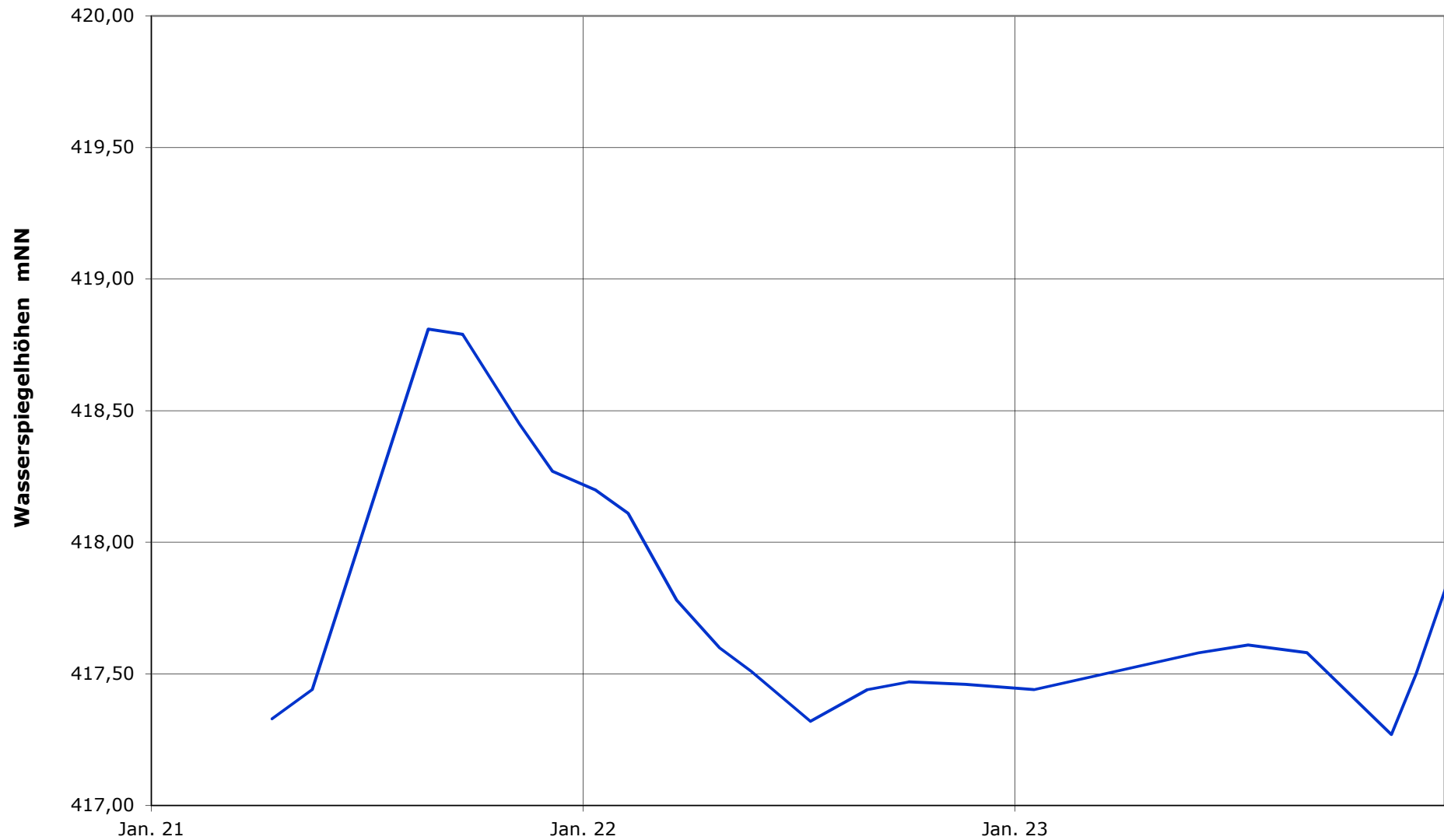
	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Grundwasser - Ganglinie GWM 2245/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.: 88090|2023-004-01|675	
		Datei: Anl_2_8 GWM 2245/422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: Februar 2024	Anl. 2.8

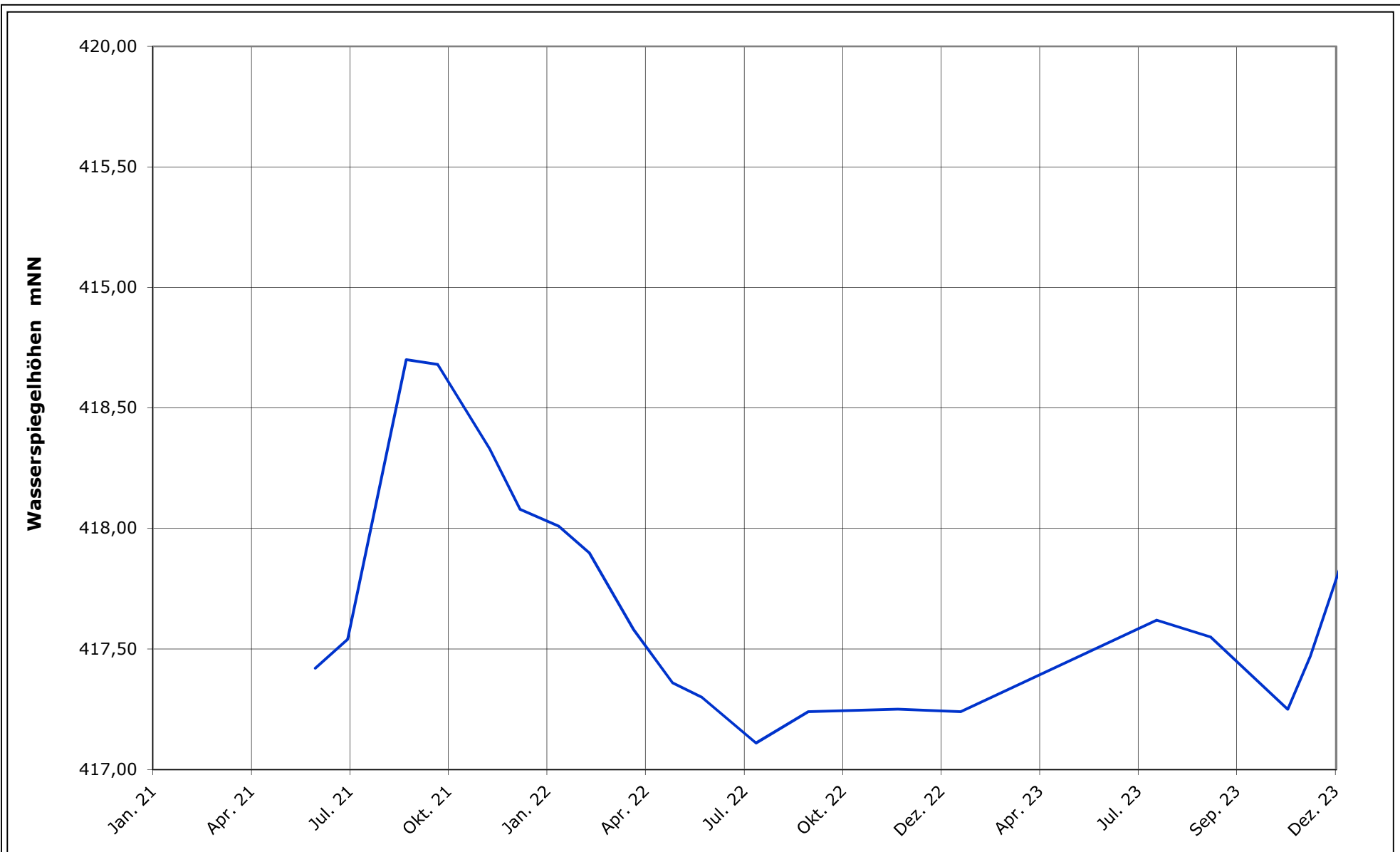


	Löwengasse 10 78315 Radolfzell		Grundwasser - Ganglinie GWM 2076/422-5 vom 01.01.2005 - 31.12.2023		Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023	
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de		Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.: 88090|2023-004-01|679	
	Datei: Anl_2_9 GWM 2076/422		Bearbeiter: R. Ramsch		Datum: Februar 2024	
					Anl. 2.9	



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Seewasser - Ganglinie vom 01.07.2009 - 31.12.2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.: 88090|2023-004-01|679	
		Datei: Anl_2_10 See	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: Februar 2024	Anl. 2.10





Grundwasser - Ganglinie GWM SWR 3/21 vom 01.06.2021 - 31.12.2023

Projekt-Nr.:
88090|2023-004-01|675

Bearbeiter: R. Ramsch

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anlage 3

Anlage 3 Analysenergebnisse 2023

- Anl. 3.1 Chemisch-physikalische Parameter Stichtagsbeprobung am
04./05.04.2023 und am 04.-06.09.2023
- Anl. 3.2a Analysenergebnisse Grundwasser- und Seewasserbeprobung am 04./05.04.2023,
22.08.2023 und 04.-06.09.2023 SGS Institut Fresenius
- Anl. 3.2b Isotopenhydrologische Untersuchungsergebnisse an Grund- und
Seewasserproben am 04./05.04.2023, 22.08.2023 und 04.-06.09.2023 SGS Institut
Fresenius
- Anl. 3.3.1 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 78/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.2 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 129/422-1 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.3 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 130/422-6 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.4 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 350/422-5 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.5 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 418/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.6 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2018/422-8 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.7 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2076/422-5 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.8 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2234/422-3 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.9 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2249/422-7 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.10 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2250/422-4 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.11 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2251/422-0 von 2009 - 2023
- Anl. 3.3.12 Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe See von 2009 – 2023

Anlage 3.1 Chemisch-physikalische Parameter Stichtagsbeprobung am 04./05.04.2023 und am 04.-06.09.2023

Monitoring Stadtwald Radolfzell - Chemisch-physikalische Parameter Grundwasser-Stichtagsbeprobung 04./05.04.2023

Meßstelle	Datum	Abstich [m]	Ent.-tiefe [m]	Temp. [°C]	Lf [µS/cm]	pH	Redox [mV]	Sauerst. [mg/l]	Vorpumpzeit [min]	Menge [l/s]	Farbe	Geruch	Trübung
0129/422-1	04.04.2023	14,20	18,0	10,8	656	7,3	167	3,8	20	0,3	keine	kein	klar
0130/422-6	04.04.2023	12,82	16,0	11,0	696	7,3	159	4,2	20	0,3	keine	kein	leicht
0350/422-5	04.04.2023	5,44	8,0	10,4	785	7,3	174	3,3	20	0,3	keine	kein	klar
0418/422-0	05.04.2023	6,29	10,0	10,8	749	7,2	190	3,1	20	0,3	keine	kein	klar
2018/422-8	05.04.2023	4,48	18,0	10,4	671	7,2	203	3,7	20	0,3	keine	kein	klar
2076/422-5	04.04.2023	2,63	4,0	10,0	758	7,3	159	3,1	20	0,3	keine	kein	klar
2234/422-3	05.04.2023	9,67	15,0	10,6	603	7,3	181	4,2	20	0,3	keine	kein	klar
2249/422-7	04.04.2023	5,70	9,0	9,8	781	7,2	178	4,0	20	0,3	keine	kein	klar
2250/422-4	04.04.2023	4,69	8,0	9,0	790	7,3	193	3,7	20	0,3	keine	kein	klar
2251/422-0	04.04.2023	15,10	18,0	10,0	632	7,1	207	3,7	20	0,3	keine	kein	klar
SWR 1/20	05.04.2023	11,68	18,0	11,3	797	7,2	183	4,3	20	0,3	keine	kein	klar
SWR 2/20	05.04.2023	18,34	20,0	11,1	826	7,3	170	4,4	20	0,3	keine	kein	klar
SWR 3/21	04.04.2023	5,50	8,0	11,9	544	7,3	176	4,0	20	0,3	keine	kein	klar
SWR 4/20	04.04.2023	10,24	12,0	10,5	657	7,1	195	3,7	20	0,3	keine	kein	klar
SWR 5/20	05.04.2023	18,46	20,0	10,5	738	7,3	174	3,5	20	0,3	keine	kein	klar
Frauenwies- quelle neu	04.04.2023	-	-	10,1	763	7,2	188	4,6	Schöpfprobe		keine	kein	klar

Monitoring Stadtwald Radolfzell - Chemisch-physikalische Parameter Grundwasser-Stichtagsbeprobung 04.-06.09.2023

Meßstelle	Datum	Abstich [m]	Ent.-tiefe [m]	Temp. [°C]	Lf [µS/cm]	pH	Redox [mV]	Sauerst. [mg/l]	Vorpumpzeit [min]	Menge [l/s]	Farbe	Geruch	Trübung
0129/422-1	05.09.2023	13,89	18,0	11,3	596	7,2	-	0,0	20	0,5	keine	kein	klar
0130/422-6	05.09.2023	12,55	16,0	11,2	719	7,1	-	5,1	20	0,3	keine	kein	klar
0350/422-5	06.09.2023	5,04	8,0	10,5	787	7,2	-	6,1	20	0,5	keine	kein	klar
0418/422-0	04.09.2023	5,96	10,0	11,0	764	7,2	-	4,7	20	0,5	keine	kein	klar
2018/422-8	05.09.2023	4,71	18,0	15,5	897	7,1	-	2,7	20	0,5	keine	kein	klar
2076/422-5	04.09.2023	2,64	4,0	11,9	665	7,3	-	3,8	15	0,2	keine	kein	klar
2234/422-3	04.09.2023	9,38	15,0	10,5	565	7,2	-	6,9	20	0,5	keine	kein	klar
2249/422-7	06.09.2023	5,31	9,0	10,2	799	7,2	-	6,3	20	0,5	keine	kein	klar
2250/422-4	06.09.2023	4,52	8,0	11,8	807	7,2	-	7,3	20	0,3	keine	kein	klar
2251/422-0	06.09.2023	14,74	18,0	9,9	654	7,2	-	5,5	20	0,5	keine	kein	klar
SWR 1/20	05.09.2023	11,24	18,0	11,5	885	7,1	-	6,1	20	0,5	keine	kein	klar
SWR 2/20	05.09.2023	17,92	20,0	11,4	894	7,2	-	5,2	20	0,5	keine	kein	klar
SWR 3/21	06.09.2023	5,10	8,0	11,4	662	7,3	-	3,9	20	0,5	keine	kein	klar
SWR 4/20	06.09.2023	9,84	12,0	10,5	655	7,2	-	2,5	20	0,5	keine	kein	klar
SWR 5/20	05.09.2023	18,05	20,0	10,7	739	7,2	-	3,0	20	0,5	keine	kein	klar
Frauenwies- quelle neu	05.09.2023	-	-	11,7	761	7,2	-	5,8	Schöpfprobe		keine	kein	klar



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht 6305555
Auftrags Nr. 6573275
Kunden Nr. 3342000



Herr Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/12504064090-90
peter.breig@sgs.com

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell

Radolfzell, den 24.04.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Ihr Bestelldatum: 06.04.2023

Prüfzeitraum von 14.04.2023 bis 21.04.2023
erste laufende Probenummer 230358994
Probeneingang am 06.04.2023

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.A. Melanie Schubert
Group leader Customer Service

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 2 von 13
24.04.2023

Proben von Ihnen übersendet

Matrix: Grundwasser

Probennummer	230358994	230358995	230358996
Bezeichnung	0129/422-1	0130/422-6	0350/422-5
	04.04.2023	04.04.2023	04.04.2023

Eingangsdatum:	06.04.2023	06.04.2023	06.04.2023
----------------	------------	------------	------------

Parameter	Einheit	Bestimmungs Methode				Lab
		-grenze				

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,9	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,3	4,0	2,4	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,57	1,0	0,60	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	20,3	18,8	39,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	43	33	29	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	< 0,5	18,1	14,4	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	< 0,1	4,1	3,3	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	0,07	< 0,04	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	0,05	< 0,03	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,73	6,41	6,77	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,16	3,80	3,91	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,2	3,8	3,9			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	177,0	213,0	219,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	160,67	179,74	189,83		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	17,7	21,3	21,9	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	16,07	17,97	18,98			HE
Härtebereich		3	3	4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,006	DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 3 von 13
24.04.2023

Probennummer	230358994	230358995	230358996
Bezeichnung	0129/422-1	0130/422-6	0350/422-5
	04.04.2023	04.04.2023	04.04.2023

Metalle :

Calcium	mg/l	76,2	115	118	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,14	0,44	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,4	1,3	1,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	30,5	22,7	23,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,016	0,060	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	21,6	12,4	19,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,8	6,8	6,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,36	3,44	0,10			HE
-------------	---	------	------	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 4 von 13
24.04.2023

Proben von Ihnen übersendet

Matrix: Grundwasser

Probennummer	230358997	230358998	230358999
Bezeichnung	0418/422-0	2018/422-8	2076/422-5
	05.04.2023	05.04.2023	04.04.2023

Eingangsdatum:	06.04.2023	06.04.2023	06.04.2023
----------------	------------	------------	------------

Parameter	Einheit	Bestimmungs Methode				Lab
		-grenze				

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,5	1,9	1,3	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,4	4,7	3,8	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,60	1,2	0,95	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	32,8	38,0	30,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	36	18	36	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	15,8	6,4	15,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,6	1,4	3,4	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,67	5,18	6,43	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,09	2,95	3,89	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,1	2,9	3,9			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	229,0	165,0	218,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	187,03	145,25	180,30		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,9	16,5	21,8	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	18,70	14,52	18,03			HE
Härtebereich		4	3	4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,006	DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	0,023	0,021	0,015	DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	0,008	0,007	0,005	DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 5 von 13
24.04.2023

Probennummer	230358997	230358998	230358999
Bezeichnung	0418/422-0	2018/422-8	2076/422-5
	05.04.2023	05.04.2023	04.04.2023

Metalle :

Calcium	mg/l	112	93,2	109	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,04	0,08	0,03	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,3	3,7	1,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	31,4	15,1	28,4	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,014	0,014	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	12,9	22,0	12,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,9	5,2	7,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,94	3,19	0,91			HE
-------------	---	------	------	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 6 von 13
24.04.2023

Proben von Ihnen übersendet

Matrix: Grundwasser

Probennummer	230359000	230359051	230359052
Bezeichnung	2234/422-3	2249/422-7 (5")	2250/422-4 (2")
	05.04.2023	04.04.2023	04.04.2023

Eingangdatum:	06.04.2023	06.04.2023	06.04.2023
---------------	------------	------------	------------

Parameter	Einheit	Bestimmungs Methode				Lab
		-grenze				

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,8	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,3	2,5	2,3	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,57	0,63	0,57	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	10,0	38,6	38,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	18	34	33	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	7,7	16,6	15,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	1,7	3,8	3,4	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,67	6,73	6,69	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,13	3,85	3,98	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,1	3,8	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	176,0	216,0	223,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	158,99	188,71	187,59		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	17,6	21,6	22,3	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	15,90	18,87	18,76			HE
Härtebereich		3	3	4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,006	DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 7 von 13
24.04.2023

Probennummer	230359000	230359051	230359052
Bezeichnung	2234/422-3	2249/422-7 (5")	2250/422-4 (2")
	05.04.2023	04.04.2023	04.04.2023

Metalle :

Calcium	mg/l	90,9	114	117	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,02	0,09	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	0,6	1,8	2,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	21,0	24,4	25,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	7,1	22,7	24,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,0	6,5	6,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,11	0,73	4,14			HE
-------------	---	------	------	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 8 von 13
24.04.2023

Proben von Ihnen übersendet

Matrix: Grundwasser

Probennummer	230359053	230359054	230359055
Bezeichnung	2251/422-0	SWR 1/20	SWR 2/20
	04.04.2023	05.04.2023	05.04.2023

Eingangsdatum:	06.04.2023	06.04.2023	06.04.2023
----------------	------------	------------	------------

Parameter	Einheit	Bestimmungs Methode				Lab
		-grenze				

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,9	0,6	< 0,5	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,3	2,8	2,7	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,57	0,70	0,68	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	9,1	34,8	24,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	32	29	21	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	16,5	12,1	12,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,7	2,7	2,9	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,10	7,23	7,98	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,48	3,79	4,46	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,5	3,8	4,5			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	195,0	212,0	250,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	171,04	202,73	223,76		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	19,5	21,2	25,0	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	17,10	20,27	22,38			HE
Härtebereich		3	3	4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,006	DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 9 von 13
24.04.2023

Probennummer	230359053	230359054	230359055
Bezeichnung	2251/422-0	SWR 1/20	SWR 2/20
	04.04.2023	05.04.2023	05.04.2023

Metalle :

Calcium	mg/l	102	117	133	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,01	0,06	0,58	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	0,9	5,8	1,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	22,7	21,1	27,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,029	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	7,4	24,9	17,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,0	7,2	7,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	0,18	2,28	4,36			HE
-------------	---	------	------	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 10 von 13
24.04.2023

Proben von Ihnen übersendet

Matrix: Grundwasser

Probennummer	230359056	230359057	230359058
Bezeichnung	SWR 3/20	SWR 4/20	SWR 5/20
	04.04.2023	04.04.2023	05.04.2023

Eingangdatum:	06.04.2023	06.04.2023	06.04.2023
---------------	------------	------------	------------

Parameter	Einheit	Bestimmungs Methode				Lab
		-grenze				

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	27	2,3	7,0	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	6,8	0,57	1,8	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	6,7	13,6	25,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	40	37	41	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	10,1	13,1	24,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	2,3	3,0	5,6	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,00	6,02	6,25	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,75	3,65	3,79	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,8	3,7	3,8			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	155,0	205,0	212,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	140,20	168,80	175,25		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	15,5	20,5	21,2	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	14,02	16,88	17,52			HE
Härtebereich		3	3	3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,023	< 0,015	< 0,015	0,006	DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,008	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	0,042	< 0,015	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,014	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 11 von 13
24.04.2023

Probennummer	230359056	230359057	230359058
Bezeichnung	SWR 3/20	SWR 4/20	SWR 5/20
	04.04.2023	04.04.2023	05.04.2023

Metalle :

Calcium	mg/l	81,9	91,1	98,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,03	0,03	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,3	1,1	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	17,3	33,6	32,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,026	0,006	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	9,2	7,3	19,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,4	8,0	7,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	3,95	3,61	2,84			HE
-------------	---	------	------	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 12 von 13
24.04.2023

Proben von Ihnen übersendet Matrix: Grundwasser

Probennummer 230359059
Bezeichnung 113/422
(Frauenwiesquelle
neu)
Eingangsdatum: 04.04.2023
06.04.2023

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Untersuchungsergebnisse :				
DOC	mg/l	0,9	0,5 DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,7	0,3 DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,68	0,08 DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	31,2	0,5 DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	46	1 DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	17,7	0,5 DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,0	0,1 DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02 DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006 DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04 DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03 DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,41	0,05 DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,14	0,02 DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,1		HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	232,0	DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	179,74	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	23,2	0,1 DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	17,97		HE
Härtebereich		4		HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	0,006 DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002 DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	0,015 DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	0,005 DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6305555
Auftrag Nr. 6573275

Seite 13 von 13
24.04.2023

Probennummer 230359059
Bezeichnung 113/422
(Frauenwiesquelle
neu)

Metalle :

Calcium	mg/l	112	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,04	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	32,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	11,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz % 3,14 HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38409-6	1986-01
DIN 38409-7	2005-12
DIN EN 1189	
DIN EN 1484	1997-08
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 6878	2004-09
DIN EN ISO 8467	1995-05

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter
<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.
Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht 6317669
Auftrags Nr. 6573296
Kunden Nr. 3342000

Herr Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/12504064090-90
peter.breig@sgs.com



Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell

Radolfzell, den 02.05.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Ihr Bestelldatum: 05.04.2023

Prüfzeitraum von 14.04.2023 bis 19.04.2023
erste laufende Probennummer 230359060
Probeneingang am 06.04.2023

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.A. Melanie Schubert
Group leader Customer Service

Seite 1 von 3

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6317669
Auftrag Nr. 6573296

Seite 2 von 3
02.05.2023

Proben von Ihnen gebracht Matrix: Seen, Teiche

Probennummer 230359060
Bezeichnung Seeprobe
 Baggersee
 Radolfzell 0-38

Eingangsdatum: 06.04.2023

Parameter	Einheit	Bestimmungs -grenze	Methode	Lab
-----------	---------	------------------------	---------	-----

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,3	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,57	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	50,1	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	36	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	18,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,1	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,19	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,37	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,4			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	133,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	89,45		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	13,3	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	8,94			HE
Härtebereich		2			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	0,006	DIN EN 1189	TS
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN 1189	TS
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	TS
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	TS

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6317669
Auftrag Nr. 6573296

Seite 3 von 3
02.05.2023

Probennummer 230359060
Bezeichnung Seeprobe
Baggersee
Radolfzell 0-38

Metalle :

Calcium	mg/l	61,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,34	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	2,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	20,3	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,045	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	23,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	5,0	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	3,52			HE
-------------	---	------	--	--	----

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38409-6	1986-01
DIN 38409-7	2005-12
DIN EN 1189	
DIN EN 1484	1997-08
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 6878	2004-09
DIN EN ISO 8467	1995-05

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter
<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzels.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht 6822458
Auftrags Nr. 6714167
Kunden Nr. 3342000

Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/12504064090-90
peter.breig@sgs.com

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14115-02-02
D-PL-14115-02-03
D-PL-14115-02-06
D-PL-14115-02-07
D-PL-14115-02-08
D-PL-14115-02-10
D-PL-14115-02-13
D-PL-14115-02-14

Radolfzell, den 09.04.2024

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald RZ - Seewasserbepr.

Ihr Bestellzeichen: Michel

Ihr Bestelldatum: 23.08.2023

Prüfzeitraum von 29.08.2023 bis 09.04.2024

erste laufende Probenummer 230831237

Probeneingang am 23.08.2023

Dieser (e)Prüfbericht ergänzt den von SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH ausgefertigten (e)Prüfbericht Nr. 6510543 vom 08.09.2023.

Begründung: Ergänzung um weitere(n) Parameter

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.A. Melanie Schubert
Group Leader Customer Service

Seite 1 von 5

Probe 230831237

Epilimnion

Steißlinger - Baggersee

22.08.2023

Eingangsdatum:

23.08.2023

Eingangsart

Probenmatrix

Seen, Teiche

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,6	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	1,1	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,28	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	51,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	25	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,0	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	13,1	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,11	0,05	DIN 38409-7	HE
Hydrogencarbonat	mg/l	190	3,0	DEV D8	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,17	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,2			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	122,0		DIN 38409-6	HE
Gesamthärte	°dH	12,2	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	8,72			HE
Härtebereich		2			HE

Metalle :

Calcium	mg/l	55,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	2,8	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	19,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,046	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	23,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	4,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,85			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230831238

Hypolimnion

Steißlinger - Baggersee

22.08.2023

Eingangsdatum:

23.08.2023

Eingangsart

Probenmatrix

Seen, Teiche

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,4	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,1	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	43,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	29	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	2,9	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	13,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	2,78	0,05	DIN 38409-7	HE
Hydrogencarbonat	mg/l	170	3,0	DEV D8	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	1,78	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	1,8			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	99,6		DIN 38409-6	HE
Gesamthärte	°dH	10,0	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	7,80			HE
Härtebereich		2			HE

Metalle :

Calcium	mg/l	39,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	2,8	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	19,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,041	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	23,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	4,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	3,49			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230831239
über Grund
Steißlinger - Baggersee
22.08.2023

Probenmatrix Seen, Teiche

Eingangsdatum: 23.08.2023 Eingangsart von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,5	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	0,8	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,2	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	43,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	26	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	2,9	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	13,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,12	0,05	DIN 38409-7	HE
Hydrogencarbonat	mg/l	190	3,0	DEV D8	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,13	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,1			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	120,0		DIN 38409-6	HE
Gesamthärte	°dH	12,0	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	8,75			HE
Härtebereich		2			HE

Metalle :

Calcium	mg/l	54,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	2,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	19,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,046	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	23,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	4,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	4,87			HE
-------------	---	------	--	--	----

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DEV D8	1971
DIN 38409-6	1986-01

Monitoring Stadtwald RZ - Seewasserbepr.
Michel

Prüfbericht Nr. 6822458
Auftrag 6714167 Probe 230831239

Seite 5 von 5
09.04.2024

DIN 38409-7	2005-12
DIN EN 1484	1997-08
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 8467	1995-05

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbeschränkung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht 6529059
Auftrags Nr. 6724113
Kunden Nr. 3342000

Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/12504064090-90
peter.breig@sgs.com

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell



Radolfzell, den 21.09.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Ihr Bestelldatum: 07.09.2023

Prüfzeitraum von 08.09.2023 bis 21.09.2023
erste laufende Probennummer 230874794
Probeneingang am 07.09.2023

Die Bestimmungsgrenze für ortho-Phosphat musste matrixbedingt auf 0,015 mg/l angepasst werden. Somit liegt die Bestimmungsgrenze für ortho-Phosphat als Phosphor bei 0,005 mg/l.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.A. Melanie Schubert
Group leader Customer Service

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6529059
Auftrag Nr. 6724113

Seite 2 von 18
21.09.2023

Probe 230874794

0129/422-1

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	5,9	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,5	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	16,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	44	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	0,09	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	0,07	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,11	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,74	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,7			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	154,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	143,28		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	15,4	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	14,33			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,041	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,013	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	0,052	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,017	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	65,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	1,7	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	26,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,020	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	28,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,6	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	4,80			HE
-------------	---	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6529059
Auftrag Nr. 6724113

Seite 3 von 18
21.09.2023

Probe 230874795

2251/422-0

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	7,2	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,5	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,1	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	14,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	33	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,5	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	20,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,97	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,50	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,5			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	196,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	167,40		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	19,6	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	16,74			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,014	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,005	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,054	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,018	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	103	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	22,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	9,8	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,6	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	0,87			HE
-------------	---	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6529059
Auftrag Nr. 6724113

Seite 4 von 18
21.09.2023

Probe 230874796

2249/422-7

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,8	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,2	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	39,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	34	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,6	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	20,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,80	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,03	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	226,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	190,67		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,6	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	19,07			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,008	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,003	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,025	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,008	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	118	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	26,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	23,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,3	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,70			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874797

2234/422-3

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,4	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,1	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	9,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	16	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	2,2	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	8,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,39	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,80	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,8			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	157,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	151,14		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	15,7	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	15,11			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,008	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,003	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	0,030	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,010	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	71,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,08	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	0,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	24,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,015	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	7,8	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	5,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,90			HE
-------------	---	------	--	--	----

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6529059
Auftrag Nr. 6724113

Seite 6 von 18
21.09.2023

Probe 230874798

2018/422-8

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	1,3	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	6,3	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,6	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	26,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	15	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	0,8	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	3,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,16	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,70	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,7			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	151,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	144,69		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	15,1	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	14,47			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,020	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,007	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	86,9	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,06	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	4,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	12,9	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,009	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	23,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	5,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	4,00			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874799

SWR 1/20

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,9	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,2	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,1	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	65,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	26	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	2,4	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	10,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	7,24	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,02	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	226,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	203,01		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,6	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	20,30			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	0,039	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,013	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	124	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,12	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	6,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	22,6	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,013	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	47,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	4,76			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874800

SWR 3/21

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,8	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,2	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	26,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	33	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,4	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	19,4	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,91	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,49	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,5			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	196,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	165,72		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	19,6	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	16,57			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,009	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,003	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	0,044	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,014	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	99,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,03	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	24,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,016	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	12,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,6	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,12			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874901

SWR 5/20

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,6	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,65	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	25,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	38	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	6,6	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	29,3	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,29	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,95	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,9			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	221,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	176,37		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,1	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	17,64			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,032	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,010	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	106	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	31,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	15,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	3,71			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874902

0130/422-6

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	1,2	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	5,6	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,4	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	17,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	36	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,7	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	20,6	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,45	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,84	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,8			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	215,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	180,86		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	21,5	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	18,09			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,012	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,004	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	0,030	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,010	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	118	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,06	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	21,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,015	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	13,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	3,36			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874903

0350/422-5

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,9	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	3,9	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	0,98	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	29,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	27	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,6	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	15,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	7,08	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,20	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,2			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	236,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	198,52		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	23,6	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	19,85			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,017	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,006	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	126	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	25,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	15,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	3,93			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874904

2250/422-4

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,9	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	5,4	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,4	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	39,4	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	30	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,6	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	20,3	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	7,00	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,01	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	225,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	196,28		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,5	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	19,63			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,042	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,014	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	120	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	2,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	24,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	25,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,24			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874905

0418/422-0

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	5,6	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,4	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	35,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	33	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,9	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	17,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,51	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,02	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	225,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	182,54		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,5	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	18,25			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	113	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	29,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	13,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,9	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,23			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874906

0350/422-5

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	6,3	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,6	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	34,1	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	37	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,0	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	17,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,45	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,02	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	226,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	180,86		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,6	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	18,09			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,020	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,007	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,025	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,008	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	112	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	29,9	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	12,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,94			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874907

SWR 2/20

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	5,2	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,3	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	52,1	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	28	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	19	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	85,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,21	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,50	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,5			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	253,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	174,13		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	25,3	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	17,41			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	0,014	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	0,005	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	0,016	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	132	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,05	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	29,4	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	20,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,7	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	2,84			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874908

SWR 4/20

Eingangsdatum: 07.09.2023 Eingangsart

Probenmatrix Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,7	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	4,1	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,0	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	12,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	35	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	3,8	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	16,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,20	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	3,60	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,6			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	202,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	173,85		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	20,2	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	17,38			HE
Härtebereich		3			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat	mg/l	0,019	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtphosphat als Phosphor	mg/l	0,006	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	92,9	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	31,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	7,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	6,5	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	0,07			HE
-------------	---	------	--	--	----

Probe 230874909

113/422

(Frauenwiesquelle neu)

Eingangsdatum:

07.09.2023

Eingangsart

Probenmatrix

Grundwasser

von Ihnen übergeben

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

Untersuchungsergebnisse :

DOC	mg/l	0,8	0,5	DIN EN 1484	HE
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	6,9	0,3	DIN EN ISO 8467	HE
Oxidierbarkeit als Sauerstoff-Verbrauch	mg/l	1,7	0,08	DIN EN ISO 8467	HE
Chlorid	mg/l	34,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	37	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat -N	mg/l	4,1	0,1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	18,2	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	< 0,04	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	0,03	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,44	0,05	DIN 38409-7	HE
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	4,02	0,02	DIN 38409-6	HE
Summe Erdalkalien	mmol/l	4,0			HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	225,0		DIN 38409-6	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	180,58		DIN 38409-7	HE
Gesamthärte	°dH	22,5	0,1	DIN 38409-6	HE
Härtehydrogencarbonat	°dH	18,06			HE
Härtebereich		4			HE
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,006	0,006	DIN EN ISO 6878	HE
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	0,015	DIN EN ISO 6878	HE
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 6878	HE

Metalle :

Calcium	mg/l	111	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,4	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	30,4	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	12,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Silicium	mg/l	7,2	0,05	DIN EN ISO 11885	HE

Ionenbilanz	%	1,68			HE
-------------	---	------	--	--	----

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ramsch

Prüfbericht Nr. 6529059
Auftrag 6724113 Probe 230874909

Seite 18 von 18
21.09.2023

DIN 38409-6	1986-01
DIN 38409-7	2005-12
DIN EN 1484	1997-08
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 6878	2004-09
DIN EN ISO 8467	1995-05

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbeschränkung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Güttinger Str. 37 · 78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht: 6573275-02
Auftragsnummer: 6573275
Kundennummer: 3342000



Wolfgang Waldmüller
Tel. +49 7732 / 94162 - 37
wolfgang.waldmueller@sgs.com

Industries & Environment
Environment, Health and Safety (EHS)
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
78315 Radolfzell

Radolfzell, 10.11.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Probennahme durch: Kunde
Ort der Prüfung: IAF-Radioökologie GmbH, Wilhelm-Rönsch-Str. 9, 01454 Radeberg

Bearbeitungszeitraum: 17.04.2023 - 10.05.2023

Analyseverfahren: Cavity-Ringdown-Spektrometrie (CRDS)
Auswertung: Nach DIN EN ISO 11929:2021-11, Ermittlung der Messunsicherheiten und charakteristischen Grenzen mit $k_{1-\alpha} = 1,645$; $k_{1-\beta} = 1,645$

Matrix der Proben: Grundwasser
Entnahmedatum: 04.04.2023
Eingangsdatum: 06.04.2023

Dieser Prüfbericht ersetzt und annulliert den Prüfbericht 6573275-01 vom 12.05.2023.
Begründung: Ergänzung Ergebnisse

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A.
Wolfgang Waldmüller
Customer Service Consultant

i.V.
Peter Breig
Projektleiter

Probennummer			230358994	230358995	230358996	230358997
Bezeichnung			0129/422-1	0130/422-6	0350/422-5	0418/422-0
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,31	-10,11	-9,49	-10,04
δH2*	CRDS	‰	-73,0	-71,4	-68,2	-70,9
Deuterium Exzess*		‰	9,48	9,48	7,72	9,42

Probennummer			230358998	230358999	230359000	230359051
Bezeichnung			2018/422-8	2076/422-5	2234/422-3	2249/422-7 (5")
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-8,85	-10,00	-10,22	-10,17
δH2*	CRDS	‰	-61,8	-70,3	-71,8	-71,9
Deuterium Exzess*		‰	9,48	9,00	9,70	9,96

Probennummer			230359052	230359053	230359054	230359055
Bezeichnung			2250/422-4 (2")	2251/422-0	SWR 1/20	SWR 2/20
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,10	-10,15	-9,47	-10,30
δH2*	CRDS	‰	-71,6	-71,5	-67,0	-73,0
Deuterium Exzess*		‰	9,48	9,20	9,70	8,76

Probennummer			230359056	230359057	230359058	230359059
Bezeichnung			SWR 3/21	SWR 4/20	SWR 5/20	113/422 (Frauenwiesquelle)
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,01	-10,23	-10,16	-9,99
δH2*	CRDS	‰	-71,1	-71,8	-71,9	-70,7
Deuterium Exzess*		‰	8,98	9,48	10,04	9,38

Legende:

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

* Diese Parameter wurden in Fremdvergabe durch ein akkreditiertes Labor analysiert.

Die angegebenen Werte für $\delta^2\text{H}$ und $\delta^{18}\text{O}$ beziehen sich auf VSMOW

(Vienna Standard Mean Ocean Water).

Standardunsicherheiten: $\delta^2\text{H}$: $\pm 1,5 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O}$: $\pm 0,15 \text{ ‰}$

Hinweis:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchenden Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen.

Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben der Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

-Ende des Prüfberichtes-

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Güttinger Str. 37 · 78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht: 6573296-02
Auftragsnummer: 6573296
Kundennummer: 3342000



Wolfgang Waldmüller
Tel. +49 7732 / 94162 - 37
wolfgang.waldmueller@sgs.com

Industries & Environment
Environment, Health and Safety (EHS)
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
78315 Radolfzell

Radolfzell, 10.11.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Probennahme durch: Kunde
Ort der Prüfung: IAF-Radioökologie GmbH, Wilhelm-Rönsch-Str. 9, 01454 Radeberg

Bearbeitungszeitraum: 17.04.2023 - 10.05.2023

Analyseverfahren: Cavity-Ringdown-Spektrometrie (CRDS)
Auswertung: Nach DIN EN ISO 11929:2021-11, Ermittlung der Messunsicherheiten und charakteristischen Grenzen mit $k_{1-\alpha} = 1,645$; $k_{1-\beta} = 1,645$

Matrix der Proben: Oberflächenwasser
Entnahmedatum: 04.04.2023
Eingangsdatum: 06.04.2023

Dieser Prüfbericht ersetzt und annulliert den Prüfbericht 6573296-01 vom 12.05.2023.
Begründung: Änderung Ergebnis nach Kontrolle

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A.
Wolfgang Waldmüller
Customer Service Consultant

i.V.
Peter Breig
Projektleiter

Probennummer			230359060
Bezeichnung			Seeprobe Baggersee Radolfzell 0-38
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-7,95
δH2*	CRDS	‰	-60,4
Deuterium Exzess*		‰	3,20

Legende:

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

* Diese Parameter wurden in Fremdvergabe durch ein akkreditiertes Labor analysiert.

Die angegebenen Werte für δ2H und δ18O beziehen sich auf VSMOW

(Vienna Standard Mean Ocean Water).

Standardunsicherheiten: δH2: ± 1,5 ‰, δO18: ± 0,15 ‰

Hinweis:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchenden Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen.

Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben der Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

-Ende des Prüfberichtes-

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Güttinger Str. 37 · 78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht: 6714167-01
Auftragsnummer: 6714167
Kundennummer: 3342000



Wolfgang Waldmüller
Tel. +49 7732 / 94162 - 37
wolfgang.waldmueller@sgs.com

Industries & Environment
Environment, Health and Safety (EHS)
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
78315 Radolfzell

Radolfzell, 21.09.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald RZ - Seewasserbepr.
Ihr Bestellzeichen: Michel
Probennahme durch: Kunde
Ort der Prüfung: IAF-Radioökologie GmbH, Wilhelm-Rönsch-Str. 9, 01454 Radeberg

Bearbeitungszeitraum: 23.08.2023 - 18.09.2023

Analyseverfahren: Cavity-Ringdown-Spektrometrie (CRDS)
Auswertung: Nach DIN EN ISO 11929:2021-11, Ermittlung der Messunsicherheiten und charakteristischen Grenzen mit $k_{1-\alpha} = 1,645$; $k_{1-\beta} = 1,645$

Matrix der Proben: Grundwasser
Eingangsdatum: 23.08.2023

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A.
Wolfgang Waldmüller
Customer Service Consultant

i.V.
Peter Breig
Projektleiter

Probennummer			230831237	230831238	230831239
Bezeichnung			Epilimnion Steißlinger - Baggersee 22.08.23	Hypolimnion Steißlinger - Baggersee 22.08.23	über Grund Steißlinger - Baggersee 22.08.23
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-7,89	-7,82	-7,95
δH2*	CRDS	‰	-60,1	-59,6	59,9
Deuterium Exzess*		‰	3,02	2,96	3,70

Legende:

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

* Diese Parameter wurden in Fremdvergabe durch ein akkreditiertes Labor analysiert.

Die angegebenen Werte für δ2H und δ18O beziehen sich auf VSMOW

(Vienna Standard Mean Ocean Water).

Standardunsicherheiten: δH2: ± 1,5 ‰, δO18: ± 0,15 ‰

Hinweis:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchenden Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen.

Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln.

Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben der Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

-Ende des Prüfberichtes-

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Güttinger Str. 37 · 78315 Radolfzell

HYDRO-DATA GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Prüfbericht: 6724113-02
Auftragsnummer: 6724113
Kundennummer: 3342000



Wolfgang Waldmüller
Tel. +49 7732 / 94162 - 37
wolfgang.waldmueller@sgs.com

Industries & Environment
Environment, Health and Safety (EHS)
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
78315 Radolfzell

Radolfzell, 10.11.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Monitoring Stadtwald Radolfzell
Ihr Bestellzeichen: Ramsch
Probennahme durch: Kunde
Ort der Prüfung: IAF-Radioökologie GmbH, Wilhelm-Rönsch-Str. 9, 01454 Radeberg

Bearbeitungszeitraum: 08.09.2023 - 27.09.2023

Analyseverfahren: Cavity-Ringdown-Spektrometrie (CRDS)
Auswertung: Nach DIN EN ISO 11929:2021-11, Ermittlung der Messunsicherheiten und charakteristischen Grenzen mit $k_{1-\alpha} = 1,645$; $k_{1-\beta} = 1,645$

Matrix der Proben: Grundwasser
Eingangsdatum: 07.09.2023

Dieser Prüfbericht ersetzt und annulliert den Prüfbericht 6724113-01 vom 21.09.2023.
Begründung: falsche Probenbezeichnung

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A.
Wolfgang Waldmüller
Customer Service Consultant

i.V.
Peter Breig
Projektleiter

Probennummer			230874794	230874795	230874796
Bezeichnung			0129/422-1	2251/422-0	2249/422-7
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,23	-10,16	-10,20
δH2*	CRDS	‰	-73,3	-71,6	-72,4
Deuterium Exzess*		‰	8,54	9,68	9,20

Probennummer			230874797	230874798	230874799
Bezeichnung			2234/422-3	2018/422-8	SWR 1/20
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,15	-8,00	-9,31
δH2*	CRDS	‰	-72,2	-56,8	-65,6
Deuterium Exzess*		‰	9	7,2	8,88

Probennummer			230874800	230874901	230874902
Bezeichnung			SWR 3/21	SWR 5/20	0130/422-6
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,14	-10,23	-10,12
δH2*	CRDS	‰	-72,4	-72,2	-71,1
Deuterium Exzess*		‰	8,72	9,64	9,86

Probennummer			230874903	230874904	230874905
Bezeichnung			0350/422-5	2250/422-4	0418/422-0
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,15	-10,22	-10,05
δH2*	CRDS	‰	-71,7	-71,7	-71,2
Deuterium Exzess*		‰	9,3	10,06	9,20

Probennummer			230874906	230874907	230874908
Bezeichnung			2076/422-5	SWR 2/20	SWR 4/20
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-9,93	-10,14	-10,26
δH2*	CRDS	‰	-71,0	-71,6	-71,9
Deuterium Exzess*		‰	8,44	9,52	10,18

Probennummer			230874909		
Bezeichnung			113/422 (Frauenwiesquelle neu)		
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	Prüfergebnis	Prüfergebnis
δO18*	CRDS	‰	-10,05		
δH2*	CRDS	‰	-70,9		
Deuterium Exzess*		‰	9,5		

Legende:

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

* Diese Parameter wurden in Fremdvergabe durch ein akkreditiertes Labor analysiert.

Die angegebenen Werte für $\delta^2\text{H}$ und $\delta^{18}\text{O}$ beziehen sich auf VSMOW

(Vienna Standard Mean Ocean Water).

Standardunsicherheiten: $\delta^2\text{H}$: $\pm 1,5 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O}$: $\pm 0,15 \text{ ‰}$

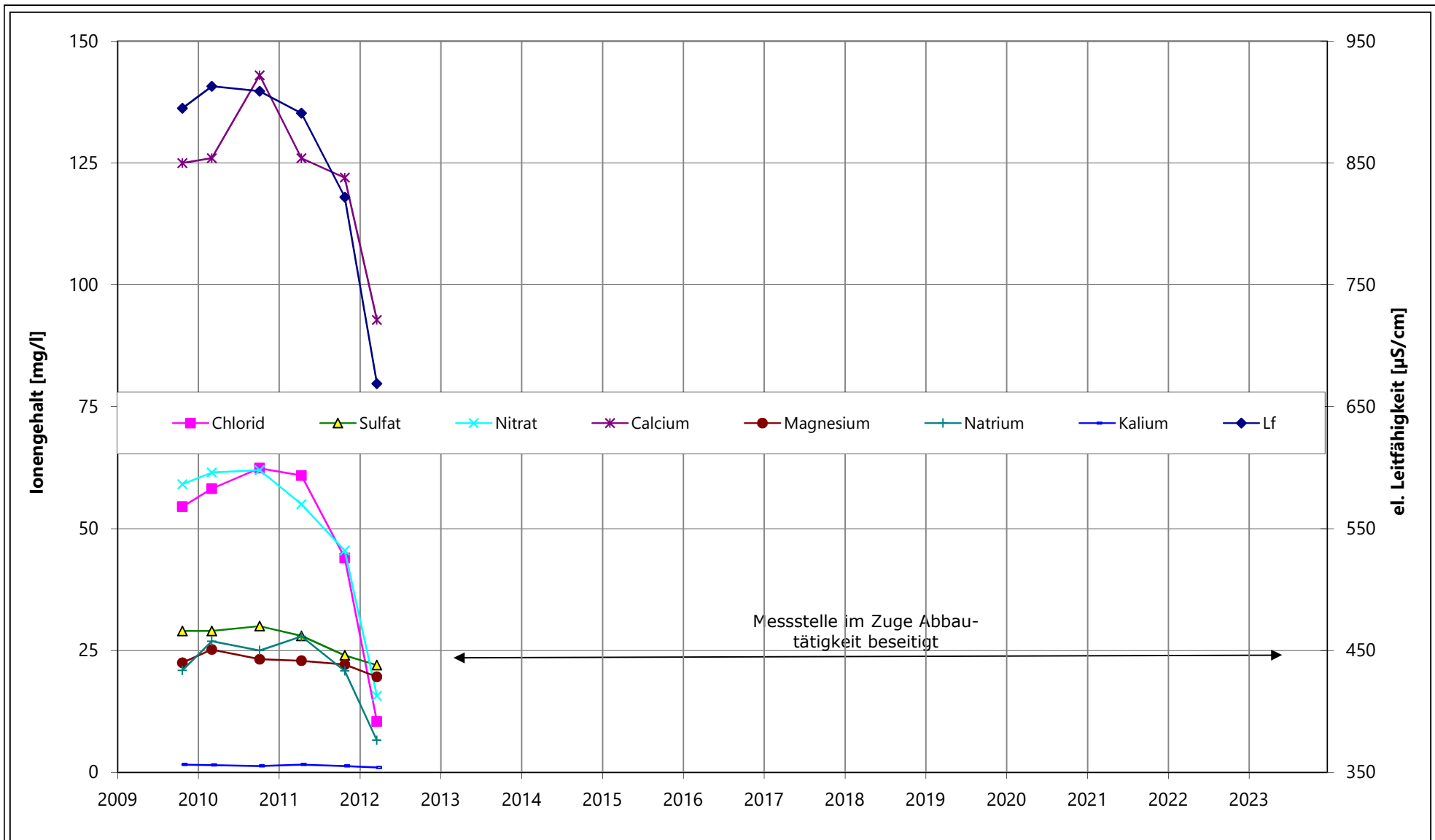
Hinweis:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchenden Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben.

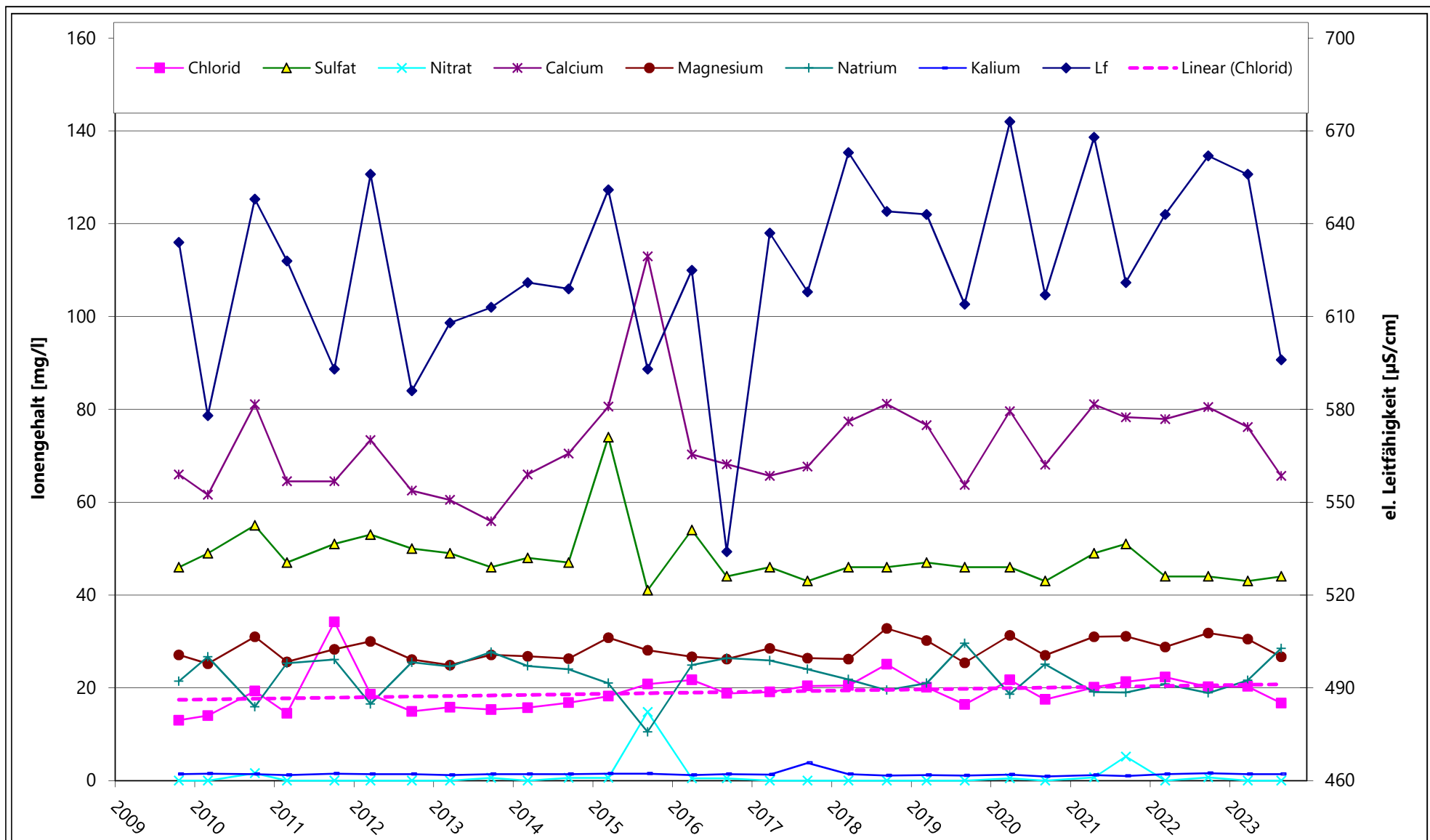
Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen.

Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben der Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

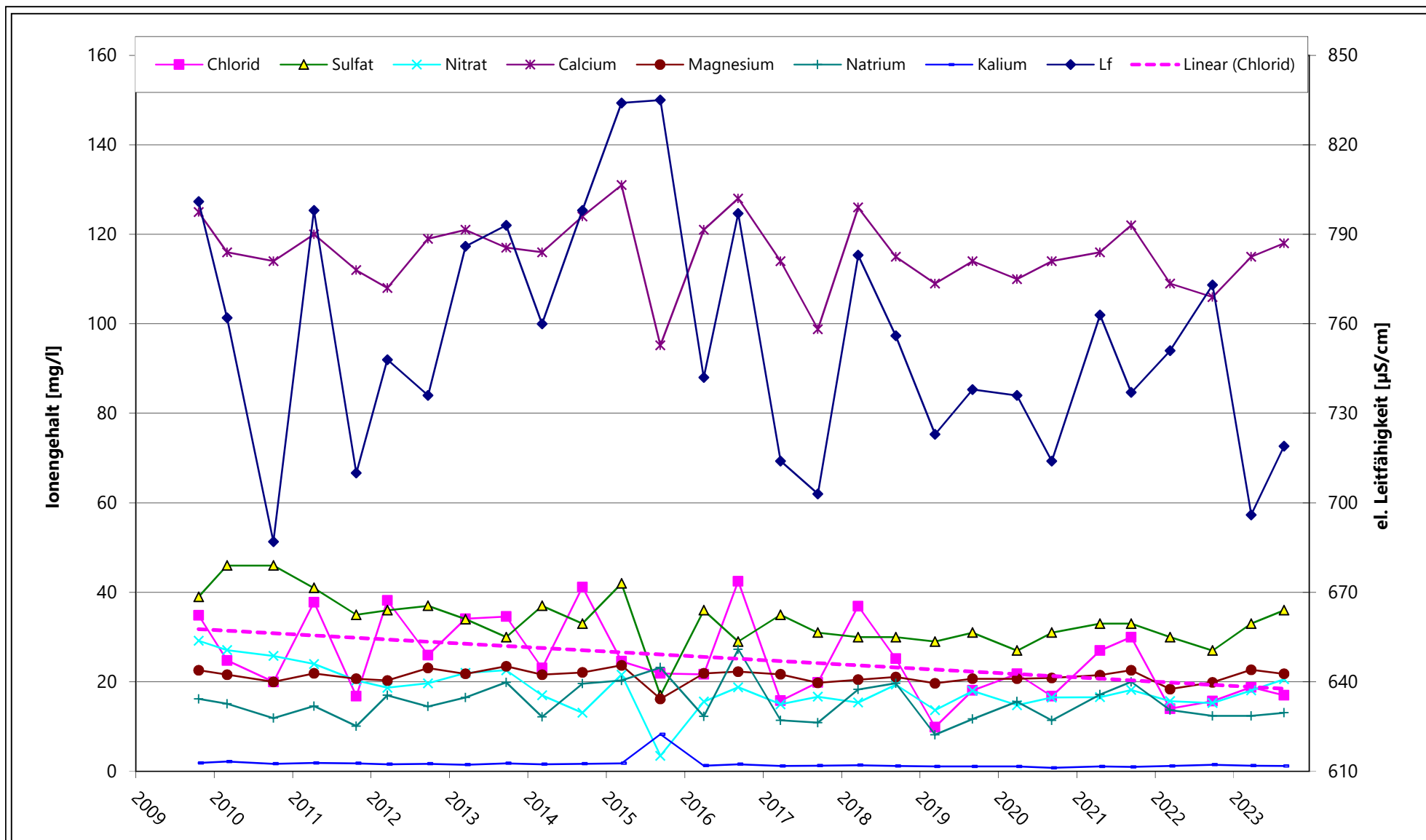
-Ende des Prüfberichtes-



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell		Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 78/422-0 von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023	
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de		Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:		
	Datei: Anl_3_3_1 GWM 78_422		Bearbeiter: R. Ramsch		Datum: März 2024		Anl. 3.3.1

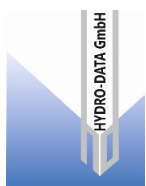
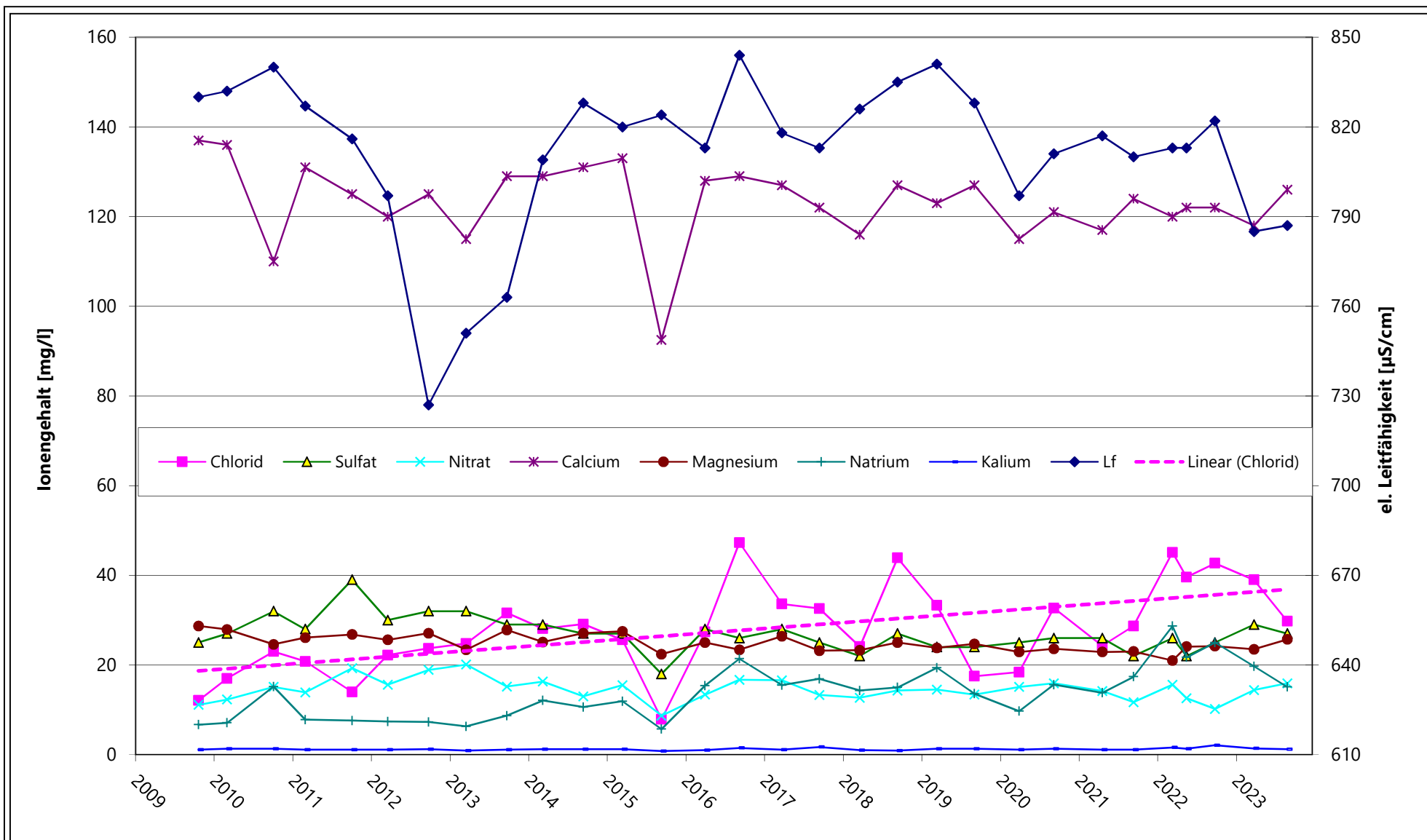


	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 129/422-1 von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
	Datei: Anl_3_3_2 GWM 129_422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: März 2024		Anl. 3.3.2



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell		Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 130/422-6 von 2009 - 2023		Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023	
	Tel.: 07732-5583-0 Fak: 07732-5583-15 eMail: mail@hydro-data.de		Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
	Datei: Anl_3_3_3 GWM 130_422		Bearbeiter: R. Ramsch		Datum: März 2024	

Anl. 3.3.3



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 350/422-5 von 2009 - 2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:

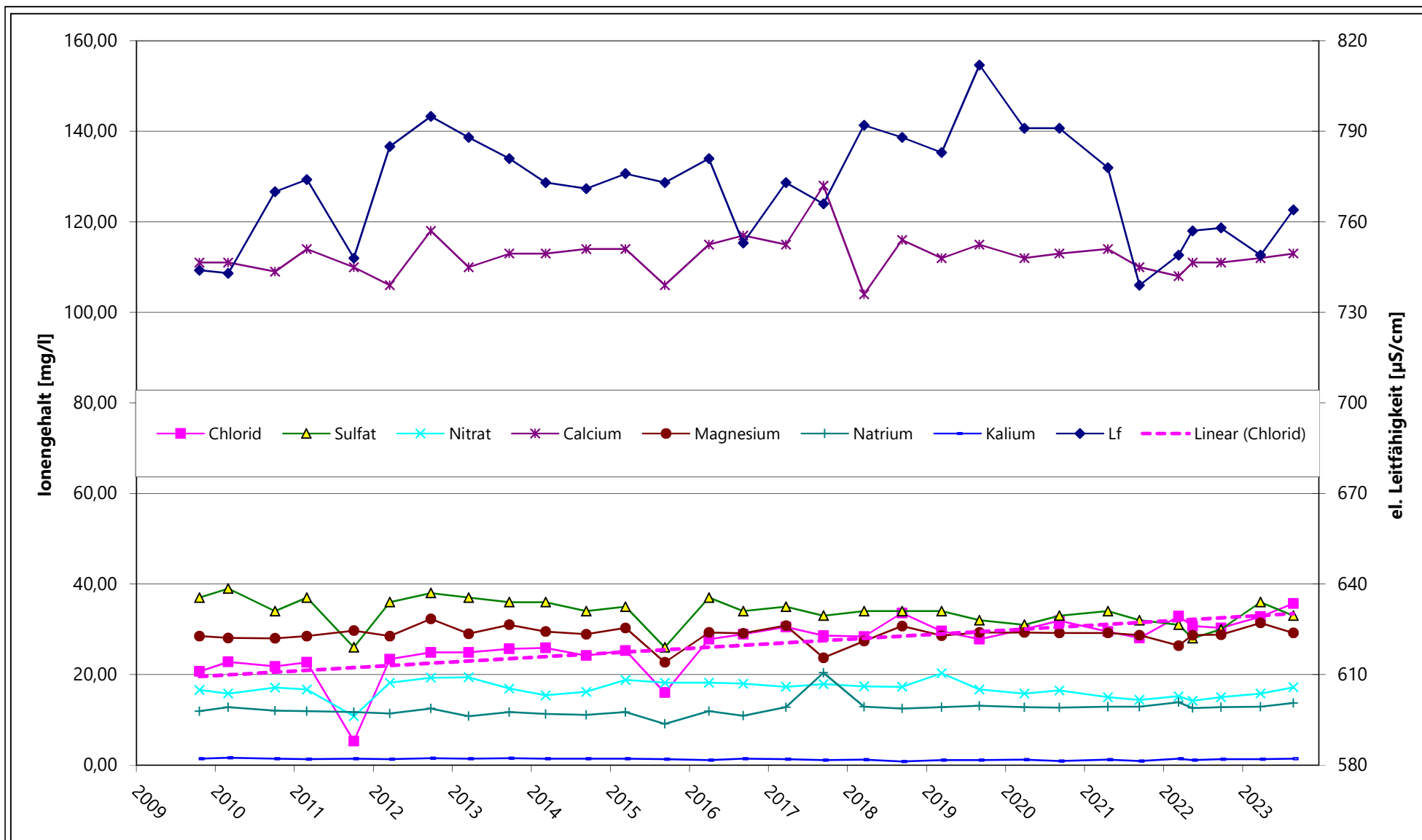
Datei: Anl_3_3_4 GWM 350_422

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: März 2024

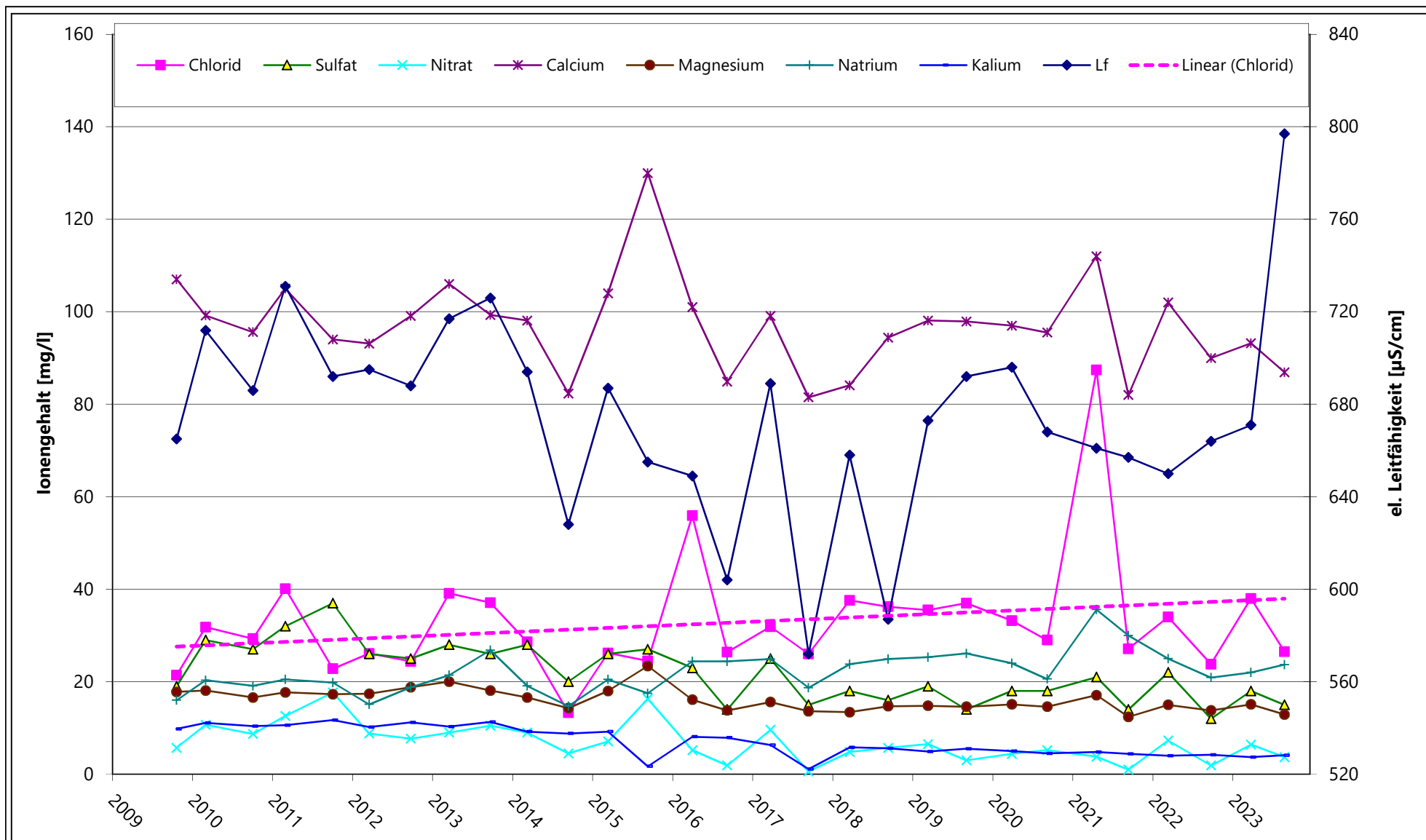
Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 3.3.4



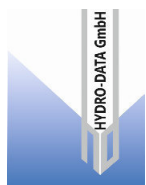
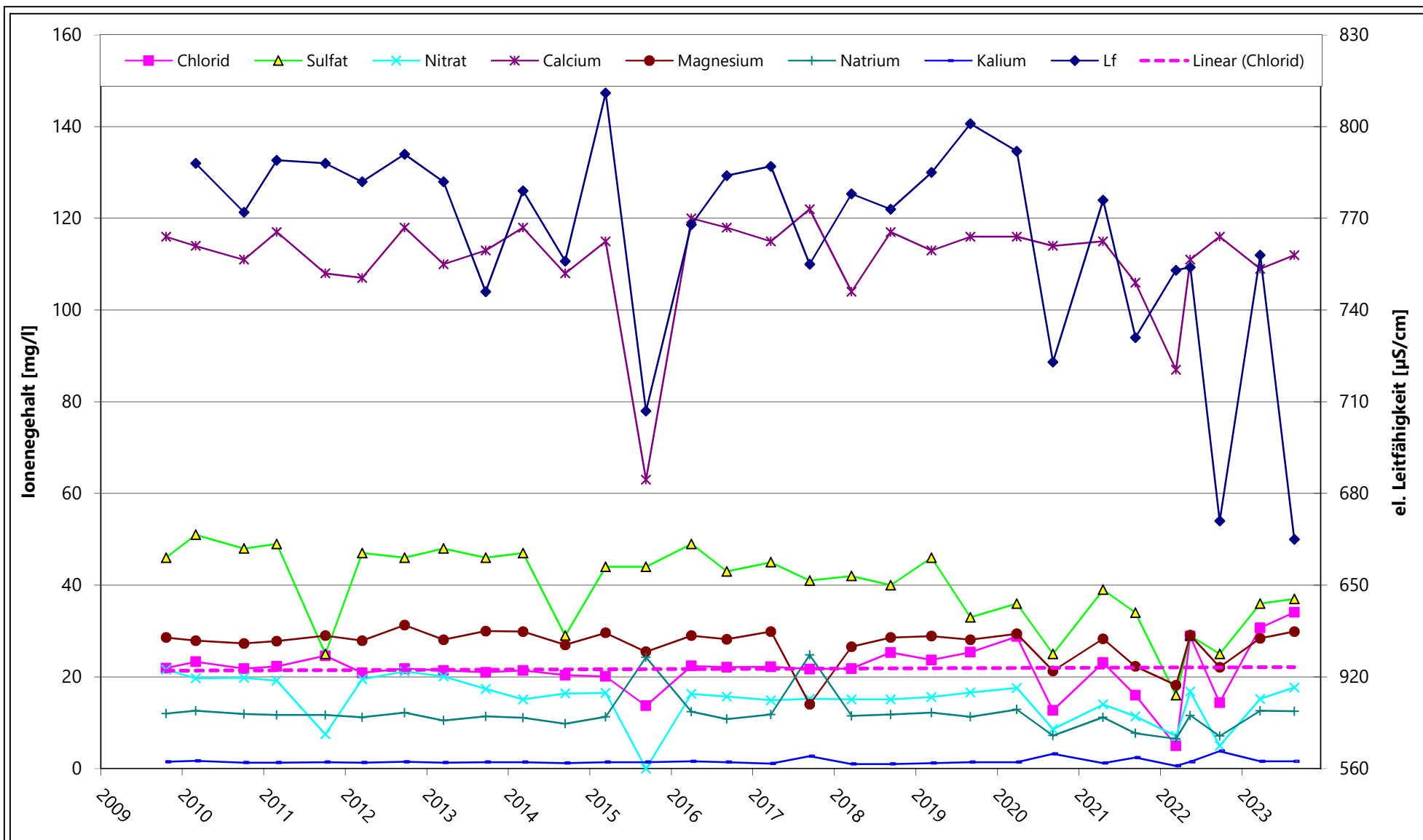
	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 418/422-0 von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
	Datei: Anl_3_3_5 GWM 418_422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: März 2024		Anl. 3.3.5

Anl. 3.3.5



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2018/422-8 von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
	Datei: Anl_3_3_6 GWM 2018_422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: März 2024		Anl. 3.3.6

Anl. 3.3.6



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2076/422-5 von 2009 - 2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:

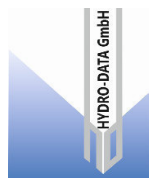
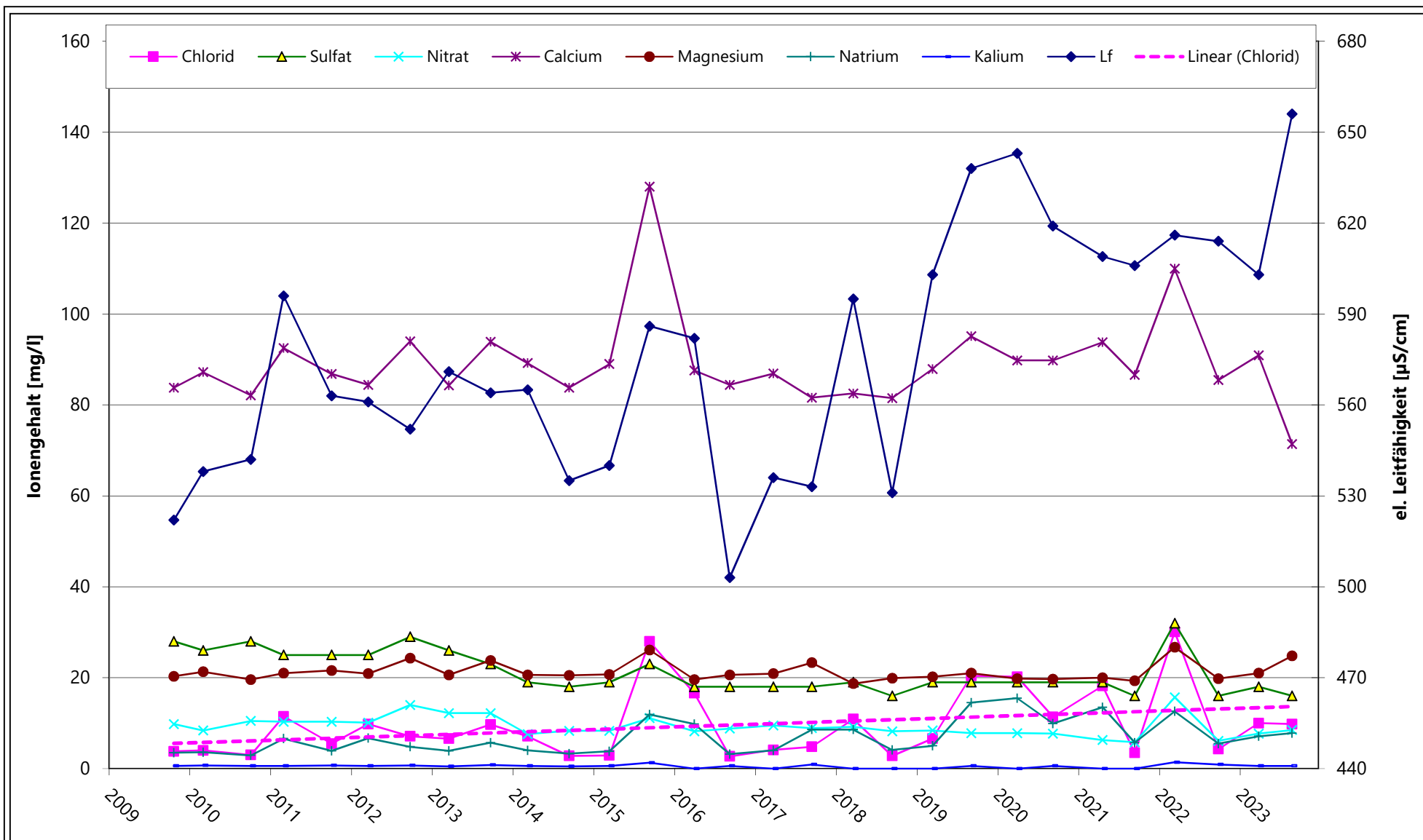
Datei: Anl_3_3_7 GWM 2076_422

Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: März 2024

Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023

Anl. 3.3.7



Löwengasse 10
78315 Radolfzell

Tel.: 07732-9983-0
Fax: 07732-9983-15
eMail: mail@hydro-data.de

Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2234/422-3 von 2009 - 2023

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5,
88090 Immenstaad

Projekt-Nr.:

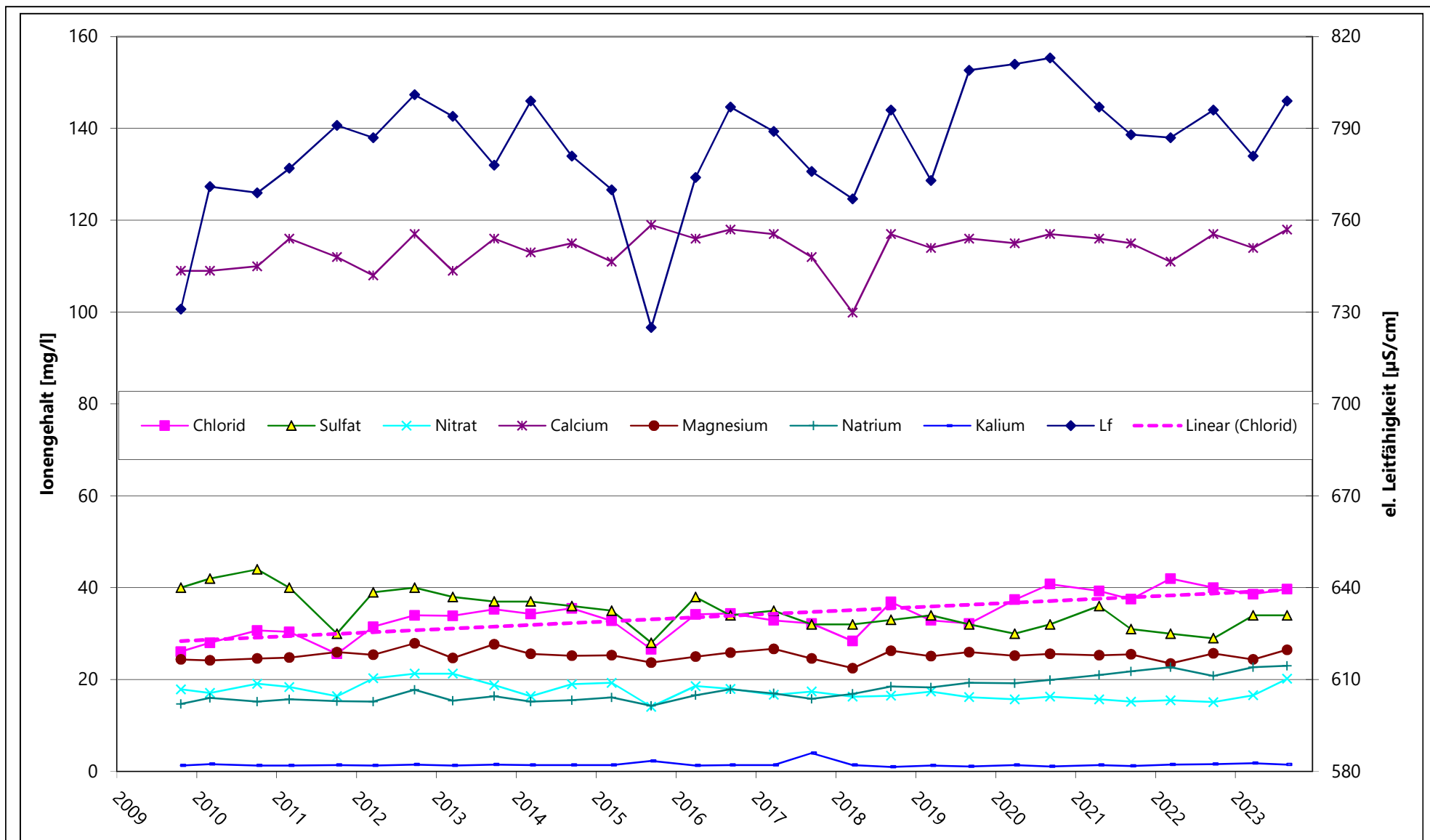
Datei: Anl_3_3_8 GWM 2234_422

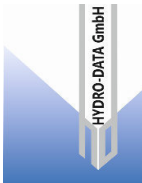
Bearbeiter: R. Ramsch

Datum: März 2024

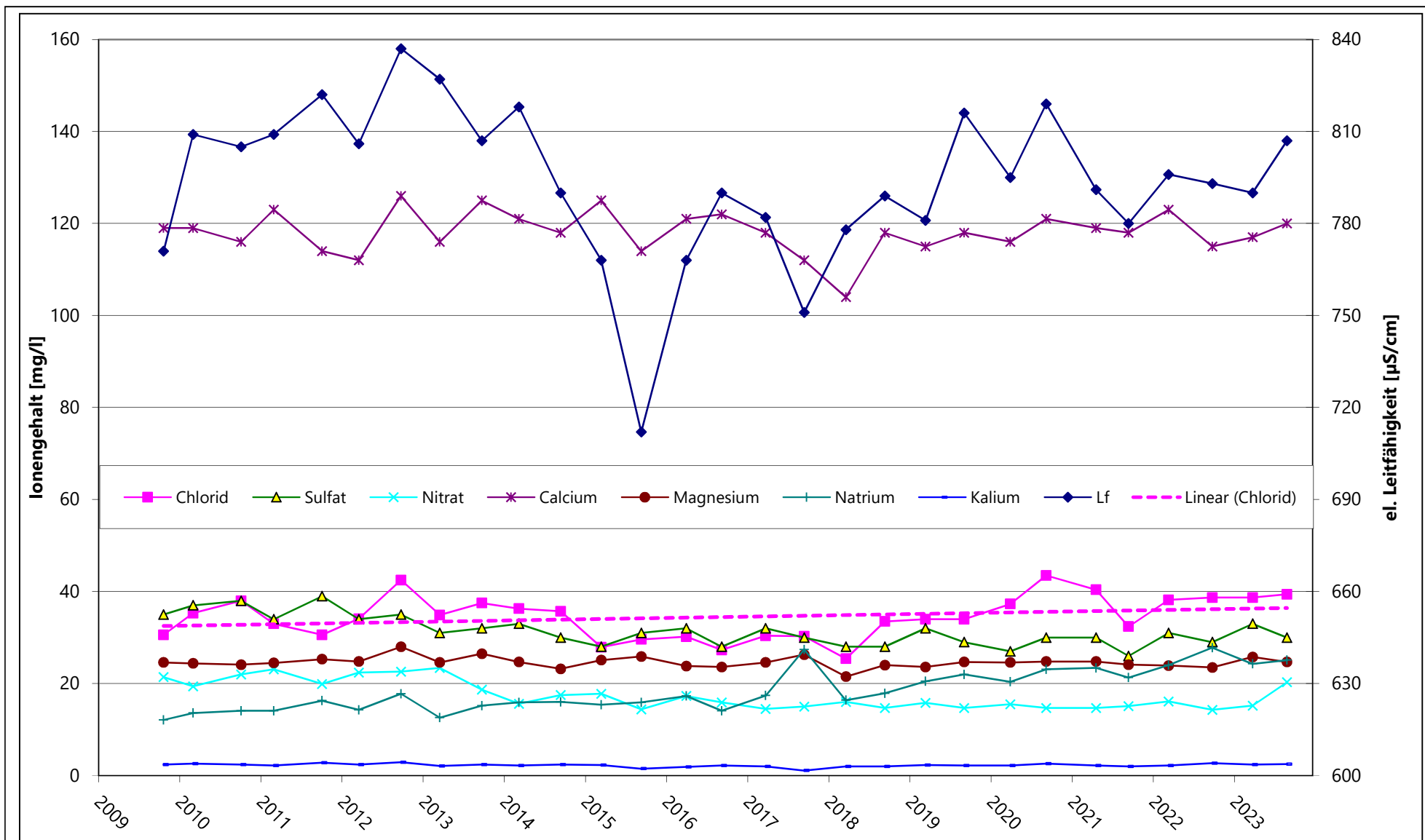
Grundwasser - Monitoring
Kies - Nassabbau
Stadtwald Radolfzell
2023


Anl. 3.3.8

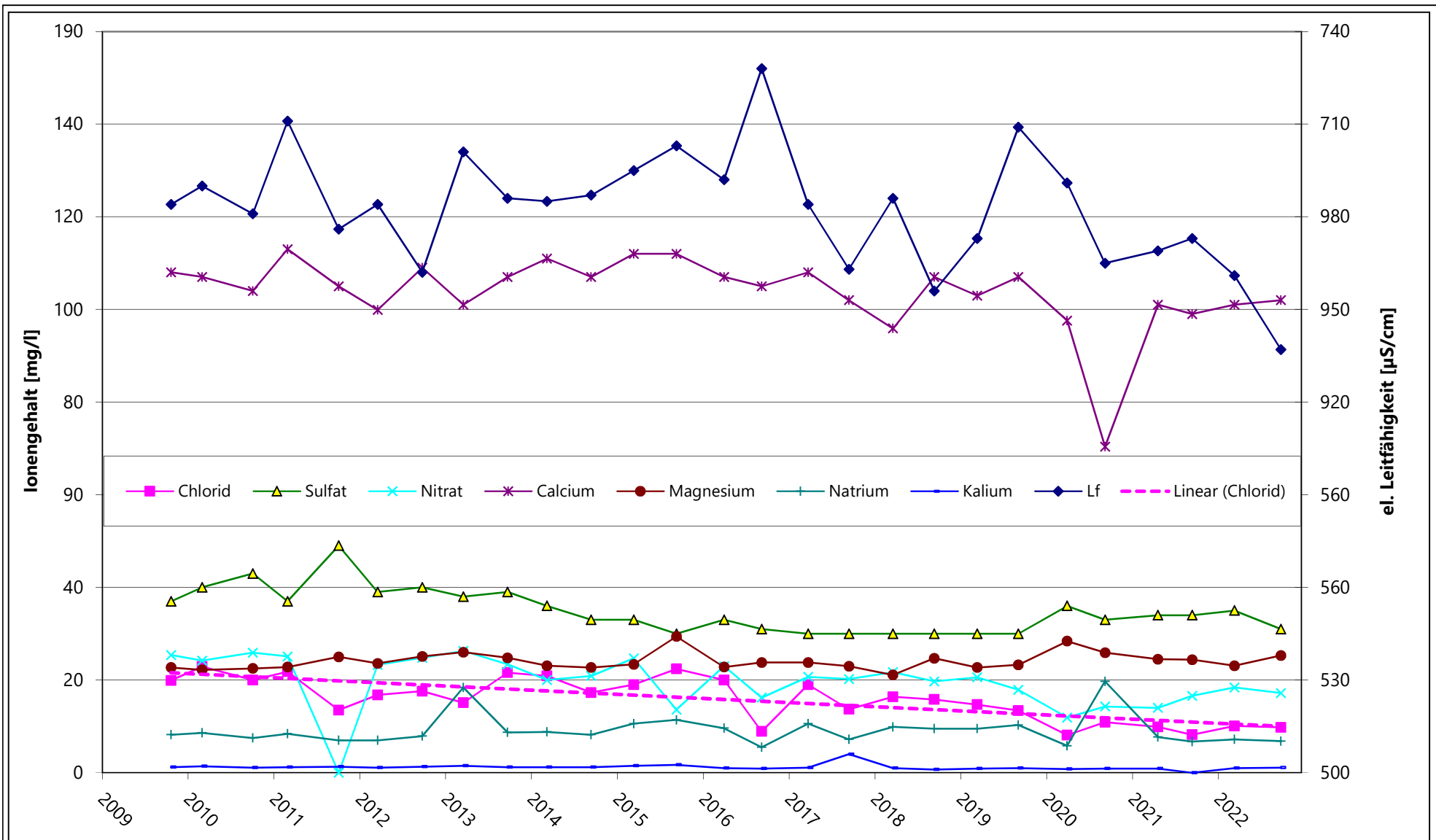



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2249/422-7 von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
	Datei: Anl_3_3_9 GWM 2249_422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: März 2024		Anl. 3.3.9

Anl. 3.3.9

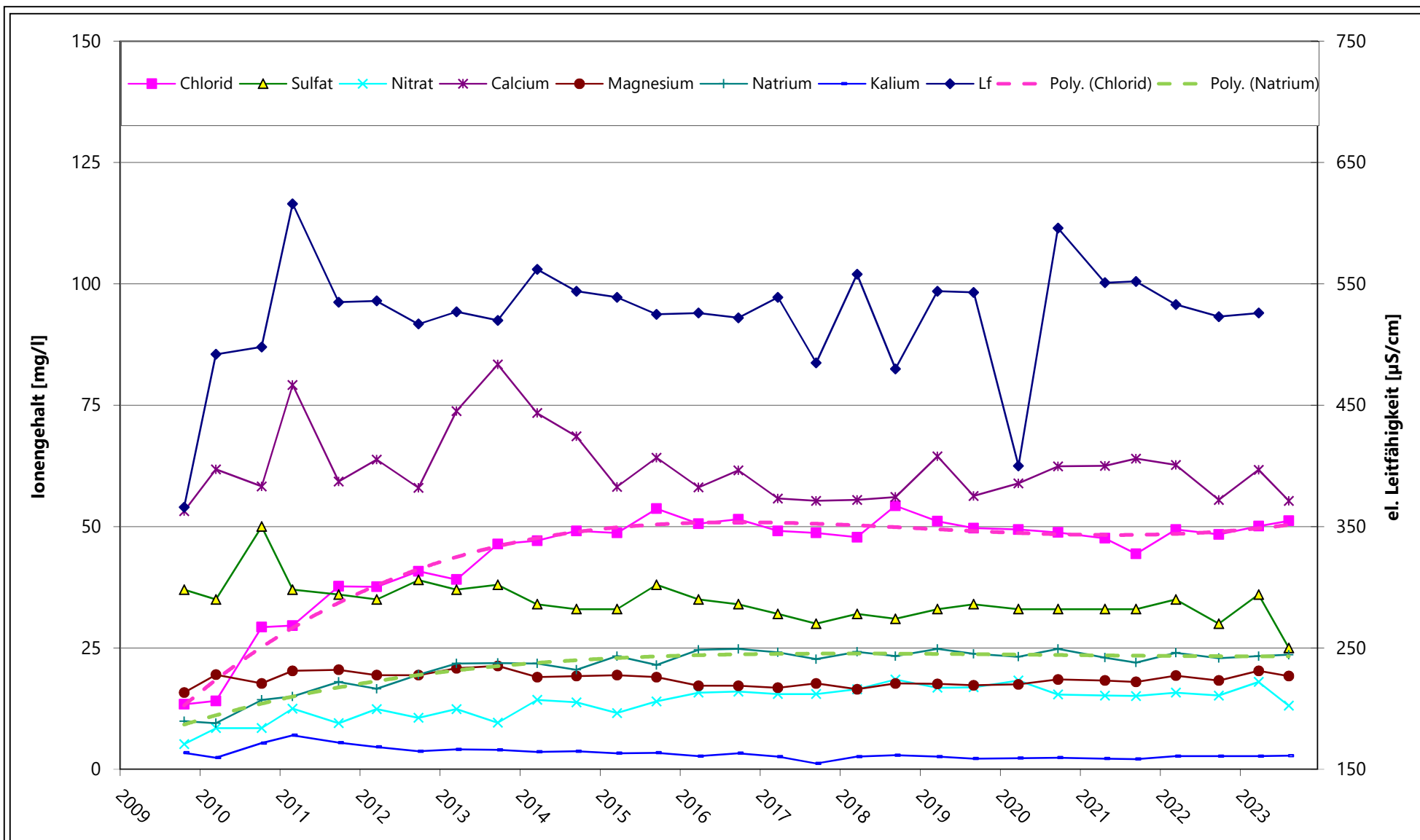


	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2250/422-4 von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
	Datei: Anl_3_3_10 GWM 2250_422	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: März 2024		Anl. 3.3.10



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de		Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe GWM 2251/422-0 von 2009 - 2023		Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023	
	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:			
	Datei: Anl_3_3_11 GWM 2251_422		Bearbeiter: R. Ramsch		Datum: März 2024	

Anl. 3.3.11



	Löwengasse 10 78315 Radolfzell	Ganglinie der Wasserinhaltsstoffe See von 2009 - 2023			Grundwasser - Monitoring Kies - Nassabbau Stadtwald Radolfzell 2023
	Tel.: 07732-9983-0 Fax: 07732-9983-15 eMail: mail@hydro-data.de	Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH, Steigwiese 5, 88090 Immenstaad		Projekt-Nr.:	
		Datei: Anl_3_3_12 See	Bearbeiter: R. Ramsch	Datum: März 2024	Anl. 3.3.12

Anhang

- Anhang 1 E-Mail vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022: Mitteilung Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme LGRB Freiburg zum Scopingtermin
- Anhang 2 Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II, Landkreis Konstanz, Vorschlag eines Untersuchungsprogramms für eine hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme, Bericht Hydro-Data vom 17.10.2022
- Anhang 3 Untersuchung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen, Bewertung im Rahmen einer Bestandsaufnahme für eine geplante Nassabbauerweiterung, Untersuchungsjahr 2023, Limnologie-Büro Dipl.-Biol. E. Hoehn, Freiburg, Bericht vom April 2024



Anhang 1

Anhang 1 E-Mail vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022: Mitteilung
Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme LGRB Freiburg zum
Scopingtermin

R.Ramsch

Von: HYDRO-DATA <mail@hydro-data.de>
Gesendet: Dienstag, 26. Juli 2022 15:00
An: 'Ralf Ramsch'
Betreff: WG: Nasskiesabbau Phase 2, Radolfzell

Von: Winzen, Kerstin <Kerstin.Winzen@lrkn.de>
Gesendet: Dienstag, 26. Juli 2022 13:53
An: 'Mail@hydro-data.de' <Mail@hydro-data.de>
Cc: Huber-Stastny, Karolina <Karolina.Huber-Stastny@lrkn.de>
Betreff: Nasskiesabbau Phase 2, Radolfzell

Sehr geehrter Herr Ramsch,

wie telefonisch besprochen anbei der Untersuchungsrahmen, der in der Stellungnahme des LGRB im Vorfeld zum Scopingtermin vom 20.05.2022 vorgelegt wurde.

Neben der Überprüfung der in Anhang II angeführten Grundlagendaten (geodätische Lage-/Höhenmessungen, Abflussmessungen Frauenwiesquelle, Tiefenlage der Basis des Waschschlamm-Absetzbeckens See Phase I) sind aus hydrogeologischer Sicht noch die folgenden Untersuchungen erforderlich:

1. Bestandsaufnahme:
 1. Erfassung des derzeitigen hydrochemischen Zustands des bestehenden Baggersees und des Grundwassers inkl. Frauenwiesquelle (hier auch die nicht genutzten Quellschächte).
 2. Untersuchungsumfang gemäß Anlage PF-UVU-N2-N3 (inkl. ^2H , ^3H und ^{18}O zur Untersuchung des Verdunstungseinflusses bzw. Beeinflussung/Veränderungen Wechselwirkung Baggersee-Grundwasser und Einfluss Baggersee-Quelle).
 3. Geeignete, repräsentative Grundwassermessstellen sind zu identifizieren.
 4. Die Bestandsaufnahme sollte über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr erfolgen. Dabei sind die Grundwassermessstellen und Quelfassungsanlagen mind. vierteljährlich zu beproben.
 5. Der Umfang dieses Monitorings (Parameter und Probenahmestellen) kann, basierend auf den Ergebnissen einer ersten Erhebung und Auswertung, ggf. angepasst werden.
 6. Hinweis: Am LGRB liegen aktuell keine Kenntnisse zu einem im Rahmen des bestehenden Abbaus durchgeführten Monitorings vor. Ggf. kann auch auf vorliegende Daten zurückgegriffen werden, bzw. sollten auch bereits vorhandene Monitoringdaten berücksichtigt werden.
 7. Ein Vorschlag für eine entsprechende Bestandsaufnahme sollte erarbeitet und der Genehmigungsbehörde und dem LGRB vorgelegt werden.
2. Durch die Erweiterung mit einhergehender Einleitung von Schlämmen in den bestehenden See entstehen ggf. große Tiefenunterschiede. Eine Durchmischung des Seewasserkörpers bis zu den Seeböden ist sicherzustellen um Zersetzungsprozesse durch reduzierte Sauerstoffversorgung am Seeboden zu vermeiden. Dass die geplanten Seecharakteristika dieser Zielstellung nicht entgegenstehen, ist durch ein Gutachten/eine Modellierung nachzuweisen.
3. Hinsichtlich der geplanten Einleitung von (Fein-)Schlämmen in den bestehenden See der Phase I sollte eine Analyse der Bestandteile (Mineralbestand, Schwermetalle, etc.) von repräsentativen Feinsedimentproben durchgeführt werden.

Nach Rücksprache mit dem LGRB ist insbesondere das Untersuchungsprogramm für die Bestandsaufnahme bzw. für die Grund- und Seenwasseruntersuchungen noch zu konkretisieren.

[Seite]

Herzlich Dank und mit freundlichen Grüßen
Kerstin Winzen

Landratsamt Konstanz
Amt für Baurecht und Umwelt
Untere Wasserbehörde
Wasserwirtschaft
Benediktinerplatz 1
D-78467 Konstanz

Telefon: 07531/800-1267
Telefax: 07531/800-1239
kerstin.winzen@LRAKN.de

+++ Bitte prüfen Sie der Umwelt zuliebe, ob der Ausdruck dieser E-Mail erforderlich ist +++



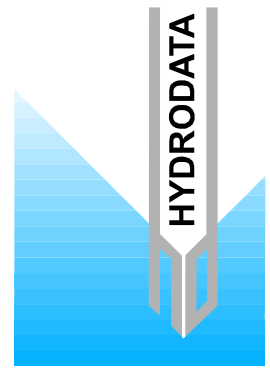
LANDKREIS
KONSTANZ



Prädikat
Familienbewusstes
Unternehmen 2018

Anhang 2

Anhang 2 Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II,
Landkreis Konstanz, Vorschlag eines Untersuchungsprogramms für eine
hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme, Bericht
Hydro-Data vom 17.10.2022



**Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell Phase II
Landkreis Konstanz**

**Vorschlag eines Untersuchungsprogramms für eine
hydrochemische und isotopenhydrologische
Bestandsaufnahme**

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell, Phase II
Vorschlag Untersuchungen für eine
Bestandsaufnahme

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad

Maßnahmen:

- Darstellung bestehendes Monitoring Phase I
- Untersuchungsmaßnahmen für eine Bestandsaufnahme Phase II

Ausführungszeitraum: Oktober 2022

Projektnummer: 88090/2022-002-02/939

Bericht erstellt: Radolfzell, den 17.10.2022

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundlage	3
2. Monitoringprogramm Abbauphase I seit 2008.....	3
3. Vorschlag einer Bestandsaufnahme im Zuge der geplanten Erweiterung des Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II zur Vorlage bei der Genehmigungsbehörde und beim LGRB Freiburg.....	8
3.1 Erfassung des hydrochemischen Zustandes.....	8
3.2 Erfassung der isotopehydrologischen Verhältnisse	8
3.3 Identifizierung geeigneter, repräsentativer Grundwassermessstellen für die hydrochemische und isotopehydrologische Bestandsaufnahme.....	9
3.4 Wasserspiegelmessungen.....	9

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1a	Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021	5
Abb. 1b	Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021 (Ausschnitt mit Aufschlüssen herausvergrößert).....	6
Abb. 1c	Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2021..	7

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Liste Messstellen für Grundwasser- und Seepegel Monitoring (Phase I).....	4
--------	---	---

Anlagen

Anl. 1	Email vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022: Mitteilung Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme LGRB Freiburg zum Scopintermin	
--------	---	--

1. Grundlage

In der Email des Landratsamtes Konstanz vom 26.07.2022 (s. Anlage 1) wurde ein Untersuchungsrahmen, der in der Stellungnahme des LGRB im Vorfeld zum Scopingtermin „Erweiterung Nassabbau Stadtwald Radolfzell Phase II“ vom 20.05.2022 vorgelegt wurde, mitgeteilt.

Dieser Untersuchungsrahmen beinhaltet:

- eine Bestandsaufnahme der hydrochemischen und isotopenhydrologischen Verhältnisse des bestehenden Baggersees und des Grundwassers incl. der Frauenwiesquelle (hier auch ungenutzte Quellschächte) über einen Zeitraum von mindestens 1 Jahr;
- den Nachweis, dass bei Verfüllung See Phase I (Einleitung Waschschlämme aus See Phase II) eine Durchmischung des Seewasserkörpers gewährleistet ist und Zersetzungsprozesse durch reduzierte Sauerstoffversorgung vermieden werden;
- die Durchführung repräsentativer Feinsedimentprobennahmen an den in See Phase I einzuleitenden Schlämmen incl. Analytik (Mineralbestand, Schwermetalle).

2. Monitoringprogramm Abbauphase I seit 2008

Im Planfeststellungsbeschluss für den Kiesnassabbau im Stadtwald Radolfzell (Phase I) vom 21.05.2008 (Az. 2124-692.410-302/05) ist im Kapitel 6 „Überwachung, Gewässer-Monitoring, Beweissicherung“ der Nebenbestimmungen und Hinweise ein Untersuchungsprogramm vorgegeben. Dies beinhaltet Wasserspiegelmessungen (kontinuierlich und monatlich), See-, Grundwasser- und Sedimentanalysen; die entspr. Gewässer-Probennahmen werden 2 x jährlich während der Frühjahrszirkulation und am Ende der Sommerstagnation durchgeführt.

Das Monitoringprogramm wird seit 2008 durchgeführt; die Ergebnisse werden in Jahresberichten dokumentiert und liegen dem Auftraggeber und dem Landratsamt Konstanz vor.

Eine Übersicht des aktuell durchgeführten Monitoringprogramms (Stand Monitoringbericht 2021) bietet die Tabelle 1 und die Abbildungen 1a bis 1c.

Tab. 1 Liste Messstellen für Grundwasser- und Seepiegel Monitoring (Phase I)

	Messstellenbezeichnung	LUBW- Nummer	Wasserspiegelmessung		Wassergüte
			DS	LiLo	
Zustrom- bereich	DP 7T Waldheim	0129/422-1	X		X
	DP 7F Waldheim	0130/422-6	X		X
	BK 10T/94 Stadtwald Radolfzell	2018/422-8		2 x jährlich	X
	KB 5T/04 Stadtwald Radolfzell	2251/422-0	X		X
	KB 2/04 Stadtwald Radolfzell	2245/422-5		X	
	KB 3/04 Stadtwald Radolfzell	2247/422-6	X		
	KB 2/64 Stadtwald Radolfzell	0104/422-8		X	
	P81 Schray	0239/422-4		X	
	KB 4T/04 Stadtwald Radolfzell	2249/422-7		2 x jährlich	X
	KB 4F/04 Stadtwald Radolfzell	2250/422-4		2 x jährlich	X
	SWR 1/20	-		X	
	SWR 2/20	-	X		
	SWR 3/21	-		X	
	SWR 4/20	-	X		
	SWR 5/20	-	X		
Fenster- bereich	T1 Schray	0350/422-5	X		X
	BK 5a/97 Stadtwald Radolfzell	2256/422-7		X	
Abstrom- bereich	KB T1/95 Stadtwald Radolfzell	2234/422-3* ¹		X	X
	B13 Weiherhof	0155/422-0		X	
	P 8/94 Frauenwiesquelle	0418/422-0	X		X
	P20 Frauenwiesquelle	2076/422-5		X	X
	Frauenwiesquelle* ²	0113/422			
Zwischen- schicht	SWR 5a/21	-	X		
See	See	-	X ³		X

*¹: LUBW-Nummer 2234/422-3 (ehemals 10025/422)

*²: Daten vom Betreiber (Schüttung, el. Leitfähigkeit)

*³: seit Mai 2015 mit Datensammler bestückt

DS: kontinuierliche Wasserspiegelmessung mit Datensammler

LiLo: Wasserspiegelmessung mit Lichtlot / 4-wöchig

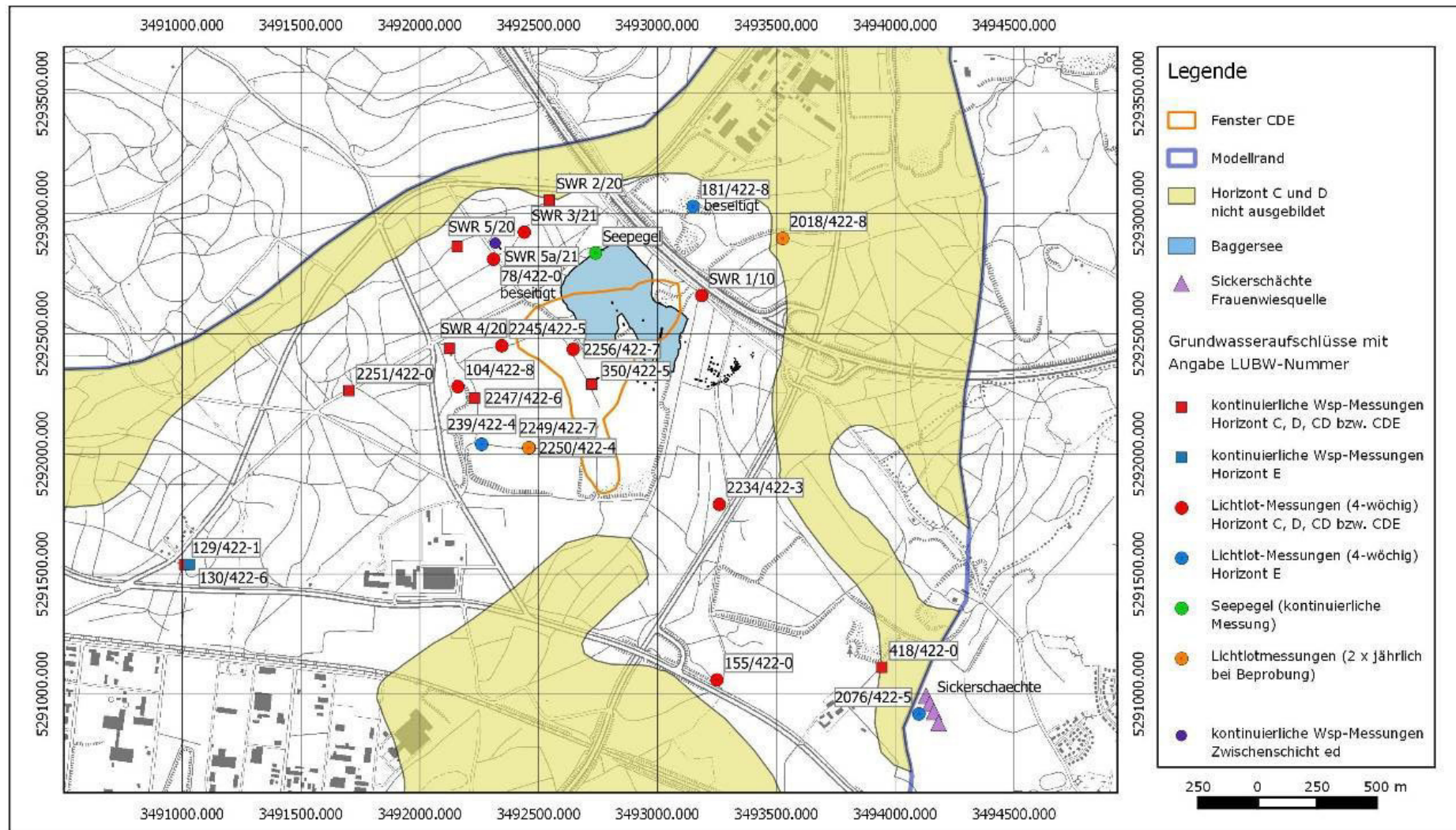


Abb. 1a Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021

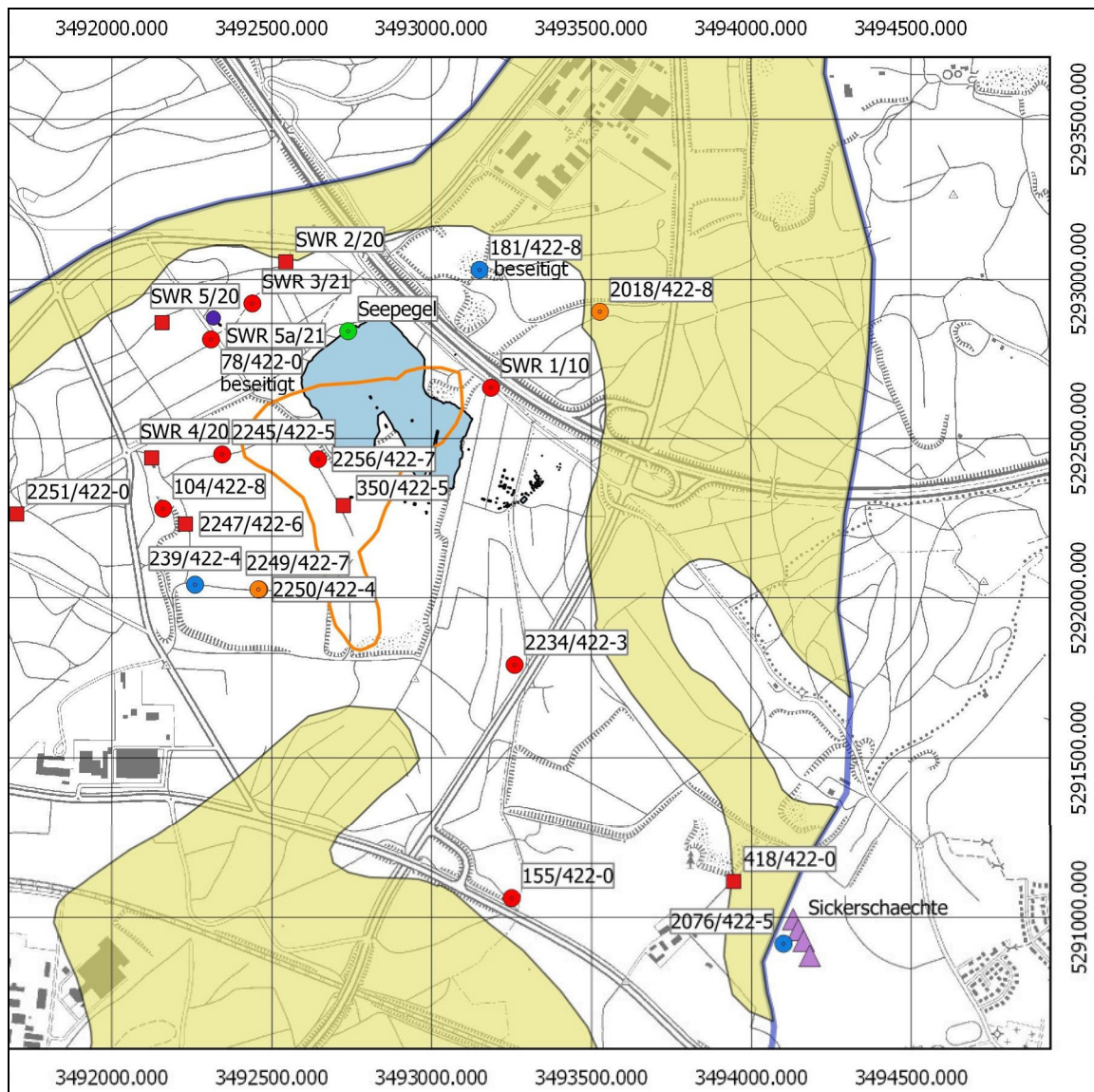


Abb. 1b Übersichtsplan Wasserspiegelmessungen 2021 (Ausschnitt mit Aufschlüssen herausvergrößert)

Die Analyseparameter (See-, Grundwasser) entsprechen dem Mindest-Untersuchungsumfang gem. Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“ Anlage PF-UVU-N3 (ohne Isotope).

Über die Messwerterfassungsanlage der Stadtwerte Radolfzell werden sowohl die Schüttung wie auch die elektrische Leitfähigkeit der Frauenwiesquelle jährlich zur Verfügung gestellt. Die Messdaten werden in die Monitoring-berichte mit aufgenommen.

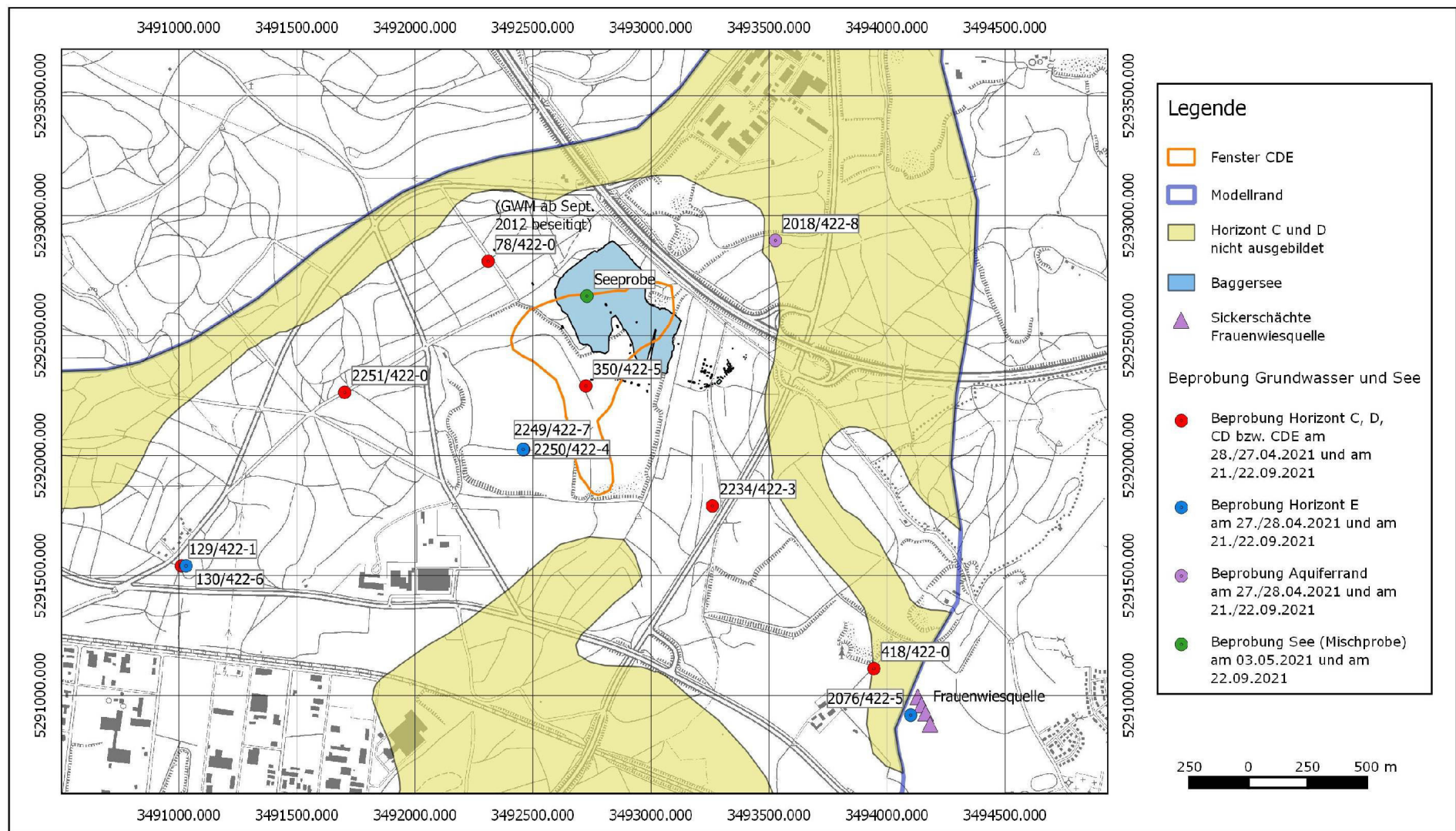


Abb. 1c Übersichtsplan der Messstellen mit Grundwasser- und Seebeprobungen 2021

3. Vorschlag einer Bestandsaufnahme im Zuge der geplanten Erweiterung des Nassauskiesung Stadtwald Radolfzell, Phase II zur Vorlage bei der Genehmigungsbehörde und beim LGRB Freiburg

3.1 Erfassung des hydrochemischen Zustandes

Der hydrochemische Zustand der Grundwässer und des Seewassers (See Phase I) ist aktuell durch die Probennahmen Ende März und Anfang Oktober 2022 dokumentiert. Gütemessungen vom See- und Grundwasser liegen seit 2009 vor.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme kann 2023 die bestehende Monitoring-beprobung 2 x durchgeführt werden. Ergänzend sollen im Rahmen der Bestandsaufnahme folgende Aufschlüsse mit beprobt werden:

- SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20
- Sammelschacht der genutzten Quellschächte Frauenwiesquelle
- Sammelschacht der ungenutzten Quellschächte Frauenwiesquelle

Die Analyseparameter entsprechen der Anlage PF-UVU-N3 gem. Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft“.

Nach Bewertung der Untersuchungsergebnisse kann das Monitoringprogramm „Grundwasser“ angepasst werden.

3.2 Erfassung der isotopenhydrologischen Verhältnisse

Es sollen die 10 Grundwassermessstellen und die Seemischprobe des bisherigen Monitoringprogramms sowie folgende zusätzliche Aufschlüsse:

- SWR 1/20, SWR 2/20, SWR 4/20 und SWR 5/20
- Sammelschacht der genutzten Quellschächte Frauenwiesquelle
- Sammelschacht der ungenutzten Quellschächte Frauenwiesquelle

im Jahr 2023 zweimal auf die stabilen Isotope ^2H und ^{18}O beprobt und analysiert werden.

Auf Grund der kontinuierlich abnehmender Tritiumgehalte in der Hydrosphäre wird von der Analytik dieses Parameters abgesehen.

Nach den ersten beiden Isotopenbeprobungen und Bewertung der Analyseergebnisse kann eine Auswahl der Messstellen erfolgen und die Messungen vierteljährlich über die Dauer von 15 Monaten festgelegt werden.

3.3 Identifizierung geeigneter, repräsentativer Grundwassermessstellen für die hydrochemische und isotopenhydrologische Bestandsaufnahme

Für die Bestandsaufnahme werden folgende Aufschlüsse als repräsentativ angesehen:

Zustrom See Phase I: Messstellen Tab. 1

Abstrom See Phase I: Messstellen Tab. 1 incl. 350/422

See Phase I

In der Bestandsaufnahme sollen alle Aufschlüsse berücksichtigt werden. Nach Bewertung der Ergebnisse kann eine endgültige Auswahl für das weiterführende Monitoring festgelegt werden.

3.4 Wasserspiegelmessungen

Während der Bestandsaufnahme wird die Fortführung des Wasserspiegelmessprogramms gemäß der Tabelle 1 empfohlen. Eine Untergliederung der Messmethodik (DS = kontinuierliche Wasserspiegelmessung mit Datensammler; LiLo = monatliche Wasserspiegelmessung mit dem Lichtlot) kann der Tab. 1 entnommen werden.



Anlage 1

**Email vom Landratsamt Konstanz vom 26.07.2022:
Mitteilung Untersuchungsrahmen gemäß Stellungnahme
LGRB Freiburg zum Scopintermin**

R.Ramsch

Von: HYDRO-DATA <mail@hydro-data.de>
Gesendet: Dienstag, 26. Juli 2022 15:00
An: 'Ralf Ramsch'
Betreff: WG: Nasskiesabbau Phase 2, Radolfzell

Von: Winzen, Kerstin <Kerstin.Winzen@lrkn.de>
Gesendet: Dienstag, 26. Juli 2022 13:53
An: 'Mail@hydro-data.de' <Mail@hydro-data.de>
Cc: Huber-Stastny, Karolina <Karolina.Huber-Stastny@lrkn.de>
Betreff: Nasskiesabbau Phase 2, Radolfzell

Sehr geehrter Herr Ramsch,

wie telefonisch besprochen anbei der Untersuchungsrahmen, der in der Stellungnahme des LGRB im Vorfeld zum Scopingtermin vom 20.05.2022 vorgelegt wurde.

Neben der Überprüfung der in Anhang II angeführten Grundlagendaten (geodätische Lage-/Höhenmessungen, Abflussmessungen Frauenwiesquelle, Tiefenlage der Basis des Waschschlamm-Absetzbeckens See Phase I) sind aus hydrogeologischer Sicht noch die folgenden Untersuchungen erforderlich:

1. Bestandsaufnahme:
 1. Erfassung des derzeitigen hydrochemischen Zustands des bestehenden Baggersees und des Grundwassers inkl. Frauenwiesquelle (hier auch die nicht genutzten Quellschächte).
 2. Untersuchungsumfang gemäß Anlage PF-UVU-N2-N3 (inkl. ^2H , ^3H und ^{18}O zur Untersuchung des Verdunstungseinflusses bzw. Beeinflussung/Veränderungen Wechselwirkung Baggersee-Grundwasser und Einfluss Baggersee-Quelle).
 3. Geeignete, repräsentative Grundwassermessstellen sind zu identifizieren.
 4. Die Bestandsaufnahme sollte über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr erfolgen. Dabei sind die Grundwassermessstellen und Quelfassungsanlagen mind. vierteljährlich zu beproben.
 5. Der Umfang dieses Monitorings (Parameter und Probenahmestellen) kann, basierend auf den Ergebnissen einer ersten Erhebung und Auswertung, ggf. angepasst werden.
 6. Hinweis: Am LGRB liegen aktuell keine Kenntnisse zu einem im Rahmen des bestehenden Abbaus durchgeführten Monitorings vor. Ggf. kann auch auf vorliegende Daten zurückgegriffen werden, bzw. sollten auch bereits vorhandene Monitoringdaten berücksichtigt werden.
 7. Ein Vorschlag für eine entsprechende Bestandsaufnahme sollte erarbeitet und der Genehmigungsbehörde und dem LGRB vorgelegt werden.
2. Durch die Erweiterung mit einhergehender Einleitung von Schlämmen in den bestehenden See entstehen ggf. große Tiefenunterschiede. Eine Durchmischung des Seewasserkörpers bis zu den Seeböden ist sicherzustellen um Zersetzungsprozesse durch reduzierte Sauerstoffversorgung am Seeboden zu vermeiden. Dass die geplanten Seecharakteristika dieser Zielstellung nicht entgegenstehen, ist durch ein Gutachten/eine Modellierung nachzuweisen.
3. Hinsichtlich der geplanten Einleitung von (Fein-)Schlämmen in den bestehenden See der Phase I sollte eine Analyse der Bestandteile (Mineralbestand, Schwermetalle, etc.) von repräsentativen Feinsedimentproben durchgeführt werden.

Nach Rücksprache mit dem LGRB ist insbesondere das Untersuchungsprogramm für die Bestandsaufnahme bzw. für die Grund- und Seenwasseruntersuchungen noch zu konkretisieren.

[Seite]



Herzlich Dank und mit freundlichen Grüßen
Kerstin Winzen

Landratsamt Konstanz
Amt für Baurecht und Umwelt
Untere Wasserbehörde
Wasserwirtschaft
Benediktinerplatz 1
D-78467 Konstanz

Telefon: 07531/800-1267
Telefax: 07531/800-1239
kerstin.winzen@LRAKN.de

+++ Bitte prüfen Sie der Umwelt zuliebe, ob der Ausdruck dieser E-Mail erforderlich ist +++



LANDKREIS
KONSTANZ



Prädikat
Familienbewusstes
Unternehmen 2018



Anhang 3

Anhang 3 Untersuchung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen, Bewertung im Rahmen einer Bestandsaufnahme für eine geplante Nassabbauerweiterung, Untersuchungsjahr 2023, Limnologie-Büro Dipl.-Biol. E. Hoehn, Freiburg, Bericht vom April 2024



Untersuchung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen

Bewertung im Rahmen der Bestandsaufnahme für eine
geplante Nassabauerweiterung
- Untersuchungsjahr 2023 -

im Auftrag von
Hydro-Data GmbH
Löwengasse 10
78315 Radolfzell
vom 09.03.2023

Autoren:

Eberhard Hoehn und Annette Tworeck

Freiburg im Mai 2024

Limnologie-Büro Hoehn

unabhängiges Büro für Gewässergutachten

Glümerstr.2a • D-79102 Freiburg

Tel.: 0761/706485 • Fax: 0761/706496

e-mail: lbh@gewaesserfragen.de

Internet: www.gewaesserfragen.de

Bearbeiter:

Probenahme See: Dipl. Biol. Eberhard Hoehn & B.Sc. Biol. Berit Quinkert (LBH)

Probenahme Grundwasser: Hydro-Data GmbH

chemische Analytik: SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell,

Labor IFU, Heitersheim

Sedimenttextur: Berit Quinkert & Eberhard Hoehn (LBH)

Grafik und Text: Dipl. Biol. Annette Tworeck & Eberhard Hoehn (LBH)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Zusammenfassung	7
3	Methoden und Untersuchungsgebiet.....	9
3.1	Probenahme.....	9
3.2	Laboruntersuchungen	12
3.2.1	..... Wasserchemische Analytik	12
3.2.2	..... Sedimentanalytik	12
3.2.3	..... Analysenplausibilität	13
4	Ergebnisse und Bewertung	14
4.1	Hydrologie	14
4.2	Sondenprofile	15
4.3	Wasserchemische Daten	17
4.3.1	..... Situation im Freiwasser	17
4.3.2	..... Situation im Grundwasser	18
4.3.3	..... Ionenbilanzierung	19
4.4	Trophielage.....	21
4.5	Sedimentuntersuchung.....	22
5	Literatur	24
6	Anhang: Ionenbilanzen, Sondendaten.....	25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Grundwassergleichen und -stromrichtung sowie Lage der Grundwassermessstellen (Karte Hydro-Data).	10
Abb. 2: Lage der Grundwasser-Probestellen (Karte Hydro-Data).	10
Abb. 3: Wasserspiegellage, Tagesmittelwerte aus Dataloggeraufzeichnungen (Grafik Hydro-Data).	14
Abb. 4: Sondenprofil von Anfang April 2023 während der Vollzirkulation.	16
Abb. 5: Sondenprofil vom August 2023 während der Sommerstagnation.	16
Abb. 6: Verlauf der Konzentrationen verschiedener Parameter im Baggersee seit Untersuchungsbeginn (2010) bis 2023 (Grafik Hydro-Data).	18
Abb. 7: Ionenäquivalente der Haptionen im See und im Grundwasser.	20
Abb. 8: relative Ionenäquivalente (% der Kat- bzw. Anionensumme) der Haptionen im See und im Grundwasser.	21
Abb. 9: Foto des Sedimentprofilkerns.	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Probenahmetiefen für Probenahmezeiten und Parameter im See	9
Tabelle 2: Probestellen und Entnahmehorizonte im See und im Grundwasser	11
Tabelle 3: Wasserchemische Messparameter und deren Methoden im SGS Institut Fresenius GmbH (Chlorophyll-a-Messungen sowie Phosphoranalyse im August erfolgten bei IFU).	12
Tabelle 4: Wasserchemische Analysen im See und Grundwasser (SGS Fresenius, IFU Chlorophyll-a sowie Phosphat im Freiwasser 22.08.2023).....	17
Tabelle 5: Gemessene Eutrophierungsparameter im Baggersee Radolfzell-Steißlingen sowie die nach LUBW (2004) für Baggerseen als kritisch angesehenen Grenzwerte (TP-Konzentration während der Vollzirkulation und Sichttiefe außerhalb des Baggerbetriebes)	22
Tabelle 6: Textur und Charakteristika (nach SCHACK-KIRCHNER 2001) des Sedimentprofilkerns vom 22.08.2023.....	23
Tabelle 7: Physikalisch-chemische Analysen des Sedimentkerns vom 22.08.2023.....	23

1 Einleitung

Die hier vorliegende limnologische Untersuchung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen der Meichle+Mohr GmbH wurde im Rahmen einer Bestandsaufnahme für eine geplante Nassabbauerweiterung durchgeführt. Die Messreihen erfolgten analog dem 6jährigen Turnus gemäß LUBW (2004) zur Überwachung von Nassabgrabungsseen. Danach müssen zwei Mal im Untersuchungsjahr zusammen mit Sondenparametern auch umfangreiche chemische Analysen des Freiwassers sowie Sedimentanalysen im Sommer durchgeführt werden. Die diesjährige Untersuchungsreihe zur Begutachtung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen umfasst den April 2023 mit der Frühjahrsbeprobung und den August 2023 mit der Sommerbeprobung.

Es wurde davon ausgegangen, dass die Wasserqualität hauptsächlich durch das Grundwasser geprägt wird, bzw. das Grundwasser durch den Durchstrom eine Veränderung erfährt. Daher wurden zeitgleich auch die an den See angrenzenden Grundwassermessstellen wasserchemisch untersucht.

2 Zusammenfassung

Der sich noch in Nassauskiesung befindende Baggersee bei Radolfzell-Steißlingen wurde gemäß LUBW (2004) nach dem Messprogramm A2 im 6-jährigen Turnus zwei mal jährlich limnochemisch untersucht.

Zirkulation und Schichtung, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit

Anfang April befand sich der Wasserkörper im Wesentlichen in der Vollzirkulation. Einzelne Sondenparameter waren unauffällig, nur im Tiefenwasser direkt über dem Sediment wurde eine Sauerstoffzehrung festgestellt, die aber keine Rücklösungsprozesse von Ionen aus dem Sediment zur Folge hatte. Während der Sommerstagnation reichte die Durchmischungstiefe nur auf eine Tiefe von 0,5 m hinab, die Sprungschicht bis auf 3 m Wassertiefe. Auffällig ist eine hohe Erwärmung des Tiefenwassers auf knapp 17°C, was eine nur schwache Schichtungsstabilität bedeutet. Direkt über dem Sediment war weiterhin eine Sauerstoffzehrung erkennbar. Die Sichttiefen waren aufgrund der Kieswasch- und Baggertätigkeiten sehr gering (hoher Trübstoffanteil), Planktonalgen konnten sich kaum entwickeln (sehr geringe Chlorophyll-a-Konzentrationen).

Wasserchemie

Anreicherungen von Ionen (u.a. leicht lösliche ortho-Phosphate) im Tiefenwasser waren nicht erkennbar. Im See ist besonders die Chlorid-Konzentration leicht erhöht, was sich auf die Wintersalzung der nahe gelegenen Bundesstraße zurückführen lässt. In der Zeit von 2010-2014 stiegen die Chloridgehalte im Seewasser von 14 auf 50 mg/L an und verharren seitdem auf diesem Niveau. Erhöhte Konzentrationen an NaCl wurden in den GWM nahe der B33 gemessen, d.h., dass das Streusalz dort nach unten in das Grundwasserstockwerk eingedrungen ist. Diese Salzionen gelangen von dort auch in den See. Bedenkenswert ist der Salzeintrag hinsichtlich der Gefahr einer Ausbildung von Meromixie, d.h. dass bei höheren Salzgehalten im Seewasser die Vollzirkulation im Zeitraum Herbst-Frühjahr erschwert werden könnte. Dies könnte insbesondere nach Ende des Kiesabbaus eintreten, wenn die zirkulierende Wirkung von Baggertätigkeit und Kieswaschung wegfallen wird. In der weiter entfernten Abstrommesstelle 2234/422-2 zeigt sich dieser Streusalzeinfluss nicht mehr. Die morphometrischen Bedingungen für eine Meromixie sind nach einer einfachen Abschätzung bisher nicht gegeben, da der See in Bezug auf seine derzeitige Seefläche die kritische Tiefe von 44,75 m noch nicht erreicht hat.

Im Zustrom gefundene leicht erhöhte Phosphat-Konzentrationen wurden im Abstrom nicht mehr nachgewiesen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Phosphate an die im Freiwasser vorhandenen Partikel binden und somit im Gewässer verbleiben. Gegenüber dem Grundwasser ist das Seewasser an den Hauptionen Ca und HCO_3 verarmt. Als Ursache dafür kann angenommen werden, dass durch die Zirkulation im See es zum Ausgasen kommt und das Seewasser damit an CO_2 verarmt, womit es mit Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts zu Ausfällungen von Calcit (CaCO_3) kommt.

Trophie

Die Trophielage des Baggersees ist als nährstoffarm zu bezeichnen, dafür spricht, dass sich Phosphate im Seewasser kaum nachweisen lassen und die Chlorophyll-a-Konzentrationen und damit das Algenwachstum auf einem sehr niedrigen Niveau liegt.

Sedimentuntersuchung

Das Sediment weist einen hohen mineralischen Anteil v. A. aus der Ton- und Schlufffraktion auf, was sich aus dem Bagger- und Kieswaschprozess erklären lässt. Das Sediment hat einen gut oxidierten Zustand und beinhaltet nur geringe Nährstoffgehalte (N, P).

3 Methoden und Untersuchungsgebiet

3.1 Probenahme

Der Baggersee hat (Stand 2022) eine Seefläche von 161.032 m² und ein Wasservolumen von 4.012.511 m³ (Daten von Hydro-Data).

Die Probenahmen fanden entsprechend der Vorgabe zweimal statt, zur Frühjahrsvollzirkulation am 08.04.2023 und während der Sommerstagnation am 22.08.2023 (vgl. LUBW 2004). Die Probenahmen erfolgten dabei jeweils an der tiefsten Stelle:

417 m ü. NN (Wasseroberfläche) – 377 m ü. NN (Seeboden) = maximal 40 m Wassertiefe

Lage:

	Breitenwert	Längenwert
UTM	Hoch 5290980	Rechts 492800
Gauß-Krüger	Hoch 5292658.578	Rechts 3492873.179
Geographisch	Nord 47°46.32864'	Ost 8°54.23412'

Die theoretisch berechnete maximale Wassertiefe von 40 m wurde im April angetroffen (tiefster Messpunkt 39,8 m), im August nicht gänzlich (tiefster Messpunkt 38,4 m).

Zu jeder Probenahme wurde ein Tiefenprofil erstellt, wobei die Sondenparameter Temperatur, Sauerstoff/-sättigung, pH-Wert, Leitfähigkeit, Redoxpotential und Chlorophyll-a in 1 m Abständen gemessen wurden (Hydrolab Multi-Sonde MS5). Außerdem wurde die Secchi-Tiefe (Sichttiefe) mit einer quadratischen Scheibe 30×30 cm und zusätzlich mit einer runden Scheibe nach DIN ISO 7027-2 sowie Secchiskop ermittelt. Daneben wurden für eine chemische Analyse aus den in Tabelle 1 genannten Tiefenbereichen Wasserproben genommen.

Tabelle 1: Probenahmetiefen für Probenahmezeiten und Parameter im See

Entnahme-tiefenbereiche	Frühjahrsvollzirkulation 05.04.2023		Sommerstagnation 22.08.2023	
	Wasserchemie	Chlorophyll-a	Wasserchemie	Chlorophyll-a
Epilimnion	0-35 m	0-10 m	0-20 m	0-20 m
Hypolimnion		-	20-35 m	-
über Grund		-	36 m	-

Für die chemischen Parameter sowie für Chlorophyll-a wurden über die beprobten Tiefenbereiche (Gesamtwassersäule, Epilimnion, Hypolimnion) mit einem Hydrobios IWS Integralschöpfer (5 L) Summenproben gebildet. Die Probe über Grund (Sommerstagnation) wurde mit einem FRIEDINGER-Schöpfer (Höhe 45 cm, 5 L Inhalt) genommen. Die Abgrenzung des „epilimnischen“ vom „hypolimnischen“ Probenabschnitt im Sommer wurde anhand der Sauerstoffsättigung, des pH-Werts und der Chlorophylldaten der Sondenmessungen vorgenommen, was in erster Linie die Primärproduktion (Algenwachstum) indiziert.

Die Probenahme aus den Grundwasssermessstellen erfolgte durch das Büro Hydro-Data in derselben Woche wie die Beprobungen für die Seeuntersuchungen. Die Grundwasser-

gleichen und die Grundwasserstromrichtung im Untersuchungsgebiet wurden von Hydro-Data ermittelt (Abb. 1).

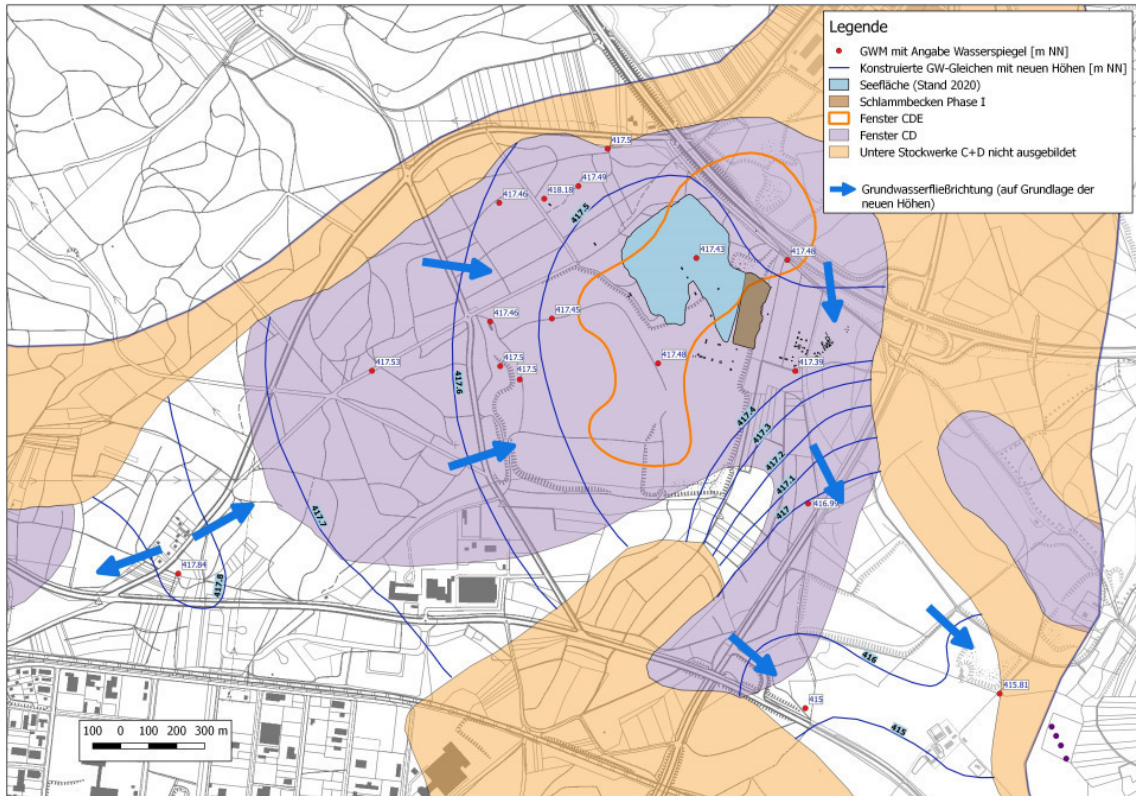


Abb. 1: Grundwassergleichen und -stromrichtung sowie Lage der Grundwassermessstellen (Karte Hydro-Data).

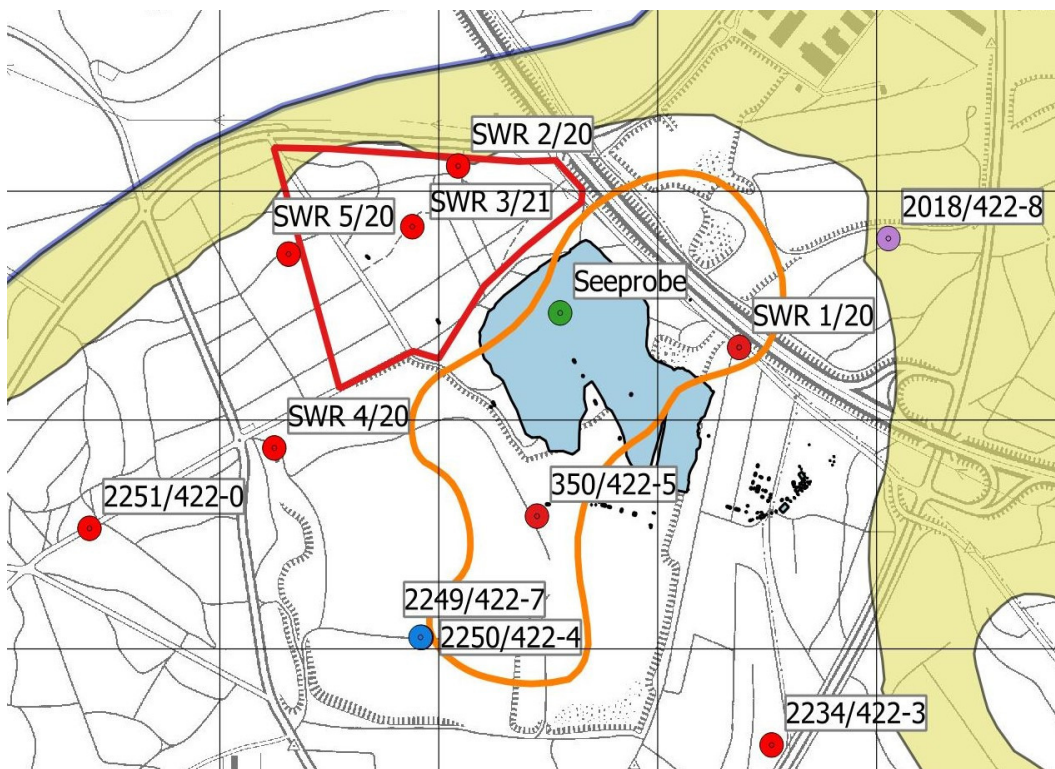


Abb. 2: Lage der Grundwasser-Probestellen (Karte Hydro-Data).

Für die Begutachtung, inwieweit der Baggersee und das durchfließende Grundwasser sich gegenseitig beeinflussen werden hier die Analyseergebnisse der Messstellen GWM SWR3/21 im Zustrom sowie GWM 2234/422-3 im Abstrom betrachtet. Zur Vollständigkeit werden auch noch die beiden lateralen Messstellen SWR 1/20 (lateral Ost) und 0350/422-5 (lateral West) mitbetrachtet (Tabelle 2). Die Probestellen sind in Abb. 2 angegeben, (Lageplan GWM Hydro-Data).

Tabelle 2: Probestellen und Entnahmehorizonte im See und im Grundwasser

Probestelle	Datum	Wasserspiegel [m ü. NN]	Niveau oben [m ü. NN] *	Niveau unten [m ü. NN] +	Wasserschicht- Stärke [m] ×
Baggersee 0-35 m	05.04.2023	417,09	417,09	382,09	35
Baggersee Epil. 0-20m	22.08.2023	417,52	417,52	397,52	20
Baggersee Hypol. 20-35m	22.08.2023	417,52	397,52	382,52	15
Baggersee ü. Gr. 36m	22.08.2023	417,52	382,52	382,07	0,45
SWR 3/21 (Zustrom)	05.04.2023	417,15	400,85	378,85	22
2234/422-3 (Abstrom)	05.04.2023	416,91	405,38	354,28	51,1
SWR 1/20 (lateral Ost)	05.04.2023	417,14	415,82	402,82	13
0350/422-5 (lateral West)	04.04.2023	417,03	401,87	373,67	28,2
SWR 3/21 (Zustrom)	06.09.2023	417,55	400,85	378,85	22
2234/422-3 (Abstrom)	04.09.2023	417,20	405,38	354,28	51,1
SWR 1/20 (lateral Ost)	05.09.2023	417,58	415,82	402,82	13
0350/422-5 (lateral West)	06.09.2023	417,43	401,87	373,67	28,2

*) bei Grundwassermessstellen oberes Ende der Filterstrecke

+) bei Grundwassermessstellen unteres Ende der Filterstrecke

×) bei Grundwassermessstellen Länge der Filterstrecke

Das für die Analyse entnommene Grundwasser entspricht - mit Ausnahme der Messstelle SWR 1/20 - in etwa dem hypolimnischen Wasser des Baggersees, da sich die Verfilterung (Perforierung der Pegelrohre) dieser Messstellen etwa auf ca. 12(-16) m bis > 38 m Tiefe des Gewässers befinden. Die Filterstrecke des östlich lateralen Pegels SWR 1/20 reicht als einzige (nur) in den Bereich des Epilimnions (1-14 m) im See (Tabelle 2). Für die Begutachtung, inwieweit der Baggersee und das durchfließende Grundwasser sich gegenseitig beeinflussen werden hier die Analyseergebnisse der Messstellen GWM SWR3/21 im Zustrom sowie GWM 2234/422-3 im Abstrom betrachtet. Zur Vollständigkeit werden auch noch die beiden lateralen Messstellen SWR 1/20 (lateral Ost) und 0350/422-5 (lateral West) mitbetrachtet (Tabelle 2). Die Probestellen sind in Abb. 2 angegeben, (Lageplan GWM Hydro-Data).

Tabelle 2).

Sedimentproben

Das Sediment wurde am 22.08.2023 mit einem Kajakcorer (Fa. UWITEC, Durchmesser 86 mm, Fläche 58 cm², Rohrlänge 60 cm) beprobt um ungestörte Sedimentkerne zu erhalten.

Der beprobte Inhalt der Sedimentrohre wurde für die weiteren Analysen verwendet. Die Sedimentrohre dieser Proben wurden direkt nach der Probenahme verschlossen und verblieben so unter Luftabschluss. Sie wurden senkrecht ins Labor transportiert. Die Vermessung und Ansprache der Sedimentzusammensetzung erfolgte einerseits visuell durch das Plexiglas-Rohr sowie andererseits nach Aufteilung des Kerns in Schichten (s. u.) mittels Fingerprobe (SCHACK-KIRCHNER 2001).

3.2 Laboruntersuchungen

3.2.1 Wasserchemische Analytik

Die wasserchemischen Analysen erfolgten im SGS Institut Fresenius GmbH sowie im Labor IFU in Heitersheim (Chlorophyll-a, P-Fractionen im See im Sommer, Sediment), die Proben wurden unmittelbar nach der Probenahme ins Labor gebracht. Die Analytik wurde nach Tabelle 3 durchgeführt.

Tabelle 3: Wasserchemische Messparameter und deren Methoden im SGS Institut Fresenius GmbH (Chlorophyll-a-Messungen sowie Phosphoranalyse im August erfolgten bei IFU).

Parameter	Methode
Gesamthärte	DIN 38409-6
Gesamthärte als CaO	DIN 38409-6
Säurekapazität bis pH 4,3	DIN 38409-7
Hydrogencarbonathärte	DIN 38409-7
Hydrogencarbonat	berechnet
Gesamt-Phosphor-P (SGS)	DIN EN ISO 6878 (D11)
Gesamt-Phosphor-P (IFU)	DIN EN ISO 11885 (E22)
ortho Phosphat-P (IFU)	DIN EN ISO 6878 (D11)
ortho Phosphat-P (SGS)	DIN EN 1189
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
Nitrit	DIN EN ISO 10304-1 (D20)
Ammonium	DIN EN ISO 11732
Oxidierbarkeit als O	DIN EN ISO 8467(H5)
DOC	DIN EN 1484 (H3)
Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22)
Calcium	DIN EN ISO 11885 (E22)
Natrium	DIN EN ISO 11885 (E22)
Kalium	DIN EN ISO 11885 (E22)
Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22)
Mangan	DIN EN ISO 11885 (E22)
Silicium	DIN EN ISO 11885 (E22)
Chlorophyll-a (IFU)	DIN 38409 H60

3.2.2 Sedimentanalytik

Die chemische Analytik des Sediments erfolgte im Labor IFU-GmbH, Heitersheim. Nach Eintreffen im Labor fand die Zerlegung eines der Sedimentkerne statt, von dem die obersten 2 cm mit einem Schichtseparator in 1-cm-Schichten abgetragen und zu einer Probe vereinigt wurden. Aus diesem Material erfolgte die Analyse von Trockengewicht (DIN EN 12880 (S2)), Glührückstand (DIN EN 12879 (S3)), Gesamt-Stickstoff (DIN38409 H28) und Gesamt-Phosphor (DIN EN ISO 11885 (E22)).

Die Ansprache der Sedimenttextur, Farbe und Geruch erfolgte im Labor LBH. Dazu wurde ein weiterer Sedimentkern mit einem Schichtseparator in 1-cm-Schichten zerlegt. Für die Korngrößenanalyse mittels Fingerprobe wurden die Sedimenttiefen 0-2 cm, 9-11 cm, 17-19 cm, 27-28 und 35-37 cm verwendet und vor Durchführung der Fingerprobe an der Luft bis zum Normfeuchtezustand getrocknet.

3.2.3 Analysenplausibilität

Da von den Wasserproben eine anorganische Vollanalyse durchgeführt wurde, konnten die Daten der ionischen Parameter mittels Ionenbilanzierung (nach dem Prinzip der Elektroneutralität) geprüft werden. Die schwierigste Messung ist nach aller Erfahrung die Bestimmung der Säurekapazität (\rightarrow pH 4,3). Mit diesen Daten wird die Konzentration von Hydrogencarbonat berechnet. Daher wurde bei diesen Werten soweit korrigiert, dass sich in der Ionenbilanz keine höheren Anionendefizite als 100 $\mu\text{eq/L}$ ergaben. Zudem wurde für die Berechnung des Hydrogencarbonats dann auch die Titrationsdifferenz vom Ausgangs-pH-Wert nach pH 4,3 (ca. 50 $\mu\text{eq/L}$) berücksichtigt.

Für Parameter mit Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurde 2/3 der Bestimmungsgrenze eingesetzt.

4 Ergebnisse und Bewertung

4.1 Hydrologie

Abb. 3 zeigt den Seepiegel in den Jahren 2022-2023. Im Untersuchungsjahr 2023 fand im Frühjahr in den Monaten April - Juni eine Grundwasserstandserhöhung um ca. 0,5 m statt. Damit kehrte der Seepiegel erstmals seit April 2022 auf ein höheres Niveau zurück (> 417,5 m ü. NN). Das ursprüngliche Wasserstandsniveau vom Winter 2022 mit 418 m ü. NN wurde - nach einer weiteren Absenkphase im Herbst 2023 - erst ab Januar 2024 wieder erreicht.

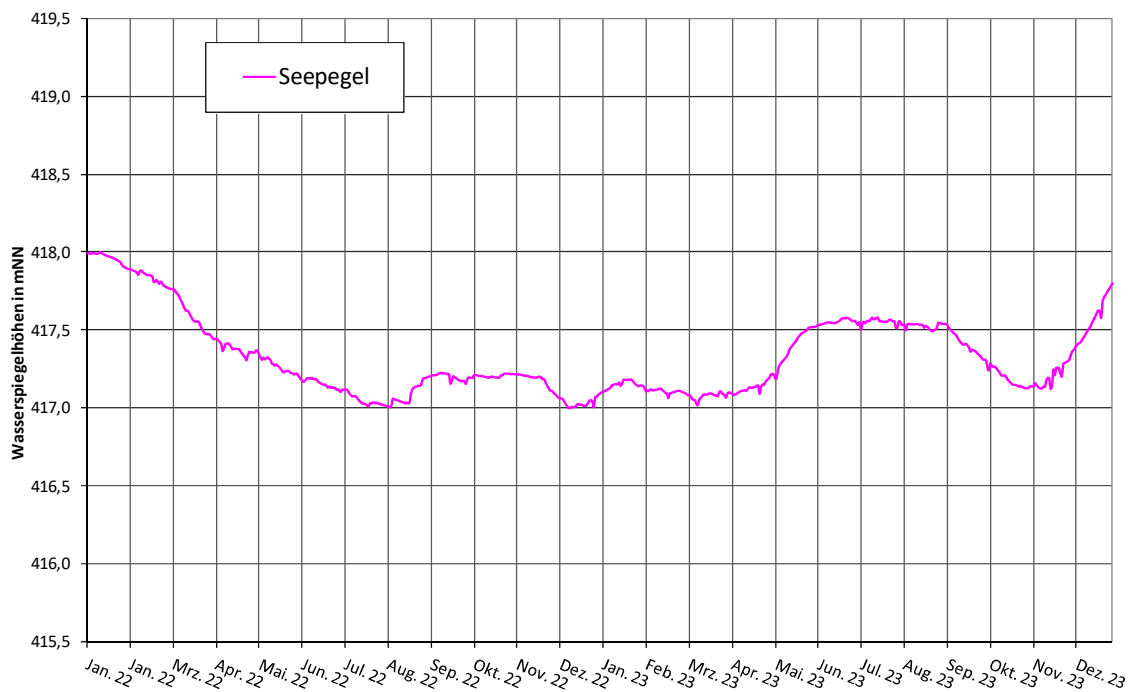


Abb. 3: Wasserspiegellage, Tagesmittelwerte aus Dataloggeraufzeichnungen (Grafik Hydro-Data).

4.2 Sondenprofile

Zum Zeitpunkt der Anfang April durchgeführten Untersuchung des Baggersees zeigte dass die durch die Kiesentnahme verursachten Eingriffe in das Gewässer (Einsatz eines Nassbaggers, Rückspülung des Kieswaschwassers) eine Aufwirbelung feiner Sedimente zur Folge haben, die im durchmischten Wasserkörper nicht wieder absinken können. Von einem hohen Aufkommen an Planktonalgen, welche ebenfalls eine starke Eintrübung des Wassers zur Folge haben können, ist aufgrund der geringen Chlorophyll-a-Konzentrationen, die sowohl mit der Sonde als auch in der Epilimnionprobe photometrisch gemessen wurden, nicht auszugehen (ca. 4 µg/L).

Der Wasserkörper zeigte eine geringe Erwärmung an der Oberfläche auf knapp 9°C, im Tiefenwasser lag die Temperatur bei 8°C. Die übrigen Parameter zeigten kaum einen Tiefengradienten, jedoch wurde direkt über dem Grund ein Sauerstoffschwund festgestellt. Die pH-Werte lagen mit pH 8,5-9 im leicht alkalischen Bereich, die Leitfähigkeit war mit knapp 500 µS/cm unauffällig, ebenso die Sauerstoffkonzentration (11 mg/L entsprach einer Sättigung von 100%). Die im Wesentlichen große Homogenität der gemessenen Parameter zeigt, dass sich der Wasserkörper noch in der Vollzirkulation befand, bzw. am Ende der Winterzirkulation. Inwieweit das Tiefenwasser direkt über dem Sediment an der Vollzirkulation teilgenommen hat, lässt sich jedoch aufgrund der nur einmal im Frühjahr erfolgten Messung nicht entscheiden. Die Gefahr einer unvollständigen Zirkulation im Winter/Frühjahr (gemäß LUBW 2004) kann aufgrund der vorhandenen Daten nicht ausgeschlossen werden.

Morphometrisch vereinfacht kann nach der Formel von BERGER (1955) mit dem Wert von $\sqrt[4]{\text{Seeoberfläche [m}^2\text{]}}$ die kritische Tiefe [m] für eine mögliche Meromixie angegeben werden. Diese liegt mit der derzeitigen Seefläche beim Baggersee Steißlingen bei 44,75 m, und ist damit z. Zt. (noch) größer als die aktuelle maximale Seetiefe. Eine mögliche Meromixie (d.h. die Durchmischung erfasst niemals den gesamten Wasserkörper) würde das Tiefenwasser über dem Sediment betreffen (im April 2023 in 39-39,8 m Tiefe). Der Sauerstoffschwund und ein damit verändertes Redoxpotential kann zur Rücklösung im Sediment gebundener Ionen führen (u.a. ortho-Phosphat, Mangan). Dies kann hier nicht festgestellt werden, die Leitfähigkeit nahm im Tiefenwasser über dem Grund sogar leicht ab.

Bei der zweiten Sondenmessung im August hatte sich der Wasserkörper thermisch eingeschichtet. Dabei reichte der obere, durchmischte Teil des Wasserkörpers (Epilimnion), bis auf eine Tiefe von lediglich 0,5 m. Nur in diesem oberflächennahen Bereich waren die Parameter Temperatur (25 °C), pH-Wert (pH 6,9), Leitfähigkeit (510 µS/cm), Redoxpotential (460 mV) und die Sauerstoffkonzentration (8,7 mg/L) bzw. die O₂-Sättigung (115%) homogen. Daran schloss sich über einen Tiefenbereich von 1-3 m die Sprungschicht (Metalimnion) an, wobei bis auf die Temperatur die Sondenparameter nur leicht variierten. Im Bereich der euphotischen Zone (ca. 2,5 × Sichttiefe, diese lag im August bei 3,3 m) können Planktonalgen wachsen, was sich auf verschiedene Parameter auswirkt, wie etwa ein Anstieg der Sauerstoffkonzentration und des pH-Wertes.

Da sich in dem nährstoffarmen Gewässern jedoch kaum Algen entwickelt haben, was die geringen Chlorophyll-a-Konzentration von ca. 1 µg/L anzeigen, können dem entsprechend keine Auswirkungen auf limnochemische Parameter festgestellt werden. Das Tiefenwasser zeigte mit knapp 17°C eine recht hohe Erwärmung, die pH-Werte lagen um den Neutralpunkt und die Leitfähigkeiten waren gegenüber dem Sommerprofil leicht bis auf

530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ angestiegen. Weiterhin wurde über dem Sediment ein Rückgang der Sauerstoffkonzentration festgestellt, dies betrifft jedoch nur die untersten 20 cm. Einzelwerte der Sondendaten siehe Angaben im Anhang (Kap. 6).

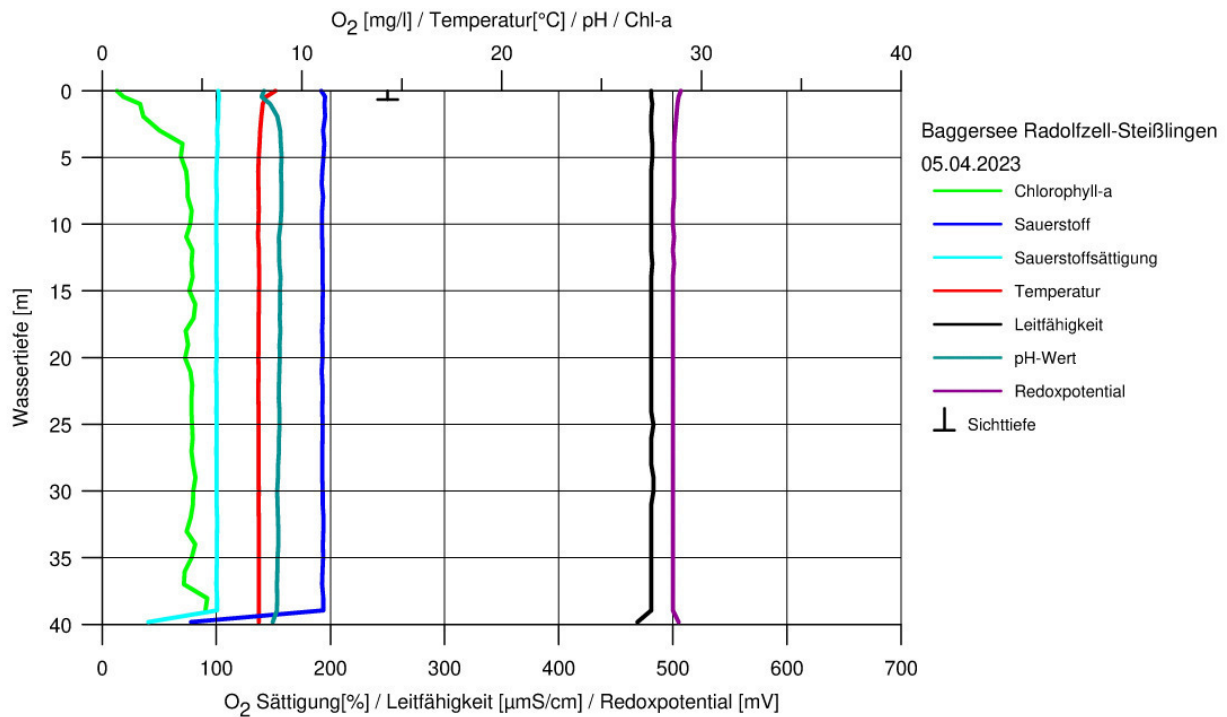


Abb. 4: Sondenprofil von Anfang April 2023 während der Vollzirkulation.

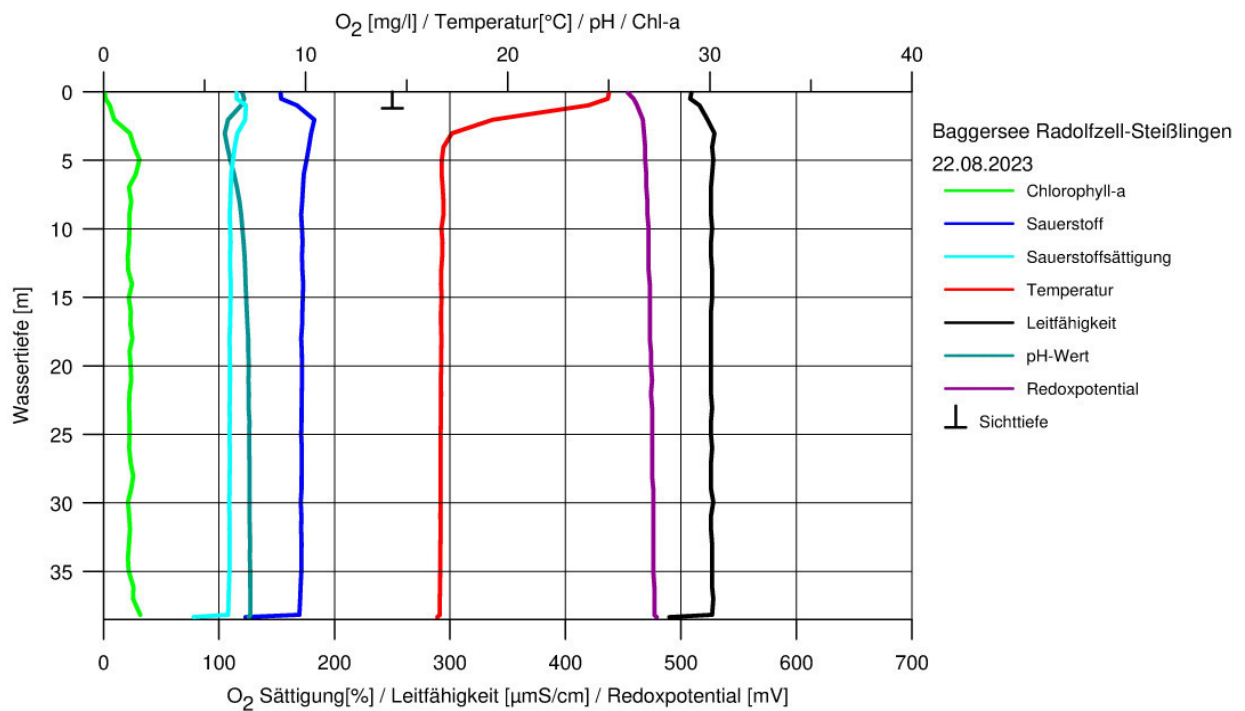


Abb. 5: Sondenprofil vom August 2023 während der Sommerstagnation.

4.3 Wasserchemische Daten

Die Ergebnisse der wasserchemischen Analysen finden sich in Tabelle 4. Die Analyseergebnisse der Grundwassermessstellen SWR 3/21, 2234/422-3, SWR 1/20 und 0350/422-5 sind mit dargestellt.

Tabelle 4: Wasserchemische Analysen im See und Grundwasser (SGS Fresenius, IFU: Chlorophyll-a sowie Phosphat im Freiwasser am 22.08.2023).

Ort		Baggersee 0-Grund	Baggersee Epilimnion	Baggersee Hypolimnion	Baggersee über Grund	SWR 3/21	2234/422-3	SWR 1/20	0350/422-5	SWR 3/21	2234/422-3	SWR 1/20	0350/422-5
Datum	Einheit	05.04.2023	23.08.2023	23.08.2023	23.08.2023	05.04.2023	05.04.2023	05.04.2023	04.04.2023	06.09.2023	04.09.2023	05.09.2023	06.09.2023
T	°C	7,9	18,0	16,7	16,7	11,9	10,6	11,3	10,4	11,4	10,9	11,5	10,5
LF (25°C)	µS/cm	481,2	524,3	526,4	527,0	544,0	603,0	797,0	785,0	662,0	656,0	885,0	787,0
O ₂	mg/l	11,0	9,8	9,8	9,8	4,0	4,2	4,3	3,3	3,9	6,9	6,1	6,1
O ₂ -Sättigung	%	100,5	112,0	109,2	108,6	39,0	39,7	41,3	31,1	37,6	65,7	58,9	57,6
pH-Wert		8,81	6,79	7,22	7,26	7,30	7,30	7,20	7,30	7,30	7,20	7,10	7,20
DOC	mg/l	0,7	0,6	0,7	0,5	< 0,5	0,8	0,6	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	2,3	1,1	4,4	0,8	27	2,3	2,8	2,4	4,8	4,4	4,2	3,9
Oxidierbarkeit als O ₂ -Verbrauch	mg/l	0,57	0,28	1,1	0,2	6,8	0,57	0,7	0,6	1,2	1,1	1,1	0,98
Chlorid	mg/l	50,1	51,2	43	43	6,7	10	34,8	39	26,2	9,8	65,0	29,8
Sulfat	mg/l	36	25	29	26	40	18	29	29	33	16	26	27
Nitrat	mg/l	18	3	2,9	2,9	10,1	7,7	12,1	14,4	4,4	2,2	2,4	3,6
Nitrat - N	mg/l	4,1	13,1	13	13	2,3	1,7	2,7	3,3	19,4	8,5	10,8	15,9
Nitrit	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Ammonium	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Ammonium-N	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,19	3,11	2,78	3,12	5	5,67	7,23	6,77	5,91	5,39	7,24	7,08
Gesamthärte als CaCO ₃	mmol/l	2,37	2,17	1,78	2,13	2,75	3,13	3,79	3,91	3,49	2,8	4,02	4,20
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,4				2,8	3,1	3,8	3,9	3,5	2,8	4,0	4,2
Gesamthärte als CaO	mg/l	133				155	176	212	219	196	157	226,0	236,0
Hydrogencarbonathärte	mg/l	89,45	190	170	190	140,2	158,99	202,73	189,83	165,72	151,14	203,01	198,52
Gesamthärte	°dH	13,3	12,2	10	12	15,5	17,6	21,2	21,9	19,6	15,7	22,6	23,6
Härtehydrogencarbonat	°dH	8,94				14,02	15,9	20,27	18,98	16,57	15,11	20,30	19,85
Härtebereich		2				3	3	3	4	3	3	4	4
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,015	< 0,005	0,005	< 0,005	0,023	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,009	0,008	< 0,006	< 0,006
ortho-Phosphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	< 0,002	0,002	< 0,002	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	0,003	< 0,002	< 0,002
Gesamtposphat	mg/l	< 0,015	< 0,015	0,015	< 0,015	0,042	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,044	0,03	0,039	0,017
Gesamtposphat als Phosphor	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	0,014	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	0,01	0,013	0,006
Calcium	mg/l	61,7	55,3	39,5	54	81,9	90,9	117	118	99,6	71,4	124	126
Eisen, ges.	mg/l	0,34	< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	0,02	0,06	0,02	0,03	0,08	0,12	< 0,01
Kalium	mg/l	2,7	2,8	2,8	2,7	1,3	0,6	5,8	1,4	1,3	0,6	6,3	1,2
Magnesium	mg/l	20,3	19,2	19,2	19,1	17,3	21	21,1	23,5	24,5	24,8	22,6	25,7
Mangan	mg/l	0,045	0,046	0,041	0,046	0,026	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016	0,015	0,013	< 0,005
Natrium	mg/l	23,3	23,6	23,4	23	9,2	7,1	24,9	19,7	12,5	7,8	47,2	15,1
Silicium	mg/l	5	4,1	4,1	4,2	6,4	6	7,2	6,7	6,6	5,7	6,8	6,7
Ionenbilanz	%	3,52	2,85	3,49	4,87	3,95	2,11	2,28	0,1	1,12	2,9	4,76	3,93
Chlorophyll-a	µg/L	3,5	0,8										

4.3.1 Situation im Freiwasser

Der Baggersee Radolfzell-Steißlingen stellt sich als ein nährstoffarmes Gewässer mit Hartwassertypus dar, mit wenig organischer Belastung (Gesamtposphat immer unterhalb der Nachweisgrenze, Oxidierbarkeit $\leq 1,1$ mg/L O₂, DOC < 1 mg/l). Aufgrund der Nähe zur B33, auf der im Winter Salz als Auftaumittel eingesetzt wird, ist eine gewisse Salzbelastung erkennbar. In den dichter an der Bundesstraße 33 gelegenen GWM SWR 1/20 wurden mit bis zu 65 mg/L Chlorid und 47 mg/L Natrium auch im August 2023 erhöhte Werte gemessen. Im Baggersee waren vor allem die Chlorid-Konzentration erhöht (43-50 mg/L).

Der Eintrag von Natrium-Chlorid über den winterlichen Streusalzeintrag hat in der Zeit 2010 bis 2014 zu einem signifikanten Anstieg der Chloridkonzentration von ca. 14 auf 50 mg/L geführt (Daten Hydro-Data). Seit 2015 verharrt der Chloridgehalt bei 50 mg/L (Abb. 6). Auch die Natriumwerte sind parallel deutlich angestiegen. Die erhöhten NaCl-Konzentrationen an der GWM SWR 1/20 (s.o.) zeigen, dass das Streusalz dort nach unten in das Grundwasserstockwerk eingedrungen ist und von dort in den See gelangt.

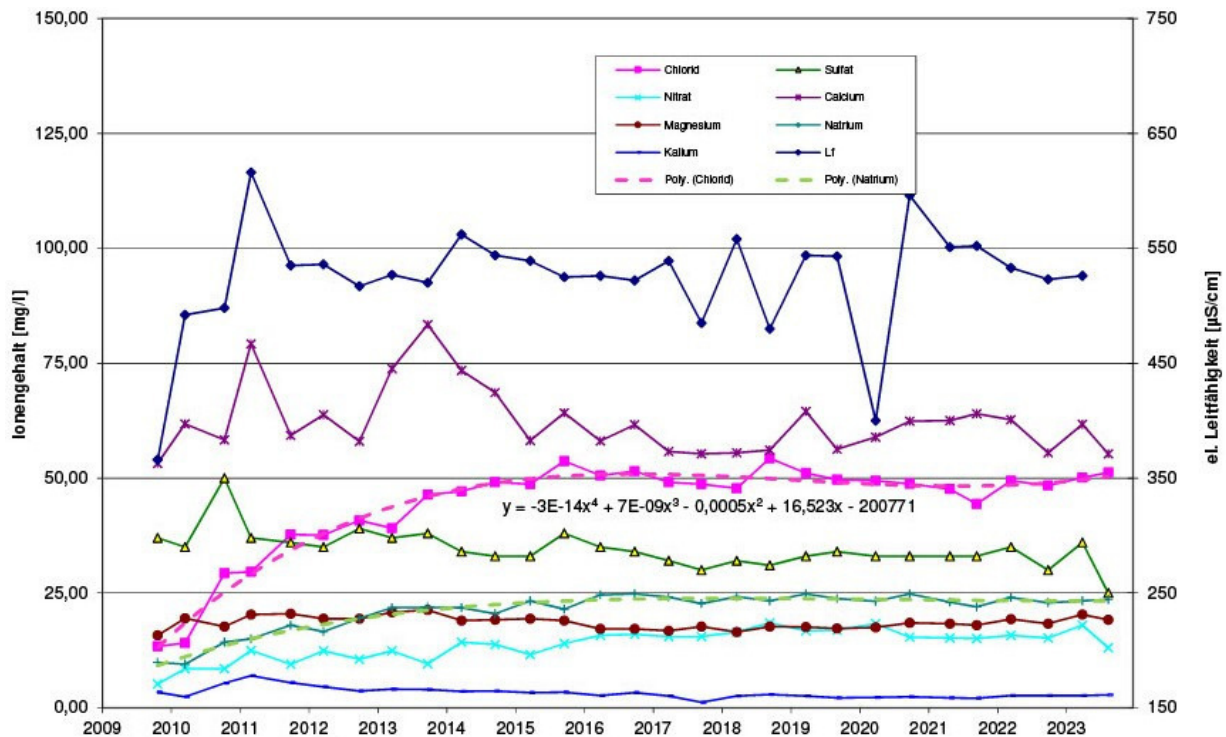


Abb. 6: Verlauf der Konzentrationen verschiedener Parameter im Baggersee seit Untersuchungsbeginn (2010) bis 2023 (Grafik Hydro-Data).

Die Nitratkonzentrationen sind im Frühjahr (18 mg/l) deutlich höher als im Sommer (3 mg/l), was durch die planktische Nährstoffaufnahme erklärt wird.

Gegenüber dem Grundwasser sind im See deutlich geringere Konzentrationen an Ca und HCO_3 festzustellen. Im See kommt es v.a. während der durch die Zirkulation zum Ausgasen des CO_2 das mit dem Grundwasser in den See einströmt. Damit verarmt das Seewasser an CO_2 , womit es mit Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts zu Ausfällungen von Calcit (CaCO_3) kommt und sich die gelösten Teile von Ca und HCO_3 verringern. Zusätzlich können hier Verdünnungseffekte durch oberflächennahe Einflüsse des Niederschlags angenommen werden.

Eisen ließ sich im See nur im April nachweisen (340 µg/L), in den Sommerproben blieben die Fe-Gehalte unter der Bestimmungsgrenze (< 10 µg/L). Reduktive Prozesse über den Sedimenten lassen sich trotz festgestellter moderater O_2 -Zehrung im Tiefenwasser und möglicher Meromixie nicht erkennen, etwa in einem Anstieg der Ionenkonzentration im Tiefenwasser.

4.3.2 Situation im Grundwasser

Im Gegensatz zum Gewässer wurde sowohl in der zustromig liegenden GWM SWR3/21 als auch in der im Abstrom liegenden GWM 2234/422-3 Phosphor nachgewiesen. Im Zustrom lag die Konzentration jeweils bei 14 µg/L TP, im Abstrom am 04.09.2023 bei 10 µg/L. Demzufolge strömt mehr Phosphor in das Gewässer hinein als hinausfließt, d.h. Phosphor verbleibt im See. Da der Partikelanteil im Freiwasser aufgrund der Nassabbaggerung und Kieswaschung sehr hoch ist, wie die geringen Sichttiefen zeigen, ist davon auszugehen, dass die Phosphate an die Partikel gebunden werden und damit absedimentieren. Die Sedimente im Freiwasser wirken somit als Phosphatfalle (vgl. Kap. 4.5).

Gegenüber dem See finden sich im Grundwasser Zustrom SWR3/21 sowie den lateralen GW-Messtellen deutlich höhere Calcium- und Hydrogencarbonatwerte. Wie auch im See ist

im Grundwasser kaum organische Belastung (Oxidierbarkeit $\leq 1,2 \text{ mg/L O}_2$) festzustellen (Ausnahme SWR3/21 im Frühjahr $6,8 \text{ mg/l}$). Die DOC-Gehalte sind mit $< 1 \text{ mg/l}$ durchgehend, d.h. auch im See, sehr gering.

An den Grundwassermessstellen liegen die Konzentrationen von Eisen ($20 - 120 \text{ } \mu\text{g/l}$) im Sommer etwas höher als im See ($\leq 10 \text{ } \mu\text{g/l}$), wobei die Stelle SWR1/20 die höchsten Konzentrationen ($60 - 120 \text{ } \mu\text{g/l}$) zeigt. Höhere Eisengehalte wurden nur im See im April gefunden.

Darauf deuten auch die etwas geringeren Sauerstoffgehalte (ca. $3 - 6 \text{ mg/l}$) an diesen GW-Messstellen hin. Mangan reichert sich nur im See an (ca. $45 \text{ } \mu\text{g/l}$), im Grundwasser bleibt es zeitweise (Frühjahr) unter der Bestimmungsgrenze ($< 5 \text{ } \mu\text{g/l}$).

Die Nitratkonzentrationen sind im lateralen westlichen Zustrombereich (0350/422) mit 14 mg/l deutlich höher als an den übrigen GW-Messstellen ($2 - 10 \text{ mg/l}$).

4.3.3 Ionenbilanzierung

Die Ergebnisse der Ionenbilanzierung sind in Abb. 7 (absolut) und Abb. 8 (relativ) dargestellt (Daten Anhang, Kap. 6). Danach handelt es sich um Karbonatwässer, in denen auf der Kationenseite Calcium mit $50 - 70\%$ der Kationensumme sowie Magnesium mit ca. $20 - 30\%$ der Kationensumme dominieren. Natrium macht in den nicht streusalzbelasteten Messstellen nur 10% der Kationensumme aus, im See und der an der B33 gelegenen Grundwasser-Messstelle SWR1/20 beträgt dieser Anteil ca. 20% . Auf der Anionenseite überwiegt Hydrogencarbonat mit $60 - 90\%$ der Anionensumme, gefolgt von Chlorid (ca. $3 - 16\%$ in den unbelasteten Messstellen und $22 - 26\%$ in den belasteten Stellen an der B33) sowie Sulfat (ca. $5 - 12\%$). Nitrat spielt vor allem in der feuchten Jahreszeit (Frühjahr, $3 - 5\%$) eine Rolle, im Sommer sinkt der Anteil im See und im Grundwasser auf $1 - 2\%$ der Anionensumme. Die Grundwassermessstellen zeigen gegenüber dem See deutlich höhere Gehalte an Erdalkalien und Hydrogencarbonat, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass beim Grundwasser vor allem die tieferen Grundwasserhorizonte beprobt wurden, während im See Calcit ausfällungen unter CO_2 -Ausgasung (s. Kap. 4.3.1) stattfinden und das Seewasser zudem stärker von Niederschlag und Oberflächenabfluss beeinflusst wird.

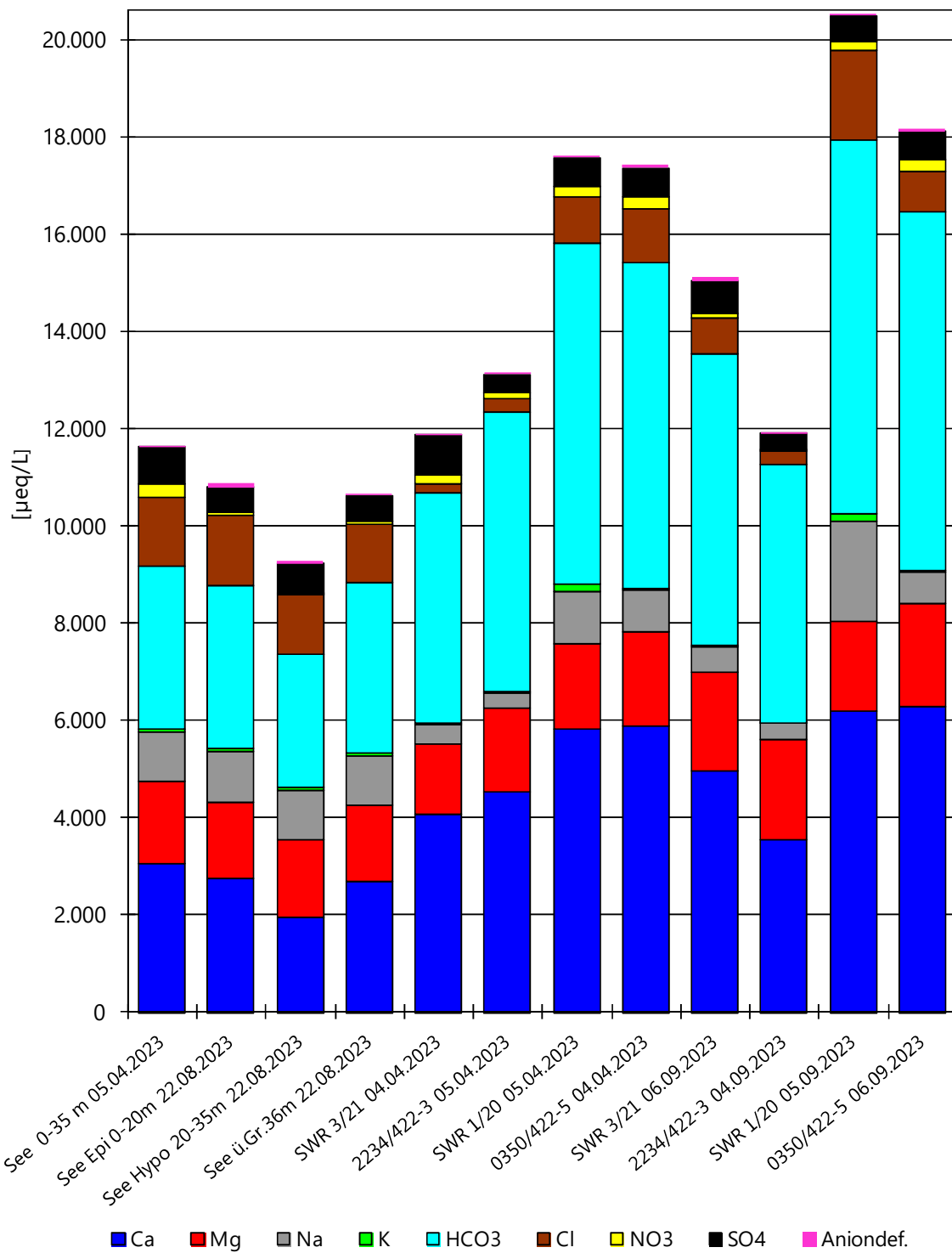


Abb. 7: Ionenäquivalente der Hauptionen im See und im Grundwasser.

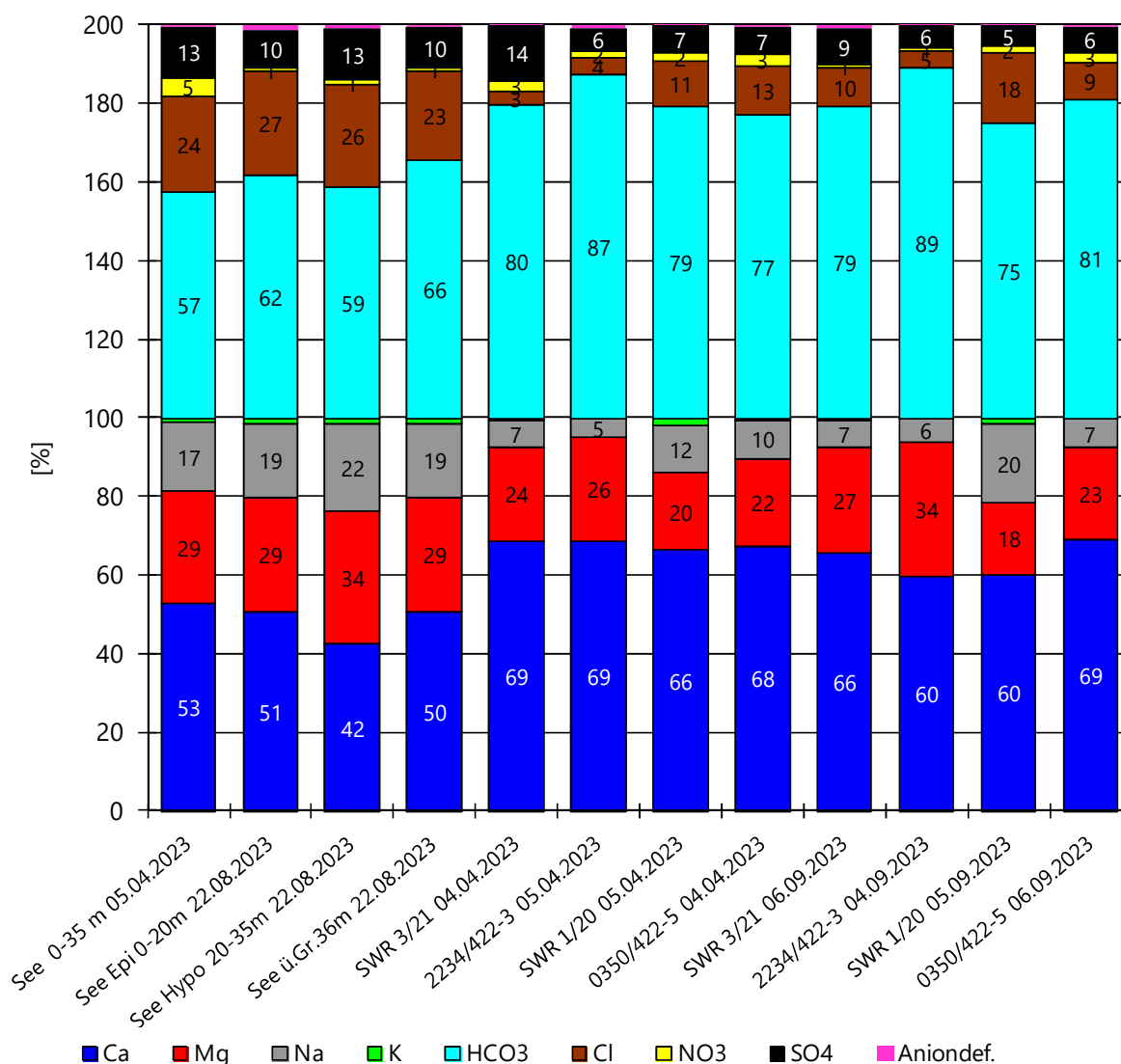


Abb. 8: relative Ionenäquivalente (% der Kat- bzw. Anionensumme) der Hauptionen im See und im Grundwasser.

4.4 Trophielage

Für eine Trophieabschätzung des Baggersees Radolfzell-Steißlingen können die Parameter Phosphorkonzentration und Chlorophyll-a-Konzentration herangezogen werden (Tabelle 5). Die Sichttiefe ist hingegen durch den Kiesabbau stark beeinflusst und kann hier somit keinen Hinweis auf die Trophielage geben. Es konnten an beiden Terminen und in allen Tiefenbereichen keine erhöhten Nährstoffkonzentrationen festgestellt werden. Die Konzentration an Gesamtphosphat lag an bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze. Dies gilt im Wesentlichen ebenso für die Fraktion des leicht löslichen und somit den Planktonalgen direkt zur Verfügung stehenden ortho-Phosphat.

An keinem der beiden Untersuchungstermine gab es Hinweise darauf, dass sich übermäßig hohe Algenbiomassen im Gewässer entwickeln konnten, was zu den geringen Konzentration an Algennährstoffen (im wesentlichen Phosphor) passt. Die gemessenen Chlorophyll-a-Konzentrationen lagen in allen Tiefenbereichen immer unterhalb von 4 µg/L (Sonde bzw. Labor nach DIN 38409 H60). Die Sichttiefen waren an beiden Terminen gering, diese werden aber im Wesentlichen durch aufgeschwemmtes Feinmaterial eingetrübt, da sich der See noch in Auskiesung befindet.

Tabelle 5: Gemessene Eutrophierungsparameter im Baggersee Radolfzell-Steißlingen sowie die nach LUBW (2004) für Baggerseen als kritisch angesehenen Grenzwerte (TP-Konzentration während der Vollzirkulation und Sichttiefe außerhalb des Baggerbetriebes).

Datum	Tiefenbereich	TP [µg/L]	ortho-PO ₄ -P [µg/L]	Chl-a [µg/L]	Sichttiefe [m]
05.04.2023	gesamte Wassersäule	<5	<2	4	0,7
22.08.2023	Epilimnion	<5	<2	1	1,2
22.08.2023	Hypolimnion	5	2	-	
22.08.2023	über Grund	<5	<2	-	
Kritische Werte für Baggerseen		> 45	-	> 25	< 1

4.5 Sedimentuntersuchung

Das untersuchte Sediment war in den untersuchten Sedimentschichten 0-38 cm überwiegend hellbraun gefärbt (Abb. 9), was auf keine reduzierenden Bedingungen hinweist. Dunkle Sandkörner finden sich im unteren Teil des Kerns.

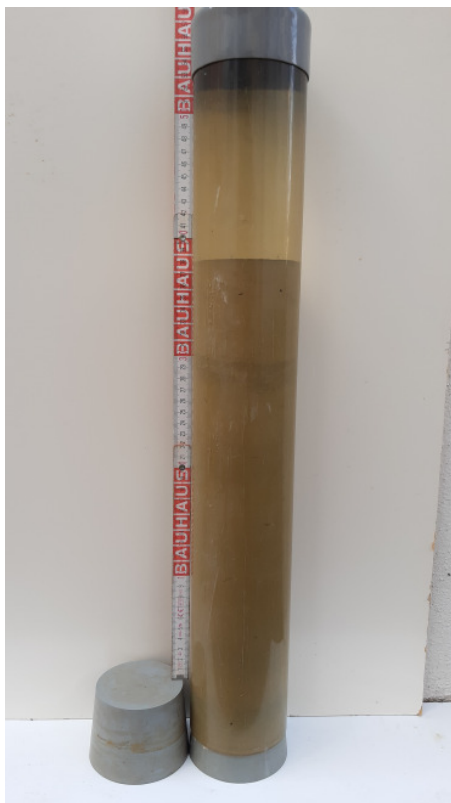


Abb. 9: Foto des Sedimentprofilkerns.

Die Texturanalyse (Tabelle 6) zeigt, dass schluffige und tonige Anteile der Korngrößenzusammensetzung überwiegen (zusammen >95%), Sand wurde in geringem Ausmaß in den tieferen Zonen festgestellt. Die oberen 2 cm sowie das überstehende Wasser wiesen einen modrigen Geruch auf, weiter unterhalb ab ca. 9 cm ist das Sediment geruchlos.

Tabelle 6: Textur und Charakteristika (nach SCHACK-KIRCHNER 2001) des Sedimentprofilkerns vom 22.08.2023.

Sediment-tiefe cm	Farbe	Geruch	Bemer-kungen	Ton %	Schluff %	Sand %	Gesamt %	Typ ¹⁾
0-2	hellbraun	modrig		40	60	0-5	100	Tu3
9-11	hellbraun	ohne		40	60	0-5	100	Tu3
17-19	hellbraun+dunkle Sandkörner	ohne		30	60	10	100	Tu3
27-28	hellbraun+dunkle Sandkörner	ohne	Sand-schlieren	30	60	10-15	100	Tu3
35-37	hellbraun+dunkle Sandkörner	ohne	Sand-schlieren	20	70	15	100	Tu3

¹⁾ Tu3 = mittelschluffiger Ton: 30-45% Ton, 50-65% Schluff, 0-20% Sand

Ein hoher Trockenrückstand (58%) mit wenig organischem Anteil (3%) zeigt, dass der Hauptbestandteil des Sediments aus abgesunkenen mineralischen Feinstpartikeln besteht, die aus dem Kieswaschwasser und der Baggertätigkeit stammen (Tabelle 7). In den obersten Sedimentschichten wurden zudem die Nährstoffinhalte untersucht, da insbesondere aus dieser Sedimentschicht potentiell eine Rücklösung möglich ist. Die geringen Werte für Gesamt-N und Gesamt-P zeigen, dass bis jetzt nur geringe Nährstoffakkumulationen im Sediment vorkommen, womit das Rücklösungspotential des Sediments gering bleibt.

Tabelle 7: Physikalisch-chemische Analysen des Sedimentkerns vom 22.08.2023.

Tiefe \ Parameter	Trocken-rückstand [%]	Glühverlust [%]	Gesamt-Stickstoff (N) [mg/kg TS]	Gesamt-Phosphor (P) [mg/kg TS]
0-2 cm	57,5	3,2	427	453

5 Literatur

- BERGER, F. (1955) Die Dichte natürlicher Wässer und die Konzentrationsstabilität in Seen. *Arch. Hydrobiol.* **22**: 286 - 294
- DIN ISO 7027-2: Wasserqualität Bestimmung der Trübung – Teil 2: Halbquantitative Methoden zur Bestimmung der Transparenz von Gewässern. Beuth, Berlin.
- LUBW (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft. Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaus von Kies und Sand. Reihe *Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie* **88**, 104 S.
- SCHACK-KIRCHNER, H. (2001): Ein Fuzzy-Schlüssel für die Texturschätzung mit der Fingerprobe. In: FVA BW (Hrsg.): Freiburger Forstliche Forschung: *Chemische und physikalische Schlüsselprozesse der Speicher-, Regler- und Reaktorfunktion von Waldböden*: 31-40.

6 Anhang: Ionenbilanzen, Sondendaten

Probe	Baggersee 0-35 m						
Datum	05.04.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	8,81	0,00000000	0,0	pH / OH-	8,81	6,45	0,1
Ca [mg/L]	61,7	3079	52,8	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	3400	3350	57,4
Mg [mg/L]	20,3	1670	28,6	CL [mg/L]	50,1	1413	24,2
Na [mg/L]	23,3	1013	17,4	NO3 [mg/L]	18,0	290	5,0
K [mg/L]	2,70	69	1,2	SO4 [mg/L]	36,0	750	12,8
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	340	1,55	0,0	PO4-P [µg/L]	3	0,19	0,0
Mn [µg/L]	45	1,64	0,0	Anionendefizit		25	0,4
Summe		5837	100			5835	99,9
Probe	Baggersee Epi 0-20m						
Datum	23.08.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	6,79	0,00000016	0,0	pH / OH-	6,79	0,06	0,0
Ca [mg/L]	55,3	2760	50,7	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	3400	3350	61,6
Mg [mg/L]	19,2	1580	29,0	CL [mg/L]	51,2	1444	26,5
Na [mg/L]	23,6	1027	18,9	NO3 [mg/L]	3,0	48	0,9
K [mg/L]	2,80	72	1,3	SO4 [mg/L]	25,0	520	9,6
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	7	0,13	0,0	PO4-P [µg/L]	1	0,04	0,0
Mn [µg/L]	46	1,67	0,0	Anionendefizit		76	1,4
Summe		5441	100			5440	100
Probe	Baggersee Hypo 20-35m						
Datum	23.08.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,22	0,00000006	0,0	pH / OH-	7,22	0,16	0,0
Ca [mg/L]	39,5	1971	42,4	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	2780	2730	58,8
Mg [mg/L]	19,2	1580	34,0	CL [mg/L]	43,0	1213	26,1
Na [mg/L]	23,4	1018	21,9	NO3 [mg/L]	2,9	47	1,0
K [mg/L]	2,8	72	1,5	SO4 [mg/L]	29	604	13,0
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	7	0,13	0,0	PO4-P [µg/L]	2	0,10	0,0
Mn [µg/L]	41	1,49	0,0	Anionendefizit		48	1,0
Summe		4644	100			4642	100
Probe	Baggersee ü.Gr.36m						
Datum	23.08.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,26	0,00000005	0,0	pH / OH-	7,26	0,18	0,0
Ca [mg/L]	54	2695	50,5	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	3550	3500	65,6
Mg [mg/L]	19,1	1572	29,4	CL [mg/L]	43,0	1213	22,7
Na [mg/L]	23,0	1000	18,7	NO3 [mg/L]	2,9	47	0,9
K [mg/L]	2,7	69	1,3	SO4 [mg/L]	26,0	541	10,1
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	10	0,17	0,0	PO4-P [µg/L]	1	0,05	0,0
Mn [µg/L]	46	1,67	0,0	Anionendefizit		36	0,7
Summe		5339	100			5338	100

Probe	SWR 3/21						
Datum	04.04.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,30	0,00000005	0,0	pH / OH-	7,30	0,20	0,0
Ca [mg/L]	81,9	4087	68,7	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	4800	4750	79,9
Mg [mg/L]	17,3	1424	23,9	CL [mg/L]	6,7	189	3,2
Na [mg/L]	9,2	400	6,7	NO3 [mg/L]	10,1	163	2,7
K [mg/L]	1,3	33	0,6	SO4 [mg/L]	40,0	833	14,0
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	20	0,32	0,0	PO4-P [µg/L]	8	0,40	0,0
Mn [µg/L]	26	0,95	0,0	Anionendefizit		10	0,2
Summe		5947	100			5945	100
Probe	2234/422-3						
Datum	05.04.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,30	0,00000005	0,0	pH / OH-	7,30	0,20	0,0
Ca [mg/L]	90,9	4536	68,8	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	5800	5750	87,3
Mg [mg/L]	21,0	1728	26,2	CL [mg/L]	10,0	282	4,3
Na [mg/L]	7,1	309	4,7	NO3 [mg/L]	7,7	124	1,9
K [mg/L]	0,6	15	0,2	SO4 [mg/L]	18,0	375	5,7
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	20	0,32	0,0	PO4-P [µg/L]	3	0,15	0,0
Mn [µg/L]	3	0,12	0,0	Anionendefizit		57	0,9
Summe		6590	100			6589	100
Probe	SWR 1/20						
Datum	05.04.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,20	0,00000006	0,0	pH / OH-	7,20	0,16	0,0
Ca [mg/L]	117	5839	66,3	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	7050	7000	79,5
Mg [mg/L]	21,1	1736	19,7	CL [mg/L]	34,8	982	11,1
Na [mg/L]	24,9	1083	12,3	NO3 [mg/L]	12,1	195	2,2
K [mg/L]	5,8	148	1,7	SO4 [mg/L]	29,0	604	6,9
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	60	1,14	0,0	PO4-P [µg/L]	3	0,14	0,0
Mn [µg/L]	3	0,12	0,0	Anionendefizit		27	0,3
Summe		8809	100			8808	100
Probe	0350/422-5						
Datum	04.04.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,30	0,00000005	0,0	pH / OH-	7,30	0,20	0,0
Ca [mg/L]	118	5889	67,6	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	6770	6720	77,1
Mg [mg/L]	23,5	1934	22,2	CL [mg/L]	39	1100	12,6
Na [mg/L]	19,7	857	9,8	NO3 [mg/L]	14,4	232	2,7
K [mg/L]	1,4	36	0,4	SO4 [mg/L]	29,0	604	6,9
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	20	0,32	0,0	PO4-P [µg/L]	3	0,15	0,0
Mn [µg/L]	3	0,12	0,0	Anionendefizit		59	0,7
Summe		8717	100			8715	100

Probe	SWR 3/21						
Datum	06.09.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,30	0,00000005	0,0	pH / OH-	7,30	0,20	0,0
Ca [mg/L]	99,6	4970	65,7	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	6040	5990	79,2
Mg [mg/L]	24,5	2016	26,6	CL [mg/L]	26,2	739	9,8
Na [mg/L]	12,5	544	7,2	NO3 [mg/L]	4,4	71	0,9
K [mg/L]	1,3	33	0,4	SO4 [mg/L]	33,0	687	9,1
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	30	0,48	0,0	PO4-P [µg/L]	3	0,15	0,0
Mn [µg/L]	16	0,58	0,0	Anionendefizit	77	77	1,0
Summe		7566	100			7564	100
Probe	2234/422-3						
Datum	04.09.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,20	0,00000006	0,0	pH / OH-	7,20	0,16	0,0
Ca [mg/L]	71,4	3563	59,8	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	5350	5300	88,9
Mg [mg/L]	24,8	2041	34,2	CL [mg/L]	9,8	276	4,6
Na [mg/L]	7,8	339	5,7	NO3 [mg/L]	2,2	35	0,6
K [mg/L]	0,6	15	0,3	SO4 [mg/L]	16,0	333	5,6
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	80	1,53	0,0	PO4-P [µg/L]	3	0,14	0,0
Mn [µg/L]	15	0,55	0,0	Anionendefizit		15	0,3
Summe		5962	100			5961	100
Probe	SWR 1/20						
Datum	05.09.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,10	0,00000008	0,0	pH / OH-	7,10	0,13	0,0
Ca [mg/L]	124	6188	60,3	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	7740	7690	74,9
Mg [mg/L]	22,6	1860	18,1	CL [mg/L]	65	1833	17,9
Na [mg/L]	47,2	2053	20,0	NO3 [mg/L]	10,8	174	1,7
K [mg/L]	6,3	161	1,6	SO4 [mg/L]	26,0	541	5,3
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	120	2,85	0,0	PO4-P [µg/L]	1	0,05	0,0
Mn [µg/L]	13	0,47	0,0	Anionendefizit		26	0,3
Summe		10267	100			10265	100
Probe	0350/422-5						
Datum	06.09.2023						
Kationen	Wert	[µeq/L]	[%]	Anionen	Wert	[µeq/L]	[%]
pH / H+	7,20	0,00000006	0,0	pH / OH-	7,20	0,16	0,0
Ca [mg/L]	126	6288	69,2	SK4,3/ HCO3 [µmol/L]	7420	7370	81,1
Mg [mg/L]	25,7	2115	23,3	CL [mg/L]	29,8	841	9,2
Na [mg/L]	15,1	657	7,2	NO3 [mg/L]	15,9	256	2,8
K [mg/L]	1,2	31	0,3	SO4 [mg/L]	27,0	562	6,2
NH4-N [µg/L]	20	1,43	0,0	NO2-N [µg/L]	4	0,29	0,0
Fe [µg/L]	7	0,13	0,0	PO4-P [µg/L]	1	0,05	0,0
Mn [µg/L]	3	0,12	0,0	Anionendefizit		61	0,7
Summe		9092	100			9090	100

Daten der Sondenmessungen

Excel-Datei: Sondendaten_Radolfzell_2023.xlsx

Anlage 7

Bericht vom 18.12.2023

**Bilanzierung der entnehmbaren Kies- und
verlagerbaren Schlamm-/Abramm-Massen**

Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald

Radolfzell Lkr. Konstanz

Phase II

Bilanzierung der entnehmbaren Kies- und verlagerbaren Schlamm-/Abraum-Massen

Projekt: Geplante Erweiterung Kiesnassabbau Stadtwald
Radolfzell, Phase II
Massenbilanz Kies-, Schlammanteile

Auftraggeber: Meichle & Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad

Maßnahmen:

- Volumenbilanz effektive Kiesentnahme
- Volumenbilanz Abraum/Waschschlamm

Ausführungszeitraum: Juni - Dezember 2023

Projektnummer: 88090|2022-002-01|939

Bericht erstellt: Radolfzell, den 18.12.2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Ramsch'.

R. Ramsch
Dipl.-Geologe

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'W. Michel'.

Dr. W. Michel
Dipl.-Geophysiker

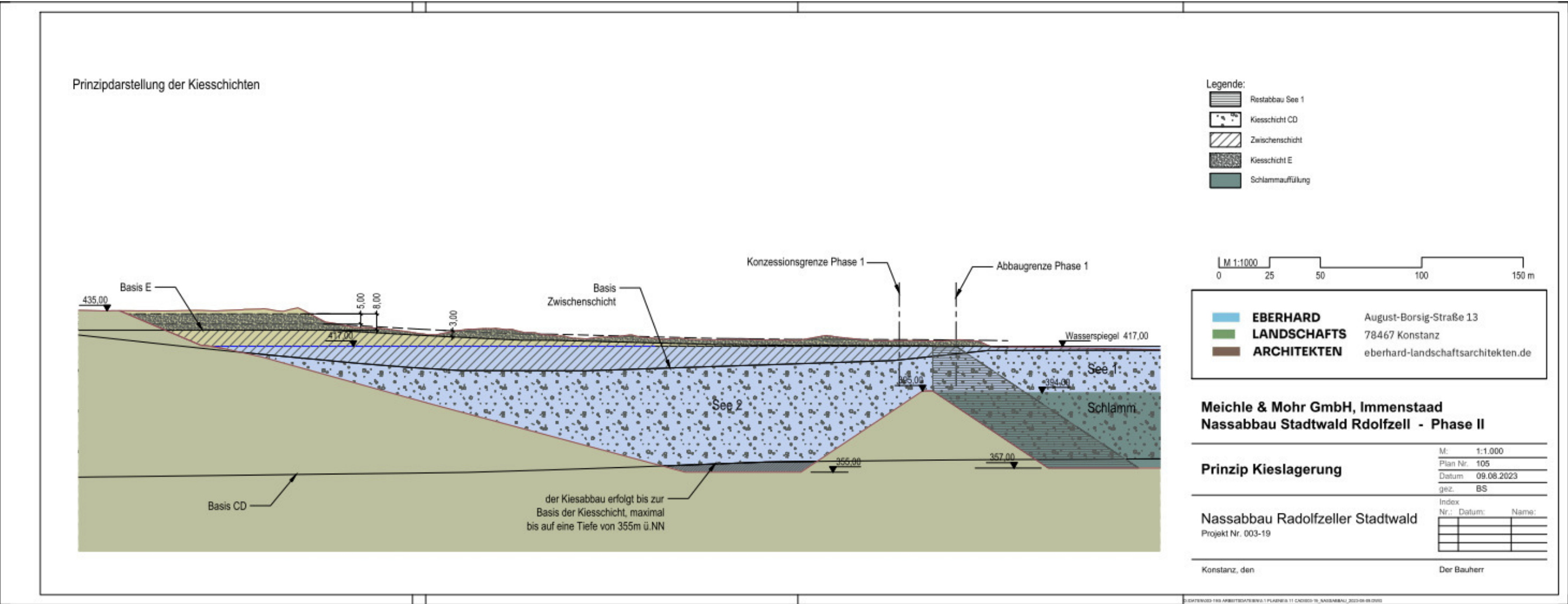


Abb. 1 Schematischer Schnitt mit Darstellung der einzelnen Volumen-Bilanzglieder (Maßstab verkleinert)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkung.....	4
2. Ergebnisse.....	6
2.1 Bilanzierung der Anteile Rohstoff – Waschschlamm/Abraum.....	6
2.2 Bilanzierung Aufnahmekapazität See Phase I.....	8
2.3 Bilanzierung Rohstoff- und Entnahmevolumen bei unterschiedlicher Abbaudauer.....	9
3. Fazit.....	11

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Schematischer Schnitt mit Darstellung der einzelnen Volumen-Bilanzglieder	2
--------	---	---

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Volumenberechnungen Rohstoffmengen.....	5
Tab. 2.1	Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Bilanz Rohstoff-, Abraum-/Waschschlammvolumen und effektives Entnahmevolumen aus dem See.....	7
Tab. 2.2	Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Bilanz Volumenaufnahmekapazität See Phase I.....	8
Tab. 2.3	Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Wasserverbrauch TB Schädler 2012 - 2022.....	10

1. Vorbemerkung

Vorliegender Bericht enthält eine Bilanzierung der effektiven Volumenentnahme in der Abbauerweiterung Phase II (Aufgliederung der entnehmbaren Kies- und der wieder einzulagernden Abraum-/Waschschlamm-Anteile). Ziel dieser Volumenbilanz ist

- die Ermittlung der durch die Volumenentnahme hervorgerufenen Grundwasserabsenkung, umgerechnet als Grundwasserentnahme bezogen auf unterschiedliche Jahresabbau Mengen des Kieses. Die durch den Abbau induzierte Grundwasserabsenkung ist maßgebend für die Prognoseberechnungen mit dem numerischen Grundwasserströmungsmodell. Dabei stehen insbesondere mögliche Auswirkungen auf die Schüttung der Frauenwiesquellen im Fokus.
- die Abschätzung der Kapazität für die Verfüllung See Phase I auf eine Höhe von 395 m NN mit nicht verwertbarem Material aus dem Abbau in Phase II (Waschschlamm-Abraum)
- die Abschätzung des effektiv verfügbaren Nettorohstoff-Volumens bzw. -Masse

Grundlage ist die Volumenberechnungen der einzelnen Bilanzglieder die von der Fa. Eberhard Landschaftsarchitekten auf Grundlage eines Geländemodells und auf Grundlage der Isohypsen für die Basis des CD-Stockwerks, Basis der Zwischenschicht und der Basis Stockwerk E erstellt wurde (s. Tab. 1). Die einzelnen Bilanzglieder werden in dem schematischen Schnitt in Abb. 1 dargestellt.

Tab. 1 Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Volumenberechnungen
 Rohstoffmengen

Bereiche	Volumen in m ³	Massen in to mit Faktor 2,18 to/m ³
See 1 Gesamtvolumen	5,72 Mio. m ³	
Restauskiesung See1	0,42 Mio. m ³	0,915 Mio. to
See 2 Gesamtvolumen	6,08 Mio. m ³	
Anteil Rohstoff	4,7 Mio. m ³	10,25 Mio. to
Zwischenschicht im Wasser	1,39 Mio. m ³	
Kiesanteil Zwischenschicht 25 %	0,346 Mio. m ³	0,755 Mio. to
Trockenabbau	0,642 Mio. m ³	1,4 Mio. to
Zwischenschicht Trockenabbau	0,886 Mio. m ²	
Kiesanteil Zwischenschicht 25 %	0,221 Mio. m ³	0,48 Mio. to
Zusatz-Volumen Randbereiche Kies	0,595 Mio. m ³	1,3 Mio. to
Zusatzvolumen Bereich K 6164	0,082 Mio. m ³	0,18 Mio. to
Gesamtvolumen Rohstoff (Stand 31.07.2023)	7,0 Mio. m ³	15,3 Mio. to

Bei einer Dammkrone von 395 m NN können in den See 1 ca. 2,32 Mio. m³ Waschschlamm bzw. Abraum eingelagert werden.

2. Ergebnisse

2.1 Bilanzierung der Anteile Rohstoff – Waschschlamm/Abraum

In der Tabelle 2.1 sind alle Bilanzglieder für die Volumenbetrachtung gem. Tabelle 1 aufgelistet. Das beim Abbau anfallende Aushubvolumen (Bruttovolumen) wird aufgetrennt in die Anteile Rohstoff und Anteile Waschschlamm/Abraum. Dabei wird für die Ermittlung des Waschschlammvolumens ein Anteil von 7 % vom Bruttokiesvolumen angesetzt. Die Zwischenschicht enthält ebenfalls verwertbare Sedimente, dieser nutzbare Anteil wird auf Grundlage der Ergebnisse von Erkundungsbohrungen auf 25 % geschätzt. Nach Abzug der nicht verwertbaren Waschschlamm- und Abraumanteile bleibt ein effektives Netto-Rohstoffvolumen aus dem Nass- und Trockenabbau von 7,0 Mio. m³ (mit Restauskiesung See Phase I) übrig.

In einer weiteren Spalte wird die effektive Volumenentnahme aus dem See (gesättigte Zone) abgeleitet, indem das gesamte Aushubvolumen aus der gesättigten Zone (= unterhalb Wasserspiegel) mit dem wieder einzubringenden Abraum aus der Zwischenschicht (trocken) und dem Trockenabbau Stockwerk E verrechnet wird. Die effektive Netto-Volumenentnahme aus der gesättigten Zone beträgt 4,345 Mio. m³.

Dabei wird angenommen, dass die beiden Seen der Phase I und der Phase II miteinander verbunden sind.

Wird Abraum (nicht verwertbare Anteile der Zwischenschicht unterhalb 417 m NN) aus dem See II entnommen und in den See I eingelagert, wird er in der Volumenbilanz nicht berücksichtigt.

Tab. 2.1 Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Bilanz Rohstoff-, Abraum-/Waschschlammvolumen und effektives Entnahmevolumen aus dem See

Nr.	Abbaubereich	Abraum [m ³] teilweise nutzbar	Anteil Kiesentnahme brutto [m ³]		Wiedereinbringung Abraum (Schlamm, Zw.schicht) in gesättigter Zone [m ³]		effektive Entnahme aus See [m ³]	Rohstoff effektiv netto [m ³]
			gesättigte Zone	ungesättigte Zone	7 % Schlamm- anteil	75 % nicht verwertbar (incl. 7 % Wasch- schlamm)		
3	Volumen CD Bereich Damm zwischen Phase I und II (Rest See Phase I)		418.556		29.299		389.257	389.257
5	Volumen CD Phase II (Zwischenschicht - Wsp. 417 m NN)		4.695.600		328.692		4.366.908	4.366.908
6	Volumen Zwischenschicht (Top CD - Wsp. 417 m NN)* (nass)	1.386.681	346.670			restl. 75 % (1,04 mio m ³) verbleiben in gesättigter Zone	346.670	346.670
7	Volumen Zwischenschicht (Wsp. 417 m NN - Basis E)* (trocken)	886.132		221.533		664.599	-664.599	221.533
8 + 9	Volumen Trockenabbau E			1.237.000	86.590		-86.590	1.150.410
	Volumen Trockenabbau E bei 60° Böschungsnäigung			82.000	5.740		-5.740	76.260
	Zwischensummen		5.460.826	1.540.533	450.321	664.599	4.345.906	6.551.038
			Gesamt	7.001.359				

* nutzbarer Anteil Zwischenschicht 25%, Anteil Abraum 75 %

2.2 Bilanzierung Aufnahmekapazität See Phase I

Die Tab. 2.2 bietet eine Übersicht der in See Phase I einzubringenden Waschschlamm- und Abraumvolumen aus dem Abbau See Phase II (incl. Restabbau Abbaugrenze See Phase I). Demnach wird ein Auffüllvolumen von 2,15 Mio. m³ abgeschätzt, welches in See Phase I eingebracht wird. Mit einem aus der Seevermessung abgeleiteten verfügbaren Volumen von 2,32 Mio. m³ in See Phase I (s. Seite 5) bis zur Verfüllhöhe von 395 m NN verbleiben nach Einbringung der Massen aus See Phase II noch ca. 162.000 m³ Restvolumen für die Verfüllung.

Tab. 2.2 Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Bilanz
 Volumenaufnahmekapazität See Phase I

Gesamtvolumen für Auffüllung Waschschlamm + Abraum bis 395 m NN [m³]	2.317.000,00	
Waschschlamm aus Nassauskiesung Rest See Phase I [m ³]		29.300
Waschschlamm aus Nassauskiesung Stockwerk CD Phase II [m ³]		328.700
nicht verwertbarer Abraum Zwischenschicht Wsp. 417 - Basis E Phase II (Anteil 75%) [m ³]		664.599
nicht verwertbarer Abraum Zwischenschicht Top CD - Wsp. 417 Phase II (Anteil 75%) [m ³]		1.040.011
Waschschlamm aus Trockenabbau Stockwerk E Phase II [m ³]		86.590
Waschschlamm aus Trockenabbau Stockwerk E bei 60° Böschungsnäigung Phase II [m ³]		5.740
Summe Einlagerungen Abraum/Waschschlamm aus See Phase II in See Phase I [m³]		2.154.940
Verbleibende Restkapazität See Phase I [m³]	162.060,00	

2.3 Bilanzierung Rohstoff- und Entnahmevolumen bei unterschiedlicher Abbaudauer

Das berechnete Netto- Rohstoffvorkommen wird mit ca. 14,3 Mio. to (ca. 6,55 mio m³) abgeschätzt.

In Abhängigkeit der konjunkturellen Lage wird der Bedarf wird mit

- 715.000 to/a (328.000 m³/a) bei einer Abbaudauer von 20 Jahren
- 841.000 to/a (386.000 m³/a) bei einer Abbaudauer von 17 Jahren
- 953.333 to/a (437.309 m³/a) bei einer Abbaudauer von 15 Jahren
angenommen.

Die effektive Volumenentnahme aus der gesättigten Zone (m³ pro Jahr) wird umgerechnet in eine fiktive Grundwasserentnahme, angegeben in l/s. Zusätzlich muss noch die Brauchwasserentnahme, die zukünftig aus dem See erfolgen soll, berücksichtigt werden. Bisher wurde das Brauchwasser aus dem Brunnen SCHÄDLER entnommen und die Kieswäsche im Kreislauf gefahren, sodass nur das Verlustwasser (Verdunstung, Haftwasser am Kies) ersetzt werden musste.

Die Wasserverbrauchsangaben von TB Schädler in den Jahren 2012 – 2022 (s. Tab. 2.3) beschreiben somit im Wesentlichen den Wasserbedarf, der für den Ausgleich des verdunsteten Waschwasseranteils erforderlich ist. Ein geringer Anteil des Förderwassers wird für die Versorgung der sanitären Anlagen auf dem Betriebsgelände genutzt. Anhand der Aufzeichnungen von 2012 – 2022 (s. Tab. 2.3) kann eine durchschnittliche, jährliche Grundwasserentnahme von 58.452 m³ (Q₂₄ = 1,85 l/s) aus TB Schädler abgeleitet werden.

Für die Berechnung der Wasserspiegelabsenkung, hervorgerufen durch die Kiesentnahme (=Erhöhung Porenvolumen auf 100 %) wird die in Tabelle 2.1 dargelegte, effektive Rohstoffentnahme aus der gesättigten Zone mit 4,346 mio m³ zu Grunde gelegt. Die fiktive Grundwasserentnahme (GWE), verursacht durch die Entnahme von Kies in Abhängigkeit der Abbaudauer, wird wie folgt berechnet:

Abbaudauer 20 Jahre: Kiesentnahme 217.295 m³/Jahr → fiktive GWE ca. 7 l/s

Abbaudauer 17 Jahre: Kiesentnahme 255.642 m³/Jahr → fiktive GWE ca. 8 l/s

Abbaudauer 15 Jahre: Kiesentnahme 289.727 m³/Jahr → fiktive GWE ca. 9 l/s

Bei Berücksichtigung eines bereits vorhandenen Porenvolumens von 15 %
 (effektive Erhöhung des Porenvolumens bei der Ausbaggerung um 85 %) reduziert sich die fiktive Grundwasserentnahme (GWE) nochmals etwas auf:

Abbaudauer 20 Jahre: → fiktive GWE ca. 6 l/s

Abbaudauer 17 Jahre: → fiktive GWE ca. 7 l/s

Abbaudauer 15 Jahre: → fiktive GWE ca. 8 l/s

Wird der Verdunstungsverlust bei der Kieswäsche durch die Brauchwasserentnahme (ca. 1,85 – 2 l/s) aus dem Brunnen Schädler ausgeglichen, kann mit einer fiktiven Grundwasserentnahme von ca. 7 l/s durch die Kiesentnahme gerechnet werden.

Tab. 2.3 Erweiterung Abbau Stadtwald Radolfzell Phase II – Wasserverbrauch
 TB Schädler 2012 - 2022

Verbrauchsjahr	Betriebsstunden [h]	Verbrauch [m ³]	l/s	Q ₂₄ [l/s]
2022	3.399	83.760	6,85	2,66
2021	3.053	62.932	5,73	2,00
2020	3.111	67.244	6,00	2,13
2019	3.761	69.081	5,10	2,19
2018	2.906	62.766	6,00	1,99
2017	2.839	66.022	6,46	2,09
2016	2.549	50.370	5,49	1,60
2015	2.848	57.262	5,59	1,82
2014	2.731	47.264	4,81	1,50
2013	2.100	40.095	5,30	1,27
2012	2.248	36.173	4,47	1,15

durchschnittl. Jahresentnahme
durchschnittl. Q₂₄ (2012 - 2022)

58.452 m³
1,85 l/s

Bei den Berechnungen wird von einer Netto-Rohstoffmenge von 6,5- 6,6 Mio. m³ ausgegangen. Die effektiven Entnahmen aus der gesättigten Zone (s. Tabelle 2.1) betragen 4,34 – 4,35 Mio. m³ bei gleichzeitiger Verfüllung von ca. 2,15 Mio. m³ Abraum (Waschschlamm und nicht verwertbare Zwischenschichtsedimente) in den See I.

3. Fazit

Im See **Phase I** wird der Rest im Dammbereich zwischen Abbaugrenze See Phase I und der Konzessionsgrenze mit ca. 0,418 Mio. m³ abgebaut. Nach Bereinigung des Waschschlammvolumens von ca. 29.300 m³ (7 %) verbleibt ein effektives Netto-Rohstoffvolumen von 0,389 Mio. m³. Bei Ansatz eines spezifischen Gewichts von 2,18 to/m³ ergibt dies Kiesmenge von ca. 0,85 Mio. to für die Restauskiesung See Phase I.

Die Aufnahmekapazität im See Phase I bis zu einer Höhe von 395 m NN wird mit ca. 2,32 Mio. m³ abgeschätzt.

In der **Phase II** (See II incl. Trockenabbau und verwertbare Sedimente aus Zwischenschicht) steht ein Rohstoffvolumen von ca. 6,58 Mio. m³ zur Verfügung. Nach Bereinigung (Waschschlamm Nass- und Trockenabbau und Abzug Nettovolumen aus Restabbau See Phase I) verbleibt ein effektives Netto-Rohstoffvolumen in der Phase II von 6,16 Mio. m³.

Mit Berücksichtigung des Rohstoffvolumens aus See Phase I (Dammbereich Abbaugrenze See Phase I) stehen insgesamt 6,55 Mio. m³ Kies (netto, ohne Schlammanteil) zur Verfügung. Daraus ergeben sich mit dem o. g. spez. Gewicht ca. 14,3 Mio. to aufbereiteter Kies.

Durch Wiederverfüllung der Waschschlamm- und Abraumanteile werden dem System See Phase I und Phase II bis Abschluss des Abbaus Phase II effektiv aus der gesättigten Zone 4,345 Mio. m³ Kies entnommen. Diese durch die Kiesentnahme entstehende Grundwasserabsenkung (Volumenvergrößerung) entspricht einer fiktiven Grundwasserentnahme ca. 6 l/s – 8 l/s. In den Prognoseberechnungen des numerischen Grundwasserströmungsmodells

wurde unter Berücksichtigung eines Sicherheitsaufschlages die fiktive Grundwasserentnahme mit 9 l/s angesetzt.

Zusätzlich wird dem See Phase I Wasser zur Kieswäsche entnommen und das mit Feinsedimenten befrachtete Waschwasser in See Phase I eingeleitet. Die beim Waschvorgang auftretenden Verdunstungsverluste können über TB Schädler aus dem Grundwassersystem des TB Schädler ersetzt werden. Effektiv werden dem Grundwasser über TB Schädler dadurch im Schnitt ca. 58.452 m³ entzogen.

Wird der Verlust durch die Brauchwasserentnahme (ca. 1,85 – 2 l/s) durch die Entnahme aus dem Brunnen Schädler ausgeglichen, kann die oben abgeschätzte, fiktive Grundwasserentnahme von ca. 7 l/s durch die Kiesentnahme beibehalten werden.

Die Berechnungen zur Bestimmung jährlicher Rohstoff-Entnahmen wurden für Abbaueiträume von 15, 17 und 20 Jahren durchgeführt. Mit Berücksichtigung der Reserven aus der Restauskiesung See Phase I (Dammbereich Abbaugrenze See Phase I) ausgehend von einer Gesamtmenge von 14,3 Mio. to, liegen die jährlich gewinnbaren Rohstoffmengen zwischen 715.000 to und 953.333 to.

Die Volumenänderung im Nassabbau (See I und See II) liegt unter Berücksichtigung der Wiederverfüllung (Gesamtverfüllmenge ca. 2,15 Mio. m³) bei einer Menge von Gesamt 4,345 Mio. m³.