Umbau Freileitungsanbindungen Umspannwerk Dellmensingen

Planänderung Unterlage 12.2 Hydrogeologische Voreinschätzung

Aufgestellt durch

Mailänder Consult GmbH
Mathystraße 13
76133 Karlsruhe
Tel.: 0721/93280-0
E-Mail: info@mic.de

Im Auftrag der

TransnetBW GmbH
Heilbronner Straße 51-55
70191 Stuttgart

Dieser Bericht enthält 32 Seiten und Anlagen

Dieses Projekt wurde unter der internen Projektnummer K2203 bearbeitet.

	Erstellung am 28.08.2024	**Qualitäts- und Fachprüfung am 29.08.2024**	**Freigabe am 30.08.2024**
Name	i. A. Marcel Finkbeiner	i. V. Andreas Beckhoff	i. V. Andreas Beckhoff
Funktion / Bürostandort	Bearbeitung Mailänder Consult GmbH Mathystraße 13 76133 Karlsruhe	Prüfung Mailänder Consult GmbH Mathystraße 13 76133 Karlsruhe	Projektleitung Mailänder Consult GmbH Mathystraße 13 76133 Karlsruhe

Version	**Änderung**	**Datum / Erstellung**
0	Ausgangsversion	30.08.2024 i. A. Marcel Finkbeiner
01	Einarbeitung schriftliche Anmerkungen enpros vom 11.11.24	12.11.2024 i. A. Marcel Finkbeiner
02	Einarbeitung Planänderung und Berücksichtigung aktualisiertes Baugrundgutachten	22.10.2025 i. A. Marcel Finkbeiner

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung/Ziel 5

2 Methodik 7

3 Geologie 8
3.1 Literaturangaben 8
3.2 Ergebnisse Baugrundgutachten nahe des Untersuchungsgebiets 9
3.3 Bewertung Datengrundlage 10

4 Hydrogeologie 11
4.1 Literaturangaben 11
4.2 Ergebnisse Baugrundgutachten nahe des Untersuchungsgebiets 13
4.3 Bewertung der Datengrundlage und Schlussfolgerung 13

5 Bauzeitliche Wasserhaltung 15
5.1 Abschätzung der Notwendigkeit einer Wasserhaltung 15
5.2 Varianten und Konzeptionierung einer bauzeitlichen Wasserhaltung 16
5.3 Abschätzung Einleitmengen und Brunnenanzahl 19
5.4 Ableitung des geförderten Wassers 27
5.5 Bauzeitlich anfallende Einleitmengen 27
5.6 Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung 29
5.7 Niederschlagswasserbeseitigung 29

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung 30

7 Literatur 31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Landschaftliche Gliederung des südwestdeutschen Alpenvorlands und benachbarter Gebiete. Blauer Punkt markiert die Lage des Untersuchungsgebiets (LGRB, 2024 a) 8
Abbildung 2: Geologische Einheiten nach GeoLA GK50 am Untersuchungsgebiet rund um das Umspannwerk Dellmensingen. Rote Quadrate markieren Lage der von der Maßnahme betroffen Masten und Rückbauten (Notgestänge) (bearbeiteter Ausschnitt nach Anlage1) 9
Abbildung 3: Geologischer Profilschnitt D-D‘, welcher dem östlichen Ende des Umspannwerks folgt und damit am nächsten zu den Maststandorten gelegen ist. Planausschnitt aus Crystal-Geotechnik, 2022 - Anlage 2. 10
Abbildung 4: Fließgewässerkenndaten der Westernach/Rottum (links) und des Rauglengrabens (rechts) nach (LUBW, 2024 b). 13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die Maßnahmen an den jeweiligen Maststandorten. 6
Tabelle 2: Überblick hydrogeologischer Eigenschaften zur Charakterisierung des Grundwassers im Untersuchungsgebiet. 11
Tabelle 3: Überflutungsflächen nach (LUBW, 2024 a). 12
Tabelle 4: Geogene Grundgehalte des Grundwassers im Untersuchungsgebiet (median Angaben nach (LGRB, 2024 f)). 12
~~Tabelle 5: Baugrubentiefe und Volumen der jeweiligen Maßnahmen an den Masten. Als Berechnungsgrundlage wurde ein Pyramidenstumpf angenommen.~~ 15
~~Tabelle 6: Übersicht der Eingangsgrößen zur Berechnung einer geschlossenen Wasserhaltung mit senkrechten Flachbrunnen.~~ 19
~~Tabelle 7: Richtgrößen für die Wasserhaltung je Baugrube bei Annahme des Bemessungswasserstandes~~ 19
~~Tabelle 8: Richtgrößen für die Wasserhaltung je Baugrube bei Annahme des Regelfallwasserstands~~ 20
Tabelle 9: Übersicht der Eingangsgrößen zur Berechnung einer offenen Wasserhaltung nach (Davidenkoff, 1956) und Abschätzung der Tagwasserhaltung. 21
Tabelle 10: Berechnungsübersicht Einleitmengen aus Baugrubenzufluss über Variante A, Gesamteinleitmenge setzt sich aus Summe offene Wasserhaltung und Tagwasserhaltung zusammen 23
Tabelle 11: Berechnungsübersicht Einleitmengen aus Baugrubenzufluss über Variante A, Gesamteinleitmenge setzt sich aus Summe offene Wasserhaltung und Tagwasserhaltung zusammen 24
Tabelle 12: Berechnung des wassergesättigten Porenraums. Vw_{min} = Wassermenge bei kleinster Porosität, Vw_{max} = Wassermenge bei größter Porosität. 25
Tabelle 13: Einleitmengen (q), die sich aus Baugruben bei Bohrpfahlgründung sowie den Baugruben aus den Abankerungen ergeben 26
~~Tabelle 14: Bauzeitlich anfallende Einleitmengen je Baugrube für den Bemessungswasserstand~~ 27
~~Tabelle 15: Bauzeitlich anfallende Einleitmengen je Baugrube für den Regelfallwasserstand~~ 28
Tabelle 16: Übersicht der maximalen Einleitmengen in m³/h bei zwei gleichzeitig angelegten Baugruben. 28

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Geologische Karte Baden-Württemberg 1:50000 (GeoLa GK50)
~~Anlage 2: Berechnungsablauf für geschlossene Wasserhaltung nach Engel & Al-Alkel, 2012~~
Anlage 2: Berechnungsablauf für offene Wasserhaltung nach Davidenkoff
Anlage 3: Pegel - UW Dellmensingen GWM1

1 Veranlassung/Ziel

Im gegenständlichen Vorhaben geht es um den Umbau der Freileitungsanbindungen an das Umspannwerk Dellmensingen.

Die TransnetBW betreibt am Standort Dellmensingen (Stadt Erbach, ca. 14 km südwestlich von Ulm) zusammen mit der Netze BW GmbH ein 380-/110-kV Umspannwerk (UW). Aufgrund des UW-Umbaus ist es erforderlich, dass die Leitungseinführungen der vorhandenen Stromkreise ebenfalls erneuert bzw. auf die neuen Portale verlegt werden (TRANSNET BW 2024). Zusätzlich sind Seilarbeiten (Rückbau Bestandsseile, Neubeseilungen, Verschwenkungen) notwendig. Das Vorhaben umfasst den Rückbau von drei Masten und einem Notgestänge, die Sanierung von einem Mast mit Fundamentsanierung, und den Neubau von vier Masten. Weiterhin umfasst das Vorhaben die Mastsanierung von vier Masten, bei denen das Fundament nicht saniert wird. Zusätzlich sind Seilarbeiten (Rückbau Bestandsseile, Neubeseilungen, Verschwenkungen inklusive Abankerungen) notwendig.

Am Standort befindet sich eine 110-kV-AIS-Anlage der Netze BW, eine 220-kV-AIS-Anlage sowie eine 380-kV-AIS-Anlage jeweils der TransnetBW. Die bereits stillgelegte 220-kV-AIS-Anlage soll zurückgebaut werden. Aufgrund des Alters der bestehenden 380-kV-Schaltanlage ist ein Ersatzneubau als 380-kV-AIS-Anlage vorgesehen.

Für die Demontage der alten 220-kV-Umspannanlage wird der bestehende 220-kV-Stromkreis Dellmensingen Ost rot (Amprion) zwischen Mast 0303/001 und dem Neubaumast 4521/1001 durch ein 220-kV-Freileitungsprovisorium verbrückt. Für die Verbindung der von Süden kommenden 220-kV-Stromkreise, die aktuell noch über Portale im UW verbunden sind, ist dieses Provisorium südlich des UW notwendig, das voraussichtlich eine Standzeit von 10 bis 15 Jahren haben wird.

Für die Sanierung, den Neubau und Rückbau der Masten und insbesondere deren Fundamente sind Eingriffe in den Untergrund und Grund- und Tagwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Das Provisorium (und temporär auch einzelne Masten) müssen über Abankerungen im Boden gesichert werden. Dazu sind ebenfalls Eingriffe in den Untergrund notwendig.

Zusammenfassend beinhaltet das Vorhaben „Umbau der Freileitungsanbindungen Umspannwerk Dellmensingen“ zum derzeitigen Stand die nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten Maßnahmen an den bestehenden Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen, die sich aus dem Neubau bzw. der Erweiterung des UW Dellmensingen ergeben. Eine ausführliche Vorhabenbeschreibung ist aus Unterlage 1, dem Erläuterungsbericht zu entnehmen.

Eine ausführliche Planansicht mit Darstellung der Maßnahmen ist Anlage 1 aus Unterlage 13.1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht über die Maßnahmen an den jeweiligen Maststandorten.

Anlage	Mast-Nr.	Maßnahme	Fundamentart	Gemarkung Dellmensingen, Flurstück	Geschätzte Dauer der Wasserhaltung
0303	212A	Neubau	Plattenfundament	~~1433~~2265	~~8 Wochen~~ 1 Woche bis zur Herstellung eines wasserdichten Baugrubenverbaus, 6-8 Wochen Lenzwasserhaltung
0303	213	Neubau	Plattenfundament	1433	~~8 Wochen~~ 1 Woche bis zur Herstellung eines wasserdichten Baugrubenverbaus, 6-8 Wochen Lenzwasserhaltung
4521	001A	Neubau	Plattenfundament	1433/1	~~8 Wochen~~ 1 Woche bis zur Herstellung eines wasserdichten Baugrubenverbaus, 6-8 Wochen Lenzwasserhaltung
4521	1001	Neubau	Plattenfundament	1245	~~8 Wochen~~ 1 Woche bis zur Herstellung eines wasserdichten Baugrubenverbaus, 6-8 Wochen Lenzwasserhaltung
0303	212	Rückbau	Stufenfundament	1433	1 Woche
0303	Notgestänge 1 bis 9	Rückbau	Einzel- und Blockfundamente	1433	jeweils 1 Woche je Einzelfundament
4521	001	Rückbau	Stufenfundament	1240	1 Woche
0303	211	Mastsanierung (~~ggf. mit Fundament~~ ohne Fundament)	~~Stufenfundament~~ n.r.	1627	~~8 Wochen~~ nur für Abankerungen nötig, wenige Tage
0304	001	Mastsanierung (ohne Fundament)	n.r.	n.r.	n.r.
0329	001	Mastsanierung (ohne Fundament)	n.r.	n.r.	n.r.
4528	001	Mastsanierung (ohne Fundament)	n.r.	n.r.	~~n.r~~ nur für Abankerungen nötig, wenige Tage
4521	002	Mastsanierung (ohne Fundament)	n.r.	n.r.	~~n.r~~ nur für Abankerungen nötig, wenige Tage

Ziel der hydrogeologischen Vorerkundung ist eine Abschätzung der geologischen und insbesondere hydrogeologischen Situation an den Maststandorten, an denen ein Rück- oder Neubau bzw. Sanierung mit Eingriff in den Untergrund erfolgt. Anhand der Vorabschätzung erfolgt eine Aussage zur Erforderlichkeit und Art einer bauzeitlichen Wasserhaltung.

2025 wurden Änderungen der Pläne zum Planfeststellungsverfahren durch die TRANSNET BW mitgeteilt (TRANSNET-BW, 2025). Im Zuge der Planänderung wurde die hydrogeologische Voreinschätzung von 2024 überarbeitet und angepasst.

2 Methodik

Die Vorabschätzung erfolgt ausschließlich auf Grundlage von Karten- und Geoinformationsdiensten, da zu den betroffenen Maststandorten noch kein Baugrundgutachten vorliegt. Ergänzend werden Informationen und Untersuchungsergebnisse aus einem Baugrundgutachten von 2022 mit engem räumlichen Bezug zu den betrachteten Maststandorten herangezogen (Crystal-Geotechnik, 2022). Der Untersuchungsraum des besagten Baugrundgutachtens umfasst das Umspannwerk Dellmensingen, in dessen direkter Nachbarschaft die von der Maßnahme betroffenen Strommasten liegen.

Zum Zeitpunkt der Überarbeitung des Gutachtens nach Planänderung liegt ein aktualisiertes Baugrundgutachten zu den betroffenen Maststandorten vor (Crystal-Geotechnik, 2024). Dieses konkretisiert die Angaben aus den im Gutachten folgenden Kapitel 3. Geologie und Kapitel 4. Hydrogeologie. Die folgenden Kapitel 3 und 4 haben daher nur noch informierenden Charakter, konkrete Angaben zur Geologie und Hydrogeologie an den Maststandorten finden sich im Baugrundgutachten von (Crystal-Geotechnik, 2024).

3 Geologie

3.1 Literaturangaben

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südwestlich der Stadt Ulm, südlich der Gemeinde Erbach und südlich der Donau. Östlich der Fläche verläuft der nächstgelegene Vorfluter, die Westernach, welche in die Donau mündet.

Naturräumlich liegt das Untersuchungsgebiet auf der Grenze zwischen Schwäbischer Alb und Alpenvorland. Daher ergeben sich hier Merkmale aus der zur Donau hin abdachenden Flächenalb und der weitläufigen Hügellandschaft die sich südlich der Schwäbischen Alb im Vorfeld der Alpen ausbreitet (siehe Abbildung 1).

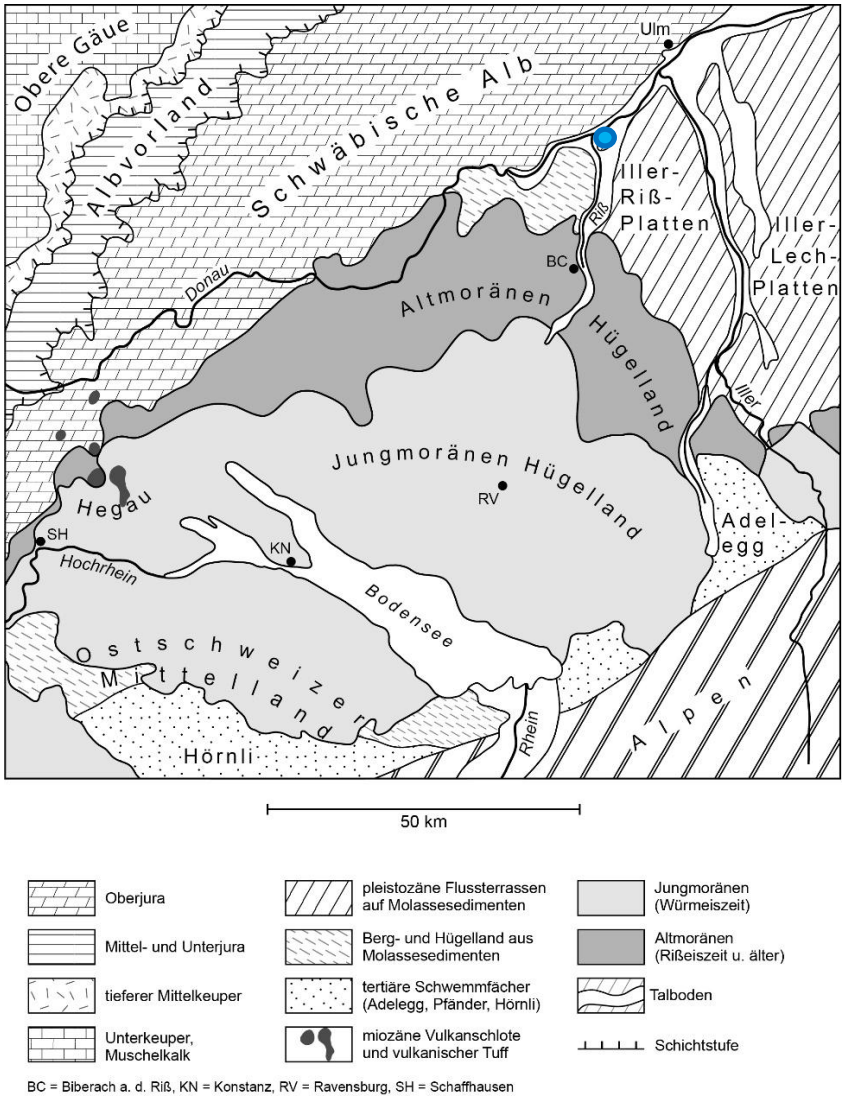


Abbildung 1: Landschaftliche Gliederung des südwestdeutschen Alpenvorlands und benachbarter Gebiete. Blauer Punkt markiert die Lage des Untersuchungsgebiets (LGRB, 2024 a)

Nach GeoLa GK50 (LGRB, 2024 c) stehen die betrachteten Masten auf der lithostratigraphischen Einheit des Auenlehm (Lf) sowie den Rheingletscher-Niederterrassenschottern (qRTN) (Abbildung 2). Beim Auenlehm handelt es sich um eine quartäre Süßwasserablagerung, die als Schluffton, der sandig, humos, lokal anmoorig und z. T. schwach kalkhaltig in brauner bis braungrauer Farbe ausgebildet ist. Bei den Rheingletscher-Niederterrassenschottern handelt es sich ebenfalls um quartäre Süßwasserablagerungen. Die Einheit besteht meist aus grobem bis sandigem Schotter und Sanden (LGRB, 2024 c).

Da die vereinzelten Maststandorte im Grenzbereich zwischen den beiden Einheiten liegen, ist das Auftreten von beiden Einheiten an den Einzelstandorten möglich.

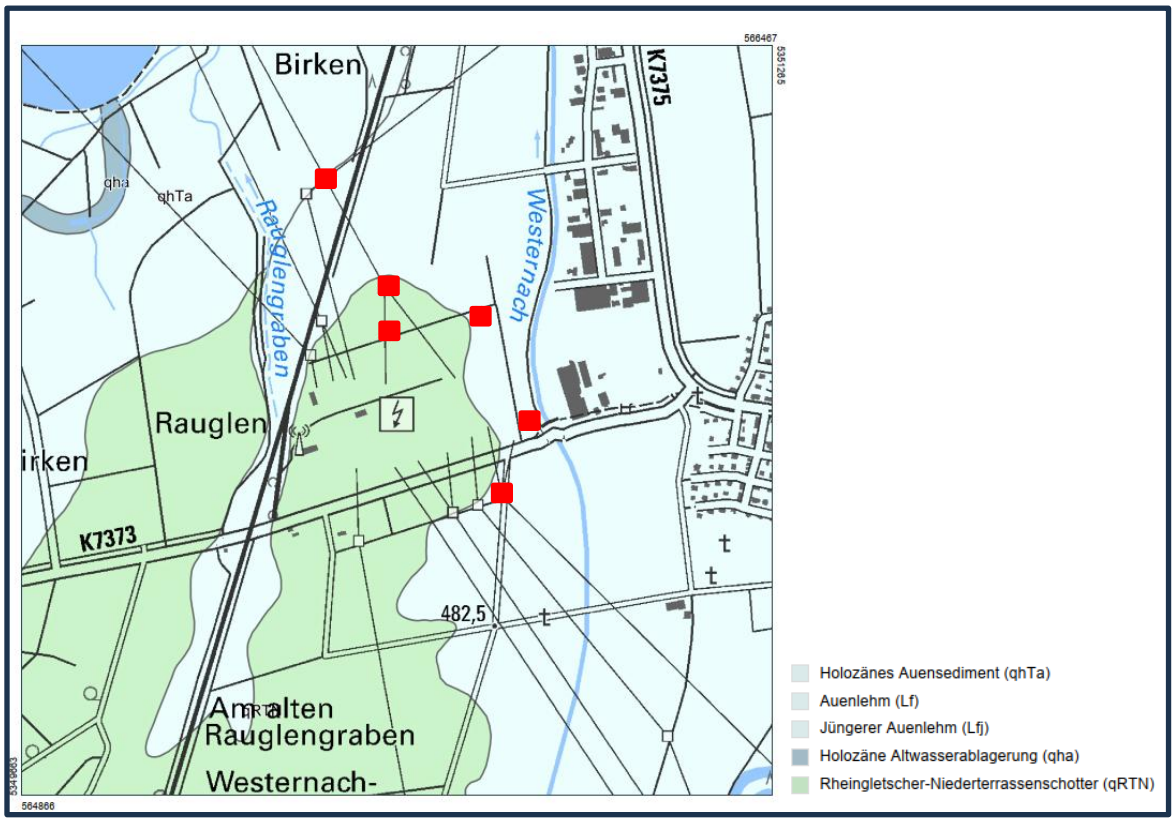


Abbildung 2: Geologische Einheiten nach GeoLA GK50 am Untersuchungsgebiet rund um das Umspannwerk Dellmensingen. Rote Quadrate markieren Lage der von der Maßnahme betroffen Masten und Rückbauten (Notgestänge) (bearbeiteter Ausschnitt nach Anlage1)

3.2 Ergebnisse Baugrundgutachten nahe des Untersuchungsgebiets

Aus dem Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2022) wird der östliche Bereich der Untersuchungsfläche zur Einordnung und Überprüfung der Angaben aus der GeoLa GK50 verwendet. Im speziellen herangezogen wird der Profilschnitt D-D‘ der dem östlichen Rand des Umspannwerks folgt (siehe Crystal-Geotechnik, 2022 – Anlage 2) und aus den Untergrundaufschlüssen BS13 und BS21 sowie DPH10 (siehe Crystal-Geotechnik, 2022 – Anlage 3) gebildet wird.

Nach den Vorort Erkundungen werden die Auensedimente (Lf) von den Terrassenschottern (qRTN) unterlagert. Die Auensedimente sind dabei geringmächtig (1-2 m) ausgebildet und die unterlagernden Terrassenschotter sind bis in eine Tiefe von 4 m u. GOK nachgewiesen (siehe Abbildung 3).

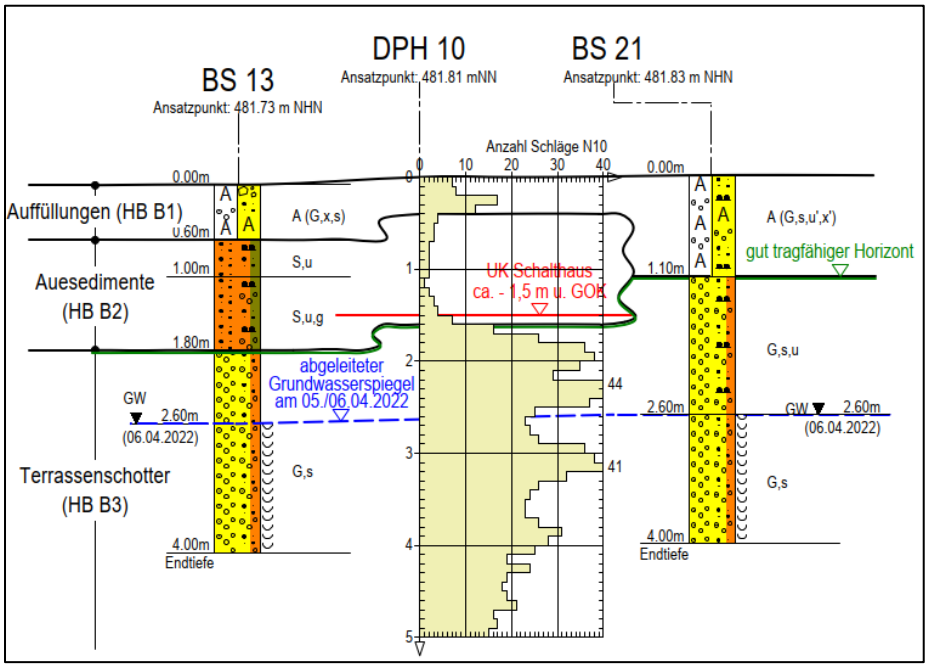


Abbildung 3: Geologischer Profilschnitt D-D‘, welcher dem östlichen Ende des Umspannwerks folgt und damit am nächsten zu den Maststandorten gelegen ist. Planausschnitt aus Crystal-Geotechnik, 2022 - Anlage 2.

Die Auensedimente werden nach bodenmechanischen Laborversuchen als wechselnd kiesige, sandige Schluffe bzw. als wechselnde schluffige, kiesige Sande beschrieben. Die Zusammensetzung kann kleinräumig stark variieren, bereichsweise sind auch tonige und organische Bestandteile anzutreffen (Crystal-Geotechnik, 2022).

Die Terrassenschotter werden nach bodenmechanischen Laborversuchen als Kiese mit wechselnden Sand- und Schluffanteilen beschrieben, wobei der Feinkornanteil mit der Tiefe abnimmt (Crystal-Geotechnik, 2022).

3.3 Bewertung Datengrundlage

Die Angaben des Baugrundgutachtens und die Angaben der Geologischen Karte GeoLa GK50 zu den Einheiten Auenlehm und Niederterrassenschotter stimmen in Ihrer Ansprache zum Großteil überein. Ebenso liegt ein enger räumlicher Bezug zischen betrachteten Maststandorten und den Aufschlüssen des Baugrundgutachtens vor (ca. 50-100m).

So kann davon ausgegangen werden, dass an den betrachteten Maststandorten, die Eigenschafften der beiden anzutreffenden Einheiten (Lf und qRTN) in guter Näherung der Beschreibung im Baugrundgutachten entsprechen.

Hinweis: Das Bugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024) bestätigt im Wesentlichen die Beschreibungen aus Kapitel 3.1 und 3.2 und konkretisiert diese zu den jeweiligen Maststandorten. Zusätzlich wurde bei Bohrungen das Tertiär angetroffen, welches die Terrassenschotter ab 6,9 m u. GOK unterlagert und aufgrund seiner tonigen Ausbildung als Grundwassergeringleiter beschrieben werden kann.

4 Hydrogeologie

4.1 Literaturangaben

In folgender Tabelle sind Angaben nach (LGRB, 2024 d) und (LGRB, 2024 e) aufgelistet, um das Grundwasser im Untersuchungsgebiet zu charakterisieren.

Tabelle 2: Überblick hydrogeologischer Eigenschaften zur Charakterisierung des Grundwassers im Untersuchungsgebiet.

Eigenschaft	Im Untersuchungsgebiet
Grundwasserleitertyp	Porengrundwasserleiter - ungespannt • Lockergestein • Fluvioglaziale Kiese und Sande • Karbonatischer und silikatischer Charakter
Grundwasserleiter	Hauptgrundwasserleiter bilden die Rheingletscher-Niederterrassenschotter (qRTN). Die Schotter sind im östlichen Bereich des Untersuchungsgebiets von Altwasserablagerungen (Auenlehm, Lf) überdeckt, welcher eine Deckschicht mit geringer Durchlässigkeit darstellt.
Ergiebigkeit des Grundwasserleiters	Sehr hoch • > 0,5 m³/s
Hydraulische Eigenschaften des Grundwasserleiters	Durchlässigkeit • 1,3 x 10^{-3} m/s (geometrisches Mittel) Transmissivität • 9,5 x 10^{-3} m²/s (geometrisches Mittel) Effektives Porenvolumen • 10-15 % Dominierende Abstandsgeschwindigkeit • 16-32 m/d
Grundwasserneubildung	Flächenhafte Neubildungsrate in Bereichen ohne geringdurchlässige Deckschichten • Ca. 8,9 L/s*km² Am Nordrand des Molassebeckens (z. T Donautal) besteht ein hydraulischer Kontakt zum Oberjura, hier fließt Karstgrundwasser in den Porengrundwasserleiter
Grundwasserstände	Schwanken im Jahresgang in der Größenordnung von einigen Dezimetern bis wenigen Metern. Da in der Nähe des Untersuchungsgebiets keinen frei einsehbaren Grundwassermessstellen vorliegen, ist keine genauere Aussage zu einem Wasserstand möglich.

Das Untersuchungsgebiet beinhaltet Überflutungsflächen. In folgender Tabelle kann die Betroffenheit von Überflutung je Mast entnommen werden:

Tabelle 3: Überflutungsflächen nach (LUBW, 2024 a).

Leitungsanlage/Mast	Überflutungsfläche
0303/211	Keine Übeflutungsfläche
0303/212	HQ_{Extrem}
0303/212 A	HQ_{Extrem}
0303/213	Keine Überflutungsfläche
0303/Notgestänge	HQ_{Extrem}
Provisorium	HQ_{50}-HQ_{100}
4521/001	HQ_{100}
4521/002	HQ_{50}-HQ_{100}
4521/001 A	HQ_{Extrem}
4521/1001	HQ_{50}-HQ_{100}

In einer weiteren Tabelle (Tabelle 4) ist eine Auswahl an Parametern gegeben, die die Grundwasserbeschaffenheit im Untersuchungsgebiet charakterisiert.

Demnach sind Wässer mit mittleren bis hohen Lösungsgehalten zu erwarten. Es sollte in allen Teilbereichen mit hohen Carbonat-, Magnesium- und Hydrogencarbonat-Gehalten im Grundwasser gerechnet werden. Erfahrungsgemäß haben die Grundwässer keine relevanten Eisen- und Mangangehalte, die zu einer Verockerung führen könnte.

Tabelle 4: Geogene Grundgehalte des Grundwassers im Untersuchungsgebiet (median Angaben nach (LGRB, 2024 f)).

Parameter	Einheit	Wert
Wassertemperatur	°C	> 11 - 12
pH-Wert	-	> 7,25 – 7,5
Spez. elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	> 500 - 700
Sauerstoff	mg/l	> 8 - 9
Mangan	mg/l	> 0,0004 – 0,0006
Calcium	mg/l	> 75 - 100
Magnesium	mg/l	> 10 - 20
Gesamthärte	mmol (eq)/l	> 6 - 8
Gesamtlösungsgehalt	mg/l	> 500 - 900

Hauptvorfluter ist die nahegelegene Donau. In unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme verläuft östlich die Westernach/Rottum und westlich der Rauglengraben (Abbildung 4). Beide entwässern in die Donau, Angaben zum Abflussregime liegen nicht öffentlich einsehbar vor.

Gewässerordnung	
Gewässer-ID	6611
Gewässername	Rottum
Gewässerordnung (GO)	G.II.O.-von wasserwirtschaftlicher Bedeutung
GO-Nr	17
Gewässerordnung-von	0 m
Gewässerordnung-bis	43.084 m

Gewässernetz	
Gewässer-ID	6611
Gewässerkennzahl (GKZ)	1137400000000
Gewässername	Rottum
Gewässer-ID-Vorfluter	8.427
GKZ-Vorfluter	1.000.000.000.000
Basisstationierung-Vorfluter	2.598.787,13 m
Länge	43,795 km
Geometrie geändert am	05.05.2021
Sachdaten geändert am	

Gewässerordnung	
Gewässer-ID	13123
Gewässername	Rauglengraben
Gewässerordnung (GO)	G.II.O.-von wasserwirtschaftlicher Bedeutung
GO-Nr	17
Gewässerordnung-von	0 m
Gewässerordnung-bis	2.180 m

Gewässernetz	
Gewässer-ID	13123
Gewässerkennzahl (GKZ)	1137392000000
Gewässername	Rauglengraben
Gewässer-ID-Vorfluter	8.427
GKZ-Vorfluter	1.000.000.000.000
Basisstationierung-Vorfluter	2.599.520,582 m
Länge	2,175 km
Geometrie geändert am	05.05.2021
Sachdaten geändert am	

Abbildung 4: Fließgewässerkenndaten der Westernach/Rottum (links) und des Rauglengrabens (rechts) nach (LUBW, 2024 b).

4.2 Ergebnisse Baugrundgutachten nahe des Untersuchungsgebiets

Im nahegelegenen Umspannwerk wurde bei den Erkundungsbohrungen Grundwasser zwischen 1,3 – 2,6 m u. GOK angetroffen, dass Grundwasser liegt frei und nicht in gespannten Verhältnissen vor. Der Bemessungswasserstand wird nach Gutachten bei GOK angesetzt (Crystal-Geotechnik, 2022).

Durch bodenmechanischen Laborversuche wurden auch die Durchlässigkeiten des Auenlehms und Terrassenschotters bestimmt. Bei den Auenablagerungen liegen die Werte zwischen 10^{-5} – 10^{-7} m/s, in stärker organisch-tonigen lagen auch > 10^{-8} m/s. Der Terrassenschotter weist Durchlässigkeiten zwischen 10^{-3} – 10^{-4} m/s auf. Die Auenablagerungen lassen sich demnach als geringdurchlässig und die Terrassenschotter als gutdurchlässig beschreiben.

4.3 Bewertung der Datengrundlage und Schlussfolgerung

Die bodenmechanischen Versuche des Baugrundgutachtens bestätigen die Angaben aus den Kartendiensten des LGRB, wonach die Niederterrassenschotter einen gut durchlässigen Porengrundwasserleiter bilden. Dieser wird bereichsweise von Auenlehm überlagert, welcher eine geringdurchlässige Deckschicht bildet.

Da im direkten Umfeld der Baumaßnahme keine öffentlich einsehbaren Grundwassermessstellen vorliegen, können nur die angetroffenen Wasserstände aus den Erkundungsbohrungen des Baugrundgutachtens herangezogen werden. Da diese Werte nur eine Momentaufnahme wiederspiegeln und nach (LGRB, 2024 e) der Grundwasserleiter im Jahresverlauf größeren Schwankungen unterliegt, muss auch mit höheren Wasserständen gerechnet werden. Daher sollte als Bemessungswasserstand die GOK angenommen werden, dies berücksichtigt auch die Lage im Überschwemmungsgebiet.

Für die Bemessung der Wasserhaltungsmaßnahmen ist jedoch die Verwendung der maximal zu erwartenden Grundwasserhöhen nicht empfehlenswert, da von einer Situation ausgegangen werden würde, die nur in sehr seltenen Fällen auftritt. Die Überdimensionierung von Wasserhaltungsmaßnahmen wäre die Folge. Dementsprechend wurde ein zweiter Bemessungswasserstand im Regelfall für die Wasserhaltung abgeleitet.

Als Regelfall wird angenommen, dass Grundwasser bis zur Oberkannte der hydrogeologischen Einheit, der Niederterrassenschotter, ansteht und nur die geringdurchlässigen Deckschichten der Auenlehme nicht Wasserführend sind oder bei freilegen der hydrogeologischen Einheit ein Flurabstand von ca. 1 m vorliegt. Da keine Vorort Erkundungen zur Maßnahme vorliegen, wird die Deckschichtmächtigkeit, anlehnend an das Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2022) auf ca. 1 m geschätzt. Damit ergibt sich ein Regelfallwasserstand von ca. 1 m u. GOK.

Hinweis: Das Bugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024) bestätigt im Wesentlichen die Beschreibungen aus Kapitel 4.1 und 4.2. Durch das Anlegen einer Grundwassermessstelle im Nahbereich des Umspannwerks haben sich folgend weitere Erkenntnisse ergeben (Crystal-Geotechnik, 2024):

1. Das Tertiär kann als lokaler Grundwasserstauer bzw. als Grundwassersohlschicht des obersten Grundwasserstocks angenommen werden.
2. Durch das Ausstatten der Grundwassermessstelle „UW Dellmensingen GWM 1“ mit einem Datenlogger im April 2023 konnten kontinuierlich Grundwassermessstände aufgezeichnet werden. Im Messzeitraum wurden bislang Grundwasserstände zwischen einem relativen Niedrigwasserstand bei 2,34 m u. GOK (Spätsommer – Herbst 2023) und einem Hochwasserstand von 0,15 m u. GOK (Hochwasser Juni 2024) aufgezeichnet (siehe Anlage 3).
3. Aus den Neuen Erkenntnissen zum Verlauf der Grundwasserstände, wird der Bemessungswasserstand bei GOK bestätigt, für den Regelfall wird die Annahme eines Wasserstands bei 1,5 m. u. GOK (MHGW) empfohlen.
4. Durchführung von Pumpversuchen an GWM 1 sowie am Löschwasserbrunnen auf dem Gelände des Umspannwerks liefern Erkenntnisse zu Absenkungen und Ableitmengen.

5 Bauzeitliche Wasserhaltung

5.1 Abschätzung der Notwendigkeit einer Wasserhaltung

Aus den Baugrubendimensionierungen der geplanten Maßnahmen und den vermuteten Grundwasserständen, lässt sich die Erforderlichkeit einer Wasserhaltung ableiten. Davon unabhängig ist immer eine Tagwasserhaltung für evtl. anfallendes Niederschlags-, Oberflächen-, Schicht- und Sickerwasser vorzuhalten. Für eine Wasserhaltung insbesondere bei Grundwasserabsenkung ist eine wasserrechtliche Erlaubnis einzuholen.

In folgender Tabelle sind die Baugrubenvolumen und Tiefen nach Maßnahme aufgegliedert dargestellt (enpros, 2024 a) und (enpros, 2024 b):

Tabelle 5: Baugrubentiefe und Volumen der jeweiligen Maßnahmen an den Masten. Als Berechnungsgrundlage wurde ein Pyramidenstumpf angenommen.

Maßnahme/Mast	Baugrubentiefe [m]	Volumen [m³]
0303 / 211	2*	1154,67*
0303 / 212 A	2	1154,67
0303 / 212	2	125,05
0303 / 213	2	1060,67
4521 / 001 A	2	724,67
4521 / 001	2	125,05
4521 / 1001	2	724,67
0303 / Notgestänge 1	2	764,99
0303 / Notgestänge 2	2	471,85
0303 / Notgestänge 3	2	471,85
0303 / Notgestänge 4	2	52,67
0303 / Notgestänge 5	2	52,67
0303 / Notgestänge 6	2	52,67
0303 / Notgestänge 7	2	52,67
0303 / Notgestänge 8	2	52,67
0303 / Notgestänge 9	2	52,67
* Annahme seitens Gutachtenersteller da keine Angaben der Planer vorliegen		

Mit einer Baugrubentiefe von 2 m liegt die Sohle der Baugrube sowohl unter dem Bemessungswasserstand (GOK) als auch dem angenommenen Regelfall (1 m u. GOK). Somit ist davon auszugehen, dass eine Wasserhaltung für Grundwasser neben der Tagwasserhaltung notwendig ist. Mit diesen Abschätzungen kann eine notwendige Absenkung des Grundwassers von 1-2 m abgeleitet werden.

Bei der Baumaßnahme sind Baugruben für Gründungsarbeiten, für den Rückbau bestehender Fundamente sowie zum Abankern des Provisoriums nötig.

Die Tiefe der Baugruben variiert je nach Variante der Ausführung zwischen minimal 1,5 m u. GOK (Pfahlgründung) und maximal 3,3 m u. GOK (Plattenfundament). Damit liegt die Sohle der Baugruben sowohl unter Annahme des Bemessungswasserstand (GOK) als auch beim Regelfallwasserstand (1,5 m u. GOK) unter Wasser oder mindestens im Schwankungsbereich des Grundwassers. Daher ist davon auszugehen, dass eine Wasserhaltung für Grundwasser neben der Tagwasserhaltung notwendig ist.

5.2 Varianten und Konzeptionierung einer bauzeitlichen Wasserhaltung

Zur Planung von Grundwasserhaltungen in Baugruben ist die Durchlässigkeit des Bodens (k_f-Wert) die maßgebende Größe. Je nach Durchlässigkeit des Bodens werden unterschiedliche Methoden zur Wasserhaltung verwendet. Die Durchlässigkeit des Bodens wird hauptsächlich durch die Korngrößenverteilung und den effektiven Porenraum beeinflusst (Engel & Al-Akel, 2012).

Grobkörnige Böden, die sich aus Sanden und Kiesen zusammensetzen, einen großen Porenraum aufweisen und damit eine gute Durchlässigkeit zeigen, können über die Schwerkraft entwässert werden. Wasser fließt dabei über die Schwerkraft aus den Poren in Brunnen oder Drainagen. Erhöht sich der Feinkornanteil der Böden, verringert sich die Größe des Porenraums und die Durchlässigkeit nimmt ab. Hier reicht die Schwerkraft alleine zur Entwässerung nicht aus. Eine wirksame Entwässerung erfordert dann eine Vergrößerung des wirksamen Gradienten durch saugende Pumpen. Bei Böden, die nur aus Feinkorn (Schluff und Ton) bestehen, können elektroosmotische Verfahren angewendet werden (Engel & Al-Akel, 2012).

Die Strömungskräfte bei einer Wasserhaltung können unter Umständen zum Abtransport von Partikeln führen. Um dies zu verhindern, müssen die Filter von Brunnen oder Gräben so beschaffen sein, dass die Partikel des abzufilternden Bodens nicht durch den Boden des Filters hindurch abtransportiert werden können. Für die Bemessung werden Filterregeln, z. B. nach TERZAGHI zugrunde gelegt. Demnach ist ein Filter stabil, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden (Engel & Al-Akel, 2012):

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4 \; und \; \frac{D_{15}}{d_{15}} > 4$$

D_{15} : Korndurchmesser des Filtermaterials bei 15 % Siebdurchgang

d_{15} : Korndurchmesser des abzufilternden Bodens bei 15 % Siebdurchgang

d_{85} : Korndurchmesser des abzufilternden Bodens bei 85 % Siebdurchgang

Da das Grundwasser unterhalb der geringdurchlässigen Deckschichten (k_f 10^{-5} – 10^{-7}) im gut durchlässigen Niederterrassenschotter (k_f 10^{-3}) erwartet wird, kann eine Schwerkraftentwässerung angestrebt werden.

Bei der Schwerkraftentwässerung wird zwischen offener Wasserhaltung mit Horizontalbrunnen und Dränage sowie geschlossener Wasserhaltung mit Senkrechten Brunnen (Flachbrunnen oder Tiefbrunnen) unterschieden. ~~Bei den zu erwartenden Absenkungen (1-2 m) für den Grundwasserstand im Regelfall als auch beim Bemessungswasserstand, werden keine Tiefbrunnen (Absenkungen 5-~~

~~8 m) benötigt. Flachbrunnen leisten eine ausreichende Absenkleistung und bei günstigen Grundwasser- und Zustromverhältnissen, sowie wasserdichtem Baugrubenverbau, wäre auch eine offene Wasserhaltung und Dränage denkbar.~~

Im Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024) sind für Baugruben bis 150 m² und Grundwasserabsenkungen von ca. 1 m offene Wasserhaltungen empfohlen. Bei größeren Absenkungen wird ein wasserdichter Baugrubenverbau, mit anschließender Lenzwasserhaltung empfohlen.

Von einer geschlossenen Wasserhaltung mittels Bohrbrunnen wird aufgrund von hohen Fördermengen abgeraten. Pumpversuche am Löschwasserbrunnen haben ergeben, dass bei einem Schachtbrunnen DN 2000 eine Fördermenge von ca. 30 l/s nötig ist, um Grundwasser um ca. 1,5 m abzusenken (Crystal-Geotechnik, 2024). Ebenso wurde dargelegt, dass bei einer Baugrube von 15 m x 10 m und einer Absenkung von 1 m rund 30-32 l/s und bei einer Absenkung von 1,8 m rund 65 l/s Fördermenge nötig wären, um die Baugrube trockenzulegen (Crystal-Geotechnik, 2024). Neben den großen Einleitmengen ergeben sich durch die geschlossene Wasserhaltung auch größere Absenktrichter aufgrund der in der Regel höheren Absenkung als im Vergleich zu einer offenen Wasserhaltung. Im weiteren Verfahren werden daher alle Baugrubenausführungsvarianten mit einer offenen Wasserhaltung nach (Davidenkoff, 1956) berechnet.

Im Folgenden sind die mit der Erstellung von Baugruben verbundenen Baumaßnahmen mit ihren jeweiligen Varianten aufgelistet.

Gründungsarbeiten

Es existieren verschiedene Varianten für die Gründung der Masten. Entsprechend der Gründungsart und der am Maststandort vorhandenen geologischen Verhältnisse werden auch verschiedene Varianten der Wasserhaltung diskutiert.

Zur Übersichtlichkeit werden im Folgenden die Varianten kurz aufgelistet:

a) Plattenfundament – Ausführung durch Baugrube mit wasserdichtem Baugrubenverbau mittels Spundwandverbau und Baugrubensohlabdichtung und offener Wasserhaltung.
b) Plattenfundament – Ausführung durch Baugrube mit wasserdichtem Baugrubenverbau mittels „langen“ Spundwänden. Die Spundwände werden bis in die erkundeten wassergeringleitenden Schichten (tertiäre Tone) abgeteuft. Das in der abgedichteten Baugrube vorhandene Wasser wird abgepumpt.
c) Bohrpfahlgründung – Ausführung als Bohrpfahlgründung (4-8 Bohrpfähle je Mast, je nach Ausführung als Einzel- oder Zwillingsbohrpfahl). Richtwert: ca. 12-15 m Länge für Einzelpfahl und 7-10 m Länge für Zwillingspfahl. Für die Herstellung der Fundamentköpfe auf den Bohrpfählen werden vier kleinere Baugruben je Mast (ca. 1,5 m Tiefe) benötigt. Die Wasserhaltung für diese kleineren Baugruben kann je nach Konkretisierung in der Ausführungsplanung offen oder geschlossen erfolgen. Berechnungen zu Einleitmengen erfolgen auf Basis einer offenen Wasserhaltung.

Fundamentrückbau

Es existieren verschiedene Varianten für den Rückbau der Masten. Zur Übersichtlichkeit werden im Folgenden die Varianten kurz aufgelistet:

a) Ausführung Fundamentrückbau durch Baugrube mit wasserdichtem Baugrubenverbau mittels Spundwandverbau und Baugrubensohlabdichtung und offener Wasserhaltung.
b) Ausführung Fundamentrückbau durch Baugrube mit wasserdichtem Baugrubenverbau mittels „langen“ Spundwänden. Die Spundwände werden bis in die erkundeten

wassergeringleitenden Schichten (tertiäre Tone) abgeteuft. Das in der abgedichteten Baugrube vorhandene Wasser wird abgepumpt.

Anmerkung:

Bei flachgegründeten Stufenfundamenten (bis 1,5 m u GOK) kann bei günstigen örtlichen Verhältnissen auch von einem wasserdichten Baugrubenverbau abgesehen werden und der Rückbau mit Tagwasserhaltung in einer offenen Baugrube durchgeführt werden.

Abankerung

Zur Herstellung der Betonfundamente der Totmänner werden Baugruben benötigt. Die Wasserhaltung der Baugrube wird als offene Wasserhaltung berechnet.

5.3 Abschätzung Einleitmengen und Brunnenanzahl

Zur Abschätzung der Einleitmengen wird ein konservativer Ansatz mit geschlossener Wasserhaltung in Flachbrunnen gewählt um die maximal anfallende Wassermenge je Baugrube abschätzen zu können.

Die Berechnung beruht dabei auf dem Berechnungsablauf für geschlossene Wasserhaltung mit senkrechten Brunnen nach Engel & AL-Alkel, 2012.

Die Eingangsgrößen wurden dafür wie folgt gewählt:

Tabelle 6: Übersicht der Eingangsgrößen zur Berechnung einer geschlossenen Wasserhaltung mit senkrechten Flachbrunnen.

Größe	Wert	Quelle
Fläche der Baugrube	Variabel	Schriftliche Mitteilung Transnet BW
Durchlässigkeit	10^{-3} [m/s]	Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2022)
Filterstrecke	4 m	Typische Annahme für Flachbrunnen
Radius Filterrohr	0,2 m	Typische Annahme für Flachbrunnen
Absenkziel	Bemessungswasserstand – 2 m Regelfall – 1 m	Ableitung aus Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2022) und gutachterliche Einschätzung

Die Ergebnisse der Berechnung können Tabelle 7 und Tabelle 8 entnommen werden. Das vollständige Berechnungsschema ist Anlage 2 zu entnehmen. Bei Annahme des Bemessungswasserstands ergeben sich für das Absenkziel 2 m, Brunnenzuflüsse von 0,010 – 0,016 m³/s, Absenktrichterreichweiten zwischen 227 m und 329 m sowie 3 bis 12 benötigte Einzelbrunnen zur Entwässerung je Baugrube.

Bei Annahme des Regelfallwasserstands ergeben sich für das Absenkziel min. 1 m, Brunnenzuflüsse von 0,080 – 0,015 m³/s, Absenktrichterreichweiten zwischen 132 m und 234 m sowie 2 bis 4 benötigte Einzelbrunnen zur Entwässerung je Baugrube.

Bei den Masten 213, 001/001A und 1001 besteht die Möglichkeit, dass die Absenktrichter den nahegelegenen Vorfluter der Westernach erfassen. Diese Einwirkung für den Zufluss zur Baugrube wird aber nur als gering eingeschätzt, da die Absenktrichter randlich stark abflachen und die Vorfluter eine gewisse Eintiefung im Vergleich zur GOK aufweisen.

Tabelle 7: Richtgrößen für die Wasserhaltung je Baugrube bei Annahme des Bemessungswasserstandes

Bemessungswasserstand (GOK)				
Baugrube	Reichweite R [m]	Gesamt Zufluss (QE) [m³/s]	Fassungsvermögen Einzelbrunnen (qw) [m³/s]	Brunnenanzahl
0303 / 211	329	0,016	0,0014	12
0303 / 212 A	329	0,016	0,0014	12

0303 / 212	243	0,012	0,0038	4
0303 / 213	324	0,016	0,0016	11
4521 / 001 A	302	0,015	0,0022	7
4521 / 001	243	0,012	0,0038	4
4521 / 1001	302	0,015	0,0022	7
0303 / Notgestänge 1	309	0,015	0,0020	8
0303 / Notgestänge 2	290	0,014	0,0025	6
0303 / Notgestänge 3	290	0,014	0,0025	6
0303 / Notgestänge 4	227	0,010	0,0042	3
0303 / Notgestänge 5	227	0,010	0,0042	3
0303 / Notgestänge 6	227	0,010	0,0042	3
0303 / Notgestänge 7	227	0,010	0,0042	3
0303 / Notgestänge 8	227	0,010	0,0042	3
0303 / Notgestänge 9	227	0,010	0,0042	3

Tabelle 8: Richtgrößen für die Wasserhaltung je Baugrube bei Annahme des Regelfallwasserstands

Regelfall (1m u. GOK)				
Baugrube	Reichweite R [m]	Gesamt Zufluss (QE) [m³/s]	Fassungsvermögen Einzelbrunnen (qw) [m³/s]	Brunnen-anzahl
0303 / 211	234	0,015	0,0041	4
0303 / 212 A	234	0,015	0,0041	4
0303 / 212	148	0,010	0,0064	2
0303 / 213	229	0,015	0,0042	4
4521 / 001 A	207	0,014	0,0048	3
4521 / 001	148	0,010	0,0064	2
4521 / 1001	207	0,014	0,0048	3
0303 / Notgestänge 1	215	0,014	0,0046	4
0303 / Notgestänge 2	195	0,013	0,0051	3
0303 / Notgestänge 3	195	0,013	0,0051	3
0303 / Notgestänge 4	132	0,008	0,0069	2
0303 / Notgestänge 5	132	0,008	0,0069	2
0303 / Notgestänge 6	132	0,008	0,0069	2
0303 / Notgestänge 7	132	0,008	0,0069	2
0303 / Notgestänge 8	132	0,008	0,0069	2
0303 / Notgestänge 9	132	0,008	0,0069	2

Zur Abschätzung der Einleitmengen wird bei allen Varianten eine offene Wasserhaltung nach Davidenkoff (1956) berechnet.

Die Eingangsgrößen wurden dafür wie folgt gewählt:

Tabelle 9: Übersicht der Eingangsgrößen zur Berechnung einer offenen Wasserhaltung nach (Davidenkoff, 1956) und Abschätzung der Tagwasserhaltung.

Größe	Wert	Quelle
Fläche und Tiefe der Baugrube	Variabel	Schriftliche Mitteilung TRANSNET BW u. (TRANSNET-BW, 2025)
Durchlässigkeit	10^{-3} [m/s]	Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024)
Tiefenlage GW-Geringleiter (Tertiäre Tone)	7-9 m u. GOK	Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024)
Porosität Niederterrassenschotter	0,3 – 0,38	Abgeschätzt aus Bodenansprache in (Crystal-Geotechnik, 2024)
Absenkziel	Bemessungswasserstand: 1,5 - 3,3 m Regelfall: 0 – 1,8 m	Ableitung aus Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024) und gutachterliche Einschätzung
Starkregenereignis	60 l/m²	(WETTERKONTOR 2025)

Die Gesamteinleitmenge setzt sich dann aus dem Grundwasserzufluss sowie möglichem Regenwasserzufluss (Tagwasser) in die Baugrube zusammen. Zur Berechnung der Wassermenge bei einem einjährigen Starkregenereignis wurden Niederschlagsdaten für Ulm aus dem Zeitraum 2019 bis 2025 ausgewertet. Betrachtet wurde die Niederschlagsmenge am regenreichsten Tag (WETTERKONTOR 2025). Im betrachteten Zeitraum lag der regenreichste Tag im Jahr 2021 mit 56,4 l/m^2. Für die Abschätzung wurden die „worst-case“ Annahmen getroffen, dass 60 l/m^2 Niederschlag innerhalb von einer Stunde fallen.

Nachfolgend sind die zu erwartenden Einleitmengen aufgeteilt nach Gründungsarbeiten, Fundamentrückbau und Abankerungen aufgelistet. Die Gesamtübersicht ist Tabelle 10 bis Tabelle 13 zu entnehmen.

Gründungsarbeiten / Fundamentrückbau

Variante A (vgl. Tabelle 10 - Tabelle 11):
Bei offener Wasserhaltung fallen bis zur Herstellung einer wasserdichten Baugrubensohle für den Bemessungswasserstand 367-1193 m³/Tag Baugrubenzufluss an oder 31-495 m³/Tag bei Annahme des Regelfallwasserstands. Die Absenktrichter aus der Wasserhaltung reichen zwischen 190 m und 313 m um die Baugruben. Nach Herstellung des wasserdichten Baugrubenverbaus fällt nur noch Tagwasser an, hier können unter Annahme eines Starkregenereignisses zusätzlich 13-697 m³/Tag anfallen.

Variante B (vgl. Tabelle 12):
Beim Einrammen der Spundwände bis in den Grundwasserstauer (tertiäre Tone) muss einmalig das Wasser aus dem gesättigten Bodenmaterial abgepumpt werden, wonach nur noch eine Tagwasserhaltung nötig ist. Je nach Porosität der Terrassenschotter fallen bei Bemessungswasserstand 20-1143 m³ Wasser und bei Annahme des Regelfallwasserstands 16-1190 m³ Wasser an. Diese Zahlen beruhen auf der Annahme, dass das Wasser vollständig bis auf Niveau der tertiären Tone abgepumpt wird. Je nach Herstellung der Baugrubentiefe plus des zur Bodenverbesserung trockenzulegenden Bereichs unter der Baugrubensohle, fallen nur Anteile des berechneten Wasservolumens an. Zusätzlich fällt noch Tagwasser an, hier können unter Annahme eines Starkregenereignisses zusätzlich 13-697 m³/Tag anfallen.

Variante C (nur für Gründungsarbeiten, vgl. Tabelle 13):
In der Variante der Fundamentgründung über Bohrpfähle fallen an den Baugruben der Pfahlköpfe nur geringe Wassermengen und kleine Absenktrichter an. Da die Baugruben nur bis in ca. 1,5 m u. GOK reichen, wird bei Annahme des Reglefallwasserstands nur eine Tagwasserhaltung nötig sein. Da die Berechnung der Wasserhaltung nach Davidenkoff bei kleinen Baugruben ungenau wird, sind die berechneten Einleitmengen, nach Abgleich zu anderen Baugruben mit ähnlicher Absenkung, nach oben korrigiert worden. So kann an den Baugruben der Bohrpfahlgründung mit rund 8 l/min pro Baugrube und 32 l/min je Mast gerechnet werden (Grundwasserstand bei GOK). Der Absenktrichter je Mast hat eine Reichweite von ca. 140 m. Die Berechnung der Tagwasserhaltung zeigt, dass je Baugrube 15 m³/Tag und je Mast 60 m³/Tag, unter Annahme eines Starkregenereignisses, anfallen könnten.

Abankerungen: (vgl. Tabelle 13)
Bei den Baugruben aus der Abankerung fallen für den Bemessungswasserstand wie auch für den Regelfall nur wenige Liter pro Tag an. Der Absenktrichter hat für den Bemessungswassertand eine Reichweite von ca. 237 m und bei Annahme des Regelfalls von ca. 95 m. Da die Berechnung der Wasserhaltung nach Davidenkoff bei kleinen Baugruben ungenau wird, sind die berechneten Einleitmengen, nach Abgleich zu anderen Baugruben mit ähnlicher Absenkung, nach oben korrigiert worden. Demnach fallen bei Annahme des Bemessungswasserstands näherungsweise 16 l/min je Baugrube und 50 l/min pro Mast an. Bei Annahme des Regelfallwasserstands fallen näherungsweise 6 l/min je Baugrube und 17 l/min pro Mast an. Die Berechnung der Tagwasserhaltung zeigt, dass je Baugrube 13 m³/Tag und je Mast 39 m³/Tag, unter Annahme eines Starkregenereignisses, anfallen könnten.

Tabelle 10: Berechnungsübersicht Einleitmengen aus Baugrubenzufluss über Variante A, Gesamteinleitmenge setzt sich aus Summe offene Wasserhaltung und Tagwasserhaltung zusammen

Variante A: offene Wasserhaltung mit einbringen einer Wasserdichten Sohle / **Wasserstand bei GOK** / Abschätzung Baugrubenabfluss bei offener Wasserhaltung nach Davidenkoff					
Maßnahme/Mast	Absenkung H [m]	R [m] (Absenktrichter)	Abfluss aus offener Wasserhaltung [m³/Tag]	Tagwasserhaltung [m³/Tag]	Gesamteinleitmenge [m³/Tag]
0303 / 212 A	3,1	294	1079	697	1776
0303 / 212	2	190	386	45	432
0303 / 213	3,3	313	1193	635	1828
4521 / 001 A	2,9	275	922	493	1415
4521 / 001	2	190	386	45	432
4521 / 1001	3,2	304	1106	520	1626
0303 / Notgestänge 1	2	190	681	397	1078
0303 / Notgestänge 2	2	190	681	199	879
0303 / Notgestänge 3	2	190	681	199	879
0303 / Notgestänge 4	2	190	367	13	380
0303 / Notgestänge 5	2	190	367	13	380
0303 / Notgestänge 6	2	190	367	13	380
0303 / Notgestänge 7	2	190	367	13	380
0303 / Notgestänge 8	2	190	367	13	380
0303 / Notgestänge 9	2	190	367	13	380

Tabelle 11: Berechnungsübersicht Einleitmengen aus Baugrubenzufluss über Variante A, Gesamteinleitmenge setzt sich aus Summe offene Wasserhaltung und Tagwasserhaltung zusammen

Variante A: offene Wasserhaltung mit einbringen einer Wasserdichten Sohle / **Wasserstand bei 1,5 m u. GOK** / Abschätzung Baugrubenabfluss bei offener Wasserhaltung nach Davidenkoff					
Maßnahme/Mast	Absenkung H [m]	R [m] (Absenktrichter)	Abfluss aus offener Wasserhaltung [m³/Tag]	Tagwasserhaltung [m³/Tag]	Gesamteinleitmenge [m³/Tag]
0303 / 212 A	1,6	152	431	697	1128
0303 / 212	0,5	47	38	45	83
0303 / 213	1,8	171	495	635	1130
4521 / 001 A	1,4	133	310	493	803
4521 / 001	0,5	47	38	45	83
4521 / 1001	1,7	161	436	520	956
0303 / Notgestänge 1	0,5	47	108	397	505
0303 / Notgestänge 2	0,5	47	110	199	308
0303 / Notgestänge 3	0,5	47	110	199	308
0303 / Notgestänge 4	0,5	47	31	13	44
0303 / Notgestänge 5	0,5	47	31	13	44
0303 / Notgestänge 6	0,5	47	31	13	44
0303 / Notgestänge 7	0,5	47	31	13	44
0303 / Notgestänge 8	0,5	47	31	13	44
0303 / Notgestänge 9	0,5	47	31	13	44

Tabelle 12: Berechnung des wassergesättigten Porenraums. Vw_{min} = Wassermenge bei kleinster Porosität, Vw_{max} = Wassermenge bei größter Porosität.

Variante B: Spundwände der BG werden bis auf tertiäre Tone eingerammt / **Wasserstand bei GOK** / Berechnung des wassergesättigten Porenraums mit Porosität 0,3-0,38				
Maßnahme/Mast	wassergesättigtes Volumen[m³]	Vw [m³] min	Vw [m³] max	Tagwasser [m³/Tag]
0303 / 212 A	3533	1060	1343	697
0303 / 212	229	69	87	45
0303 / 213	3793	1138	1441	635
4521 / 001 A	2806	842	1066	493
4521 / 001	279	84	106	45
4521 / 1001	3213	964	1221	520
0303 / Notgestänge 1	2015	604	766	397
0303 / Notgestänge 2	1007	302	383	199
0303 / Notgestänge 3	1007	302	383	199
0303 / Notgestänge 4	66	20	25	13
0303 / Notgestänge 5	66	20	25	13
0303 / Notgestänge 6	66	20	25	13
0303 / Notgestänge 7	66	20	25	13
0303 / Notgestänge 8	66	20	25	13
0303 / Notgestänge 9	66	20	25	13

Variante B: Spundwände der BG werden bis auf tertiäre Tone eingerammt / **Wasserstand bei 1,5 m. u. GOK** / Berechnung des wassergesättigten Porenraums mit Porosität 0,3-0,38				
Maßnahme/Mast	wassergesättigtes Volumen[m³]	Vw [m³] min	Vw [m³] max	Tagwasser [m³/Tag]
0303 / 212 A	2807	842	1067	697
0303 / 212	182	55	69	45
0303 / 213	3131	939	1190	635
4521 / 001 A	2293	688	871	493
4521 / 001	232	70	88	45
4521 / 1001	2671	801	1015	520
0303 / Notgestänge 1	1601	480	608	397
0303 / Notgestänge 2	800	240	304	199
0303 / Notgestänge 3	800	240	304	199
0303 / Notgestänge 4	52	16	20	13
0303 / Notgestänge 5	52	16	20	13
0303 / Notgestänge 6	52	16	20	13
0303 / Notgestänge 7	52	16	20	13
0303 / Notgestänge 8	52	16	20	13
0303 / Notgestänge 9	52	16	20	13

Tabelle 13: Einleitmengen (q), die sich aus Baugruben bei Bohrpfahlgründung sowie den Baugruben aus den Abankerungen ergeben

Variante C: Bohrpfahlgründung; Wasserstand bei GOK; offene Wasserhaltung nach Davidenkoff					
Baugrube	Absenkung H [m]	R [m] (Absenktrichter)	q [m³/s]	q [L/min]	q [L/Tag]
Einzelbaugrube	1,5	142	2,5E-03	1,5E-04	0,21
Gesamt pro Mast			9,9E-03	5,9E-04	0,85
Berechnung Tagwasseranfall					
Baugrube		Fläche Baugrube [m²]	Tagwasser [m³/h]	Tagwasser [m³/Tag]	
Einzelbaugrube		10,5	0,6	15,1	
Gesamt pro Mast		42	2,5	60,5	
Annahme:		Zwillingspfahlgründung mit 1,5m Betonfundamenttiefe und vier Baugruben je Mast; zur Vereinfachung wird angenommen, dass die Sohle der Baugrube Wasserdicht ist / Im Regelfall bei Grundwasserstand 1,5 m u. GOK sollte nur eine Tagwasserhaltung nötig sein			

Abankerung: WH für Betonfundament der Totmänner; Wasserstand bei GOK; offene Wasserhaltung nach Davidenkoff					
Baugrube	Absenkung H [m]	R [m] (Absenktrichter)	q [m³/s]	q [L/min]	q [L/Tag]
Einzelbaugrube	2,5	237	6,6E-03	3,9E-04	0,57
Gesamt pro Mast			2,0E-02	1,2E-03	1,70
Berechnung bei Wasserstand 1,5 m u. GOK					
Einzelbaugrube	1	95	1,1E-03	6,8E-05	0,10
Gesamt pro Mast			3,4E-03	2,0E-04	0,29
Berechnung Tagwasseranfall					
Baugrube		Fläche Baugrube [m²]	Tagwasser [m³/h]	Tagwasser [m³/Tag]	
Einzelbaugrube		9	0,5	13,0	
Gesamt pro Mast		27	1,6	38,9	
Annahme:		3 Totmänner pro Mast; Gründungstiefe 2,5 m			

5.4 Ableitung des geförderten Wassers

Als Einleitgewässer kommen die Westernach und der Rauglengraben infrage. Das geförderte Wasser muss für eine Einleitung frei von Schweb- und Schadstoffen sein und auch mengenmäßig verträglich für das Einleitgewässer sein. Zum Einhalten dieser Vorgaben kann es sinnvoll sein Gewässerschutzanlagen für die Wasserhaltung miteinzuplanen. Besteht Verdacht auf Verunreinigung des Grundwassers ist dieses restlos aufzufangen und schadlos zu entsorgen. Für die Einleitungen sind wasserrechtliche Erlaubnisse einzuholen. Falls eine Einleitung in den Rauglengraben oder Westernach nicht möglich oder verträglich ist, kann alternativ eine Versickerung des geförderten Wassers in Betracht gezogen werden. Vorzugswürdig ist die Einleitung in oberirdische Gewässer, da laut (IBO, 2024) die anstehenden Böden, vor allem im Bereich der bindigen Deckschichten, nur eine geringe Versickerungsleistung aufweisen.

5.5 Bauzeitlich anfallende Einleitmengen

Nach (TransNet-BW, 2024) sind für Fundamentneubau und -sanierung ca. 8 Wochen angesetzt und es ist geplant jeweils 2 Baugruben für Fundamentneubau und -sanierung parallel zu bearbeiten. ~~Einleitmengen je Baugrube sind für den Bemessungswasserstand Tabelle 14 und für den Regelfall Tabelle 15 zu entnehmen. Die Baugrube am Mast 211 leitet in den Rauglengraben ein, hier ergeben sich somit 57 m³ pro Stunde für den Bemessungswasserstand und 56 m³ pro Stunde für den Regelfall, die eingeleitet werden. Für die Einleitung in die Westernach ergeben sich für den Bemessungswasserstand maximal 113 m³ pro Stunde und für den Regelfall maximal 112 m³ pro Stunde, die eingeleitet werden.~~

~~Tabelle 14: Bauzeitlich anfallende Einleitmengen je Baugrube für den Bemessungswasserstand~~

~~Bemessungswasserstand (GOK)~~					
~~Baugrube~~	~~Gesamt Zufluss (QE) [m³/s]~~	~~Bauzeitliche Beanspruchung [s]~~	~~Bauzeitlicher Gesamtzufluss [m³]~~	~~Zufluss pro Tag [m³]~~	~~Zufluss pro Stunde [m³]~~
~~0303 / 211~~	~~0,0159~~	~~4838400~~	~~76778~~	~~1371~~	~~57~~
~~0303 / 212 A~~	~~0,0159~~	~~4838400~~	~~76778~~	~~1371~~	~~57~~
~~0303 / 212~~	~~0,0116~~	~~4838400~~	~~56265~~	~~1005~~	~~42~~
~~0303 / 213~~	~~0,0157~~	~~4838400~~	~~75912~~	~~1356~~	~~56~~
~~4521 / 001 A~~	~~0,0149~~	~~4838400~~	~~71943~~	~~1285~~	~~54~~
~~4521 / 001~~	~~0,0116~~	~~4838400~~	~~56265~~	~~1005~~	~~42~~
~~4521 / 1001~~	~~0,0149~~	~~4838400~~	~~71943~~	~~1285~~	~~54~~
~~0303 / Notgestänge 1~~	~~0,0152~~	~~4838400~~	~~73385~~	~~1310~~	~~55~~
~~0303 / Notgestänge 2~~	~~0,0143~~	~~4838400~~	~~69290~~	~~1237~~	~~52~~
~~0303 / Notgestänge 3~~	~~0,0143~~	~~4838400~~	~~69290~~	~~1237~~	~~52~~
~~0303 / Notgestänge 4~~	~~0,0104~~	~~4838400~~	~~50331~~	~~899~~	~~37~~
~~0303 / Notgestänge 5~~	~~0,0104~~	~~4838400~~	~~50331~~	~~899~~	~~37~~
~~0303 / Notgestänge 6~~	~~0,0104~~	~~4838400~~	~~50331~~	~~899~~	~~37~~
~~0303 / Notgestänge 7~~	~~0,0104~~	~~4838400~~	~~50331~~	~~899~~	~~37~~
~~0303 / Notgestänge 8~~	~~0,0104~~	~~4838400~~	~~50331~~	~~899~~	~~37~~
~~0303 / Notgestänge 9~~	~~0,0104~~	~~4838400~~	~~50331~~	~~899~~	~~37~~

~~**Tabelle 15: Bauzeitlich anfallende Einleitmengen je Baugrube für den Regelfallwasserstand**~~

~~Regelfall (1 m u. GOK)~~					
~~Baugrube~~	~~Gesamt Zufluss (QE) [m³/s]~~	~~Bauzeitliche Beanspruchung [s]~~	~~Bauzeitlicher Gesamtzufluss [m³]~~	~~Zufluss pro Tag [m³]~~	~~Zufluss pro Stunde [m³]~~
~~0303 / 211~~	~~0,0155~~	~~4838400~~	~~74880~~	~~1337~~	~~56~~
~~0303 / 212 A~~	~~0,0155~~	~~4838400~~	~~74880~~	~~1337~~	~~56~~
~~0303 / 212~~	~~0,0097~~	~~4838400~~	~~46782~~	~~835~~	~~35~~
~~0303 / 213~~	~~0,0152~~	~~4838400~~	~~73487~~	~~1312~~	~~55~~
~~4521 / 001 A~~	~~0,0139~~	~~4838400~~	~~67455~~	~~1205~~	~~50~~
~~4521 / 001~~	~~0,0097~~	~~4838400~~	~~46782~~	~~835~~	~~35~~
~~4521 / 1001~~	~~0,0139~~	~~4838400~~	~~67455~~	~~1205~~	~~50~~
~~0303 / Notgestänge 1~~	~~0,0144~~	~~4838400~~	~~69590~~	~~1243~~	~~52~~
~~0303 / Notgestänge 2~~	~~0,0132~~	~~4838400~~	~~63661~~	~~1137~~	~~47~~
~~0303 / Notgestänge 3~~	~~0,0132~~	~~4838400~~	~~63661~~	~~1137~~	~~47~~
~~0303 / Notgestänge 4~~	~~0,0082~~	~~4838400~~	~~39864~~	~~712~~	~~30~~
~~0303 / Notgestänge 5~~	~~0,0082~~	~~4838400~~	~~39864~~	~~712~~	~~30~~
~~0303 / Notgestänge 6~~	~~0,0082~~	~~4838400~~	~~39864~~	~~712~~	~~30~~
~~0303 / Notgestänge 7~~	~~0,0082~~	~~4838400~~	~~39864~~	~~712~~	~~30~~
~~0303 / Notgestänge 8~~	~~0,0082~~	~~4838400~~	~~39864~~	~~712~~	~~30~~
~~0303 / Notgestänge 9~~	~~0,0082~~	~~4838400~~	~~39864~~	~~712~~	~~30~~

Folgend werden die zwei Baugruben mit den größten Wasserzuflüssen je Variante zusammengerechnet um abschätzen zu können mit welchen Maximaleinleitmengen in Westernach und Rauglengraben zu rechnen ist. Nach aktueller Kenntnis wird nur Wasser, dass bei den Abankerungen an Mast 211 anfällt in den Rauglengraben eingeleitet. Alle übrigen Baugruben entwässern in die Westernach.

Tabelle 16: Übersicht der maximalen Einleitmengen in m³/h bei zwei gleichzeitig angelegten Baugruben.

Ausführungsvarianten	Einleitmenge m³/h (mit Starkregenereignis)	Einleitmenge m³/h (ohne Starkregenereignis)	Einleitmenge m³/h (mit Starkregenereignis)	Einleitmenge m³/h (ohne Starkregenereignis)
	Bemessungswasserstand		Regelfallwasserstand	
Variante A	120	95	94	39
Variante B	Abhängig von Pumprate			
Variante C	4,4	1,9	2,5 (nur Tagwasseranfall)	
Abankerung	4,6	3	2,6	1

5.6 Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung

Grundwasserabsenkungen können in Abhängigkeit der Bodeneigenschafften zu geringfügigen Setzungserscheinungen führen. Diese sind in der Regel auf die Reichweite des Absenktrichters begrenzt. Die Tiefe der Grundwasserabsenkung befindet sich im natürlichen Schwankungsbereich des Grundwassers, weshalb keine relevanten Setzungen zu erwarten sind.

5.7 Niederschlagswasserbeseitigung

Niederschlag der beseitigt werden muss fällt in Abhängigkeit des Bauausführungszeitraums an den Baugruben und je nach Grad der Versiegelung auch an Baustelleneinrichtungsflächen und Baustellenzuwegungen an. Niederschlagswasser in den Baugruben kann in der Regel über Pumpensümpfe abgepumpt und über die Ableitung der Grundwasserhaltung mit abgeleitet werden. Oberflächenabfluss von Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen kann in der Regel seitlich versickert werden, sofern mit keinen Stofflichen Verunreinigungen zu rechnen ist. Betankungen sollten nur auf befestigten Flächen außerhalb der Bauflächen oder über Auffangwannen stattfinden. Besteht Verdacht auf Verunreinigung des Oberflächenabflusses ist dieser restlos aufzufangen und schadlos zu entsorgen.

~~Bei einem bauzeitlichen Starkregenereignis, können 0,03 m^3/s Wasser anfallen, die aus den zwei gleichzeitig hergestellten Baugruben in die Vorfluter eingeleitet werden. Zur Berechnung der Wassermenge bei einem einjährigen Starkregenereignis wurden Niederschlagsdaten für Ulm aus dem Zeitraum 2019 bis 2024 ausgewertet. Betrachtet wurde die Niederschlagsmenge am regenreichsten Tag (WETTERKONTOR 2024). Im betrachteten Zeitraum lag der regenreichste Tag im Jahr 2021 mit 56,4 l/m^2. Für die Abschätzung wurden die „worst-case" Annahmen getroffen, dass 60 l/m^2 Niederschlag innerhalb von einer Stunde fallen und aus den zwei größten (gleichzeitig betriebenen) Baugruben abgepumpt werden müssen.~~

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In der vorliegenden hydrogeologischen Vorabschätzung wurden, basierend auf Karten- und Geoinformationsdiensten, sowie einem Baugrundgutachten mit nahem räumlichen Bezug zur geplanten Maßnahme, Informationen im Hinblick der Erforderlichkeit einer Wasserhaltung zusammengestellt.

Hieraus ergibt sich, dass sowohl bei Annahme des Bemessungswasserstands als auch des Regelfallwasserstands eine Wasserhaltung in den Baugruben nötig sein wird. ~~Für die Finalisierung der Wasserhaltungsplanung ist es wichtig zu wissen in welcher Tiefe die Deckschichten in den Grundwasserleiter übergehen. Bei hohen Deckschichtmächtigkeiten in Kombination mit einem wassergeringdurchlässigen Baugrubenverbau (Spundwände, Sperrschicht aus Beton) kann evtl. auch eine Tagwasserhaltung angestrebt werden.~~

~~Um die Literaturangaben zu überprüfen und zu ergänzen wird eine Baugrunduntersuchung (BGU) an den Einzelmaßnahmen empfohlen. Die BGU sollte folgende Punkte mitabdecken:~~

- ~~Messung des Grundwasserspiegels~~
- ~~Erfassung Mächtigkeit von Deckschichten und Übergang zum Grundwasserleiter~~
- ~~Ermittlung der Korngrößenverteilung zur Bestimmung des k_f Werts und des Filtermaterials~~

Die Erkenntnisse aus dem nachgelieferten Baugrundgutachten (Crystal-Geotechnik, 2024) bestätigen die getroffenen Annahmen.

Für Gründungs- und Rückbauarbeiten existieren verschiedene Baugrubenausführungsvarianten mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen aus perspektive der Wasserhaltung. Es gilt bei der Variantenfindung darauf zu achten, Baugrubenausführungen zu wählen, die möglichst geringe Einleitmengen und Absenktrichter erzeugen oder die Dauer einer Absenkung und Einleitung gering halten.

Schlussendlich muss in den weiteren Planungsphasen entschieden werden, was technisch umsetzbar und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Da es sich um eine Vorabschätzung handelt sind alle Berechnungen zur Wasserhaltung als Näherungsangaben zu verstehen. Die Wasserhaltung ist in der Ausführung den Gegebenheiten vor Ort anzupassen.

Darüber hinaus ist ein Wasserrechtsantrag für Eingriff und Entnahme von Grundwasser und dessen Einleitung in Oberflächengewässer, sowie für die Versickerung von Oberflächenabfluss zu stellen. Ebenso bedarf es einer Ausnahmegenehmigung für Arbeiten im Überschwemmungsgebiet für den Mast 001 und 1001 sowie dem Provisorium nach § 78 WHG.

7 Literatur

[Crystal Geotechnik 2022] Crystal Geotechnik GmbH (2022): Untergrunderkundung Baugrundgutachten – Erneuerung UW Dellmensingen. Gutachten i. A. von TransNet BW, Pariser Platz Osloer Straße 15-14 70173 Stuttgart.

[CRYSTAL 2024] Crystal Geotechnik GmbH (2024): Untergrunderkundung Baugrundgutachten. Erneuerung und Erweiterung Umspannwerk Dellmensingen. Wasserburg. 15.10.2024 mit Ergänzungen vom 18.11.2024. Gutachten i. A. von TransNet BW, Pariser Platz Osloer Straße 15-14 70173 Stuttgart.

[Engel & Al-Akel 2012] Engel, Jens; Al-Akel, Said (2012): Einführung in den Grund-, Erd- und Dammbau. Konstruktion, Bauverfahren, Nachweise. Dresden: Carl Hanser Verlag München.

[Davidenkoff 1965] Davidenkoff, Rostislav (1956): Angenäherte Ermittlung des Grundwasserzuflusses zu einer in einem durchlässigen Boden ausgehobenen Grube. In: Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau 7. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 30-37.

[IBO 2024] Ingenieurbüro für Bodenmechanik, Grunbau, Geo- und Umwelttechnik (2024): Bodenschutzkonzept. Gutachten im Auftrag der TransnetBW GmbH

[TransNet BW 2024] TransNet BW GmbH (2024): Erläuterungsbericht – Umbau Freileitungsanbindungen Umspannwerk Dellmensingen. Stuttgart: TransNet BW.

[TRANSNET BW 2025] TRANSNET BW (2025): Erläuterungen zu den geplanten Änderungen. Erläuterungen zur Änderung des Plans zum Planfeststellungsverfahren „Umbau Freileitungsanbindungen Umspannwerk Dellmensingen“. Vorabzug. Stuttgart 2025.

[WETTERKONTOR 2025] WETTERKONTOR (2025): Wetter Deutschland. Rückblick für Ulm. Online verfügbar unter https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland. Zuletzt abgerufen am 15.09.2025

Online Karten- und Geoinformationsdienste:

[LGRB 2024 a] Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB (2024): Alpenvorland: URL: https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/alpenvorland

[LGRB 2024 b] Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB (2024): Schwäbische Alb: URL: https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/schwaebische-alb

[LGRB 2024 c] Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB (2024): Geologische Karte 1:50000 (GeoLa GK50): URL: LGRB-Kartenviewer (lgrb-bw.de)

[LGRB 2024 d] Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB (2024):Hydrogeologische Karte 1:50000 (GeoLa HK50): URL: LGRB-Kartenviewer (lgrb-bw.de)

[LGRB 2024 e] Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB (2024): Hydrogeologie der Fluvioglazialen Kiese und Sande im Alpenvorland: URL: Fluvioglaziale Kiese und Sande | LGRBwissen (lgrb-bw.de)

[LGRB 2024 f] Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB (2024):Hydrogeologische Karte: Natürliche Geogene Grundwasserbeschaffenheit in den hydrogeochemischen Einheiten von Baden-Württemberg 1:300000 (HW_HYD) URL: LGRB-Kartenviewer (lgrb-bw.de)

[LUBW 2024 a] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, LUBW (2024): Daten- und Kartendienst der LUBW – Überflutungsflächen: URL: Karte: Überflutungsflächen - Daten- und Kartendienst der LUBW (baden-wuerttemberg.de)

[LUBW 2024 b] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, LUBW (2024): Daten- und Kartendienst der LUBW – Gewässernetz und Gewässerordnung: URL: Karte: Kartenansicht - Daten- und Kartendienst der LUBW (baden-wuerttemberg.de)

Schriftliche Mitteilungen:

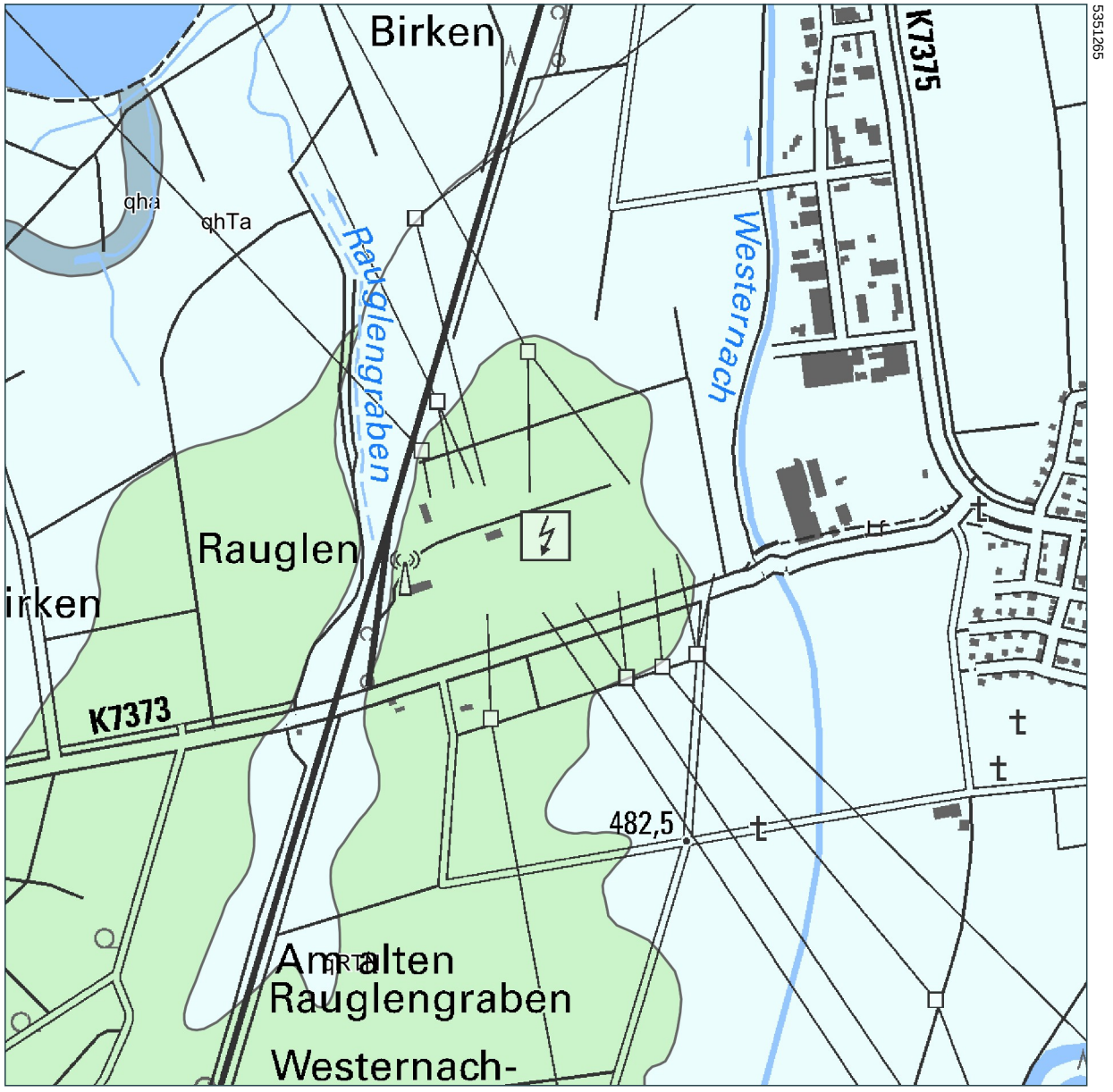
[enpros 2024 a] enpros Genehmigungsmanagement GmbH (2024): Dennis Vosteen. Baugrundgutachten 2022 und Baugrubenmaße [04.07.2024]

[enpros 2024 b] enpros Genehmigungsmanagement GmbH (2024): Dennis Vosteen. Baugrubenmaße Rückbau Notgestänge [07.08.2024]

Anlage 1: Geologische Karte Baden-Württemberg 1:50000 (GeoLa GK50)

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Geoportal Kartenausdruck





Maßstab

1 : 10000

Ebenen

GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

Topographie (Rasterdaten des LGL)

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Ausdruck vom:09.Aug.24

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Geoportal Kartenausdruck

Legende

GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

GeoLa Geologie: Geologische Einheiten (Flaechen)

- Holozänes Auensediment (qhTa)
- Auenlehm (Lf)
- Jüngerer Auenlehm (Lfj)
- Holozäne Altwasserablagerung (qha)
- Rheingletscher-Niederterrassenschotter (qRTN)

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Ausdruck vom:09.Aug.24

Variante A: offene Wasserhaltung mit einbringen einer Wasserdichten Sohle / Wasserstand bei GOK / Abaschätzung Baugrubenabfluss bei offener Wasserhaltung nach Davidenkoff													
Maßnahme/Mast	Durchlässigkeit (k_f) [m/s][1]	L1 Länge der Baugrube [m]	L2 Breite der Baugrube [m]	Lage GW Geringleiter [m u. GOK][1]	H [m]	t [m]	**R [m] (Absenktrichter)**	L2/R	t/R	~m	~n	**q [m³/s]**	**q [L/min]**
0303 / 211	1,00E-03	22	22	7,3	2	5,3	190	0,116	0,028	0,6	1,9	6,56E-03	393,75
0303 / 212 A	1,00E-03	22	22	7,3	3,1	4,2	294	0,075	0,014	0,5	2,0	1,25E-02	749,13
0303 / 212	1,00E-03	5,6	5,6	7,3	2	5,3	190	0,030	0,028	0,5	2,0	4,47E-03	268,33
0303 / 213	1,00E-03	21	21	8,6	3,3	5,3	313	0,067	0,017	0,5	2,0	1,38E-02	828,72
4521 / 001 A	1,00E-03	18,5	18,5	8,2	2,9	5,3	275	0,067	0,019	0,5	2,0	1,07E-02	640,32
4521 / 001	1,00E-03	5,6	5,6	8,9	2	6,9	190	0,030	0,036	0,5	2,0	4,47E-03	268,33
4521 / 1001	1,00E-03	19	19	8,9	3,2	5,7	304	0,063	0,019	0,5	2,0	1,28E-02	768,21
0303 / Notgestänge 1	1,00E-03	46	6	7,3	2	5,3	190	0,032	0,028	0,5	2,0	7,88E-03	472,74
0303 / Notgestänge 2	1,00E-03	46	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	7,88E-03	472,74
0303 / Notgestänge 3	1,00E-03	46	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	7,88E-03	472,74
0303 / Notgestänge 4	1,00E-03	3	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	4,25E-03	255,18
0303 / Notgestänge 5	1,00E-03	3	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	4,25E-03	255,18
0303 / Notgestänge 6	1,00E-03	3	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	4,25E-03	255,18
0303 / Notgestänge 7	1,00E-03	3	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	4,25E-03	255,18
0303 / Notgestänge 8	1,00E-03	3	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	4,25E-03	255,18
0303 / Notgestänge 9	1,00E-03	3	3	7,3	2	5,3	190	0,016	0,028	0,5	2,0	4,25E-03	255,18

[1] Annahme aus dem BGU von Crystal Geotechnik (2024)

	Lage aus BGU bekannt
	gesicherte Annahme durch räumliche Nähe zu RKB
	unsichere Annahme durch größere Entfernung zu RKB

Lenzwasserberechnung für die Bauzeit				
Maßnahme/Mast	Abfluss aus offener Wasserhaltung [m³/Tag]	Tagwasserhaltung [m³/Tag]	Lenzwasser [m³/Tag]	Lenzwasser [m³/h]
0303 / 211	567,0	697,0	1264	52,7
0303 / 212 A	1078,8	697,0	1776	74,0
0303 / 212	386,4	45,2	432	18,0
0303 / 213	1193,4	635,0	1828	76,2
4521 / 001 A	922,1	492,8	1415	59,0
4521 / 001	386,4	45,2	432	18,0
4521 / 1001	1106,2	519,8	1626	67,8
0303 / Notgestänge 1	680,8	397,4	1078	44,9
0303 / Notgestänge 2	680,8	198,7	879	36,6
0303 / Notgestänge 3	680,8	198,7	879	36,6
0303 / Notgestänge 4	367,5	13,0	380	15,9
0303 / Notgestänge 5	367,5	13,0	380	15,9
0303 / Notgestänge 6	367,5	13,0	380	15,9
0303 / Notgestänge 7	367,5	13,0	380	15,9
0303 / Notgestänge 8	367,5	13,0	380	15,9
0303 / Notgestänge 9	367,5	13,0	380	15,9

Berechnung Tagwasseranfall			
Maßnahme/Mast	Fläche Baugrube [m²]	Starkregenereigniss [m³/m²*h]	Tagwasser [m³/h]
0303 / 211	484	0,06	29,0
0303 / 212 A	484	0,06	29,0
0303 / 212	31,36	0,06	1,9
0303 / 213	441	0,06	26,5
4521 / 001 A	342,25	0,06	20,5
4521 / 001	31,36	0,06	1,9
4521 / 1001	361	0,06	21,7
0303 / Notgestänge 1	276	0,06	16,6
0303 / Notgestänge 2	138	0,06	8,3
0303 / Notgestänge 3	138	0,06	8,3
0303 / Notgestänge 4	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 5	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 6	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 7	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 8	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 9	9	0,06	0,5

Variante A: offene Wasserhaltung mit einbringen einer Wasserdichten Sohle / Wasserstand bei 1,5 m u.GOK / Abaschätzung Baugrubenabfluss bei offener Wasserhaltung nach Davidenkoff														
Maßnahme/Mast	Durchlässigkeit (k_f) [m/s][1]	L1 Länge der Baugrube [m]	L2 Breite der Baugrube [m]	Tiefe der Baugrube [m]	Lage GW Geringleiter [m u. GOK][1]	H(s) [m]	t [m]	**R [m] (Absenktrichter)**	L2/R	t/R	~m	~n	**q [m³/s]**	**q [L/min]**
0303 / 211	1,00E-03	22	22	2	7,3	0,5	5,3	47	0,464	0,112	1,5	1,7	1,14E-03	68,65
0303 / 212 A	1,00E-03	22	22	3,1	7,3	1,6	4,2	152	0,145	0,028	0,7	1,9	4,99E-03	299,64
0303 / 212	1,00E-03	5,6	5,6	2	7,3	0,5	5,3	47	0,118	0,112	0,65	1,9	4,37E-04	26,23
0303 / 213	1,00E-03	21	21	3,3	8,6	1,8	5,3	171	0,123	0,031	0,65	1,9	5,73E-03	343,57
4521 / 001 A	1,00E-03	18,5	18,5	2,9	8,2	1,4	5,3	133	0,139	0,040	0,65	1,9	3,59E-03	215,13
4521 / 001	1,00E-03	5,6	5,6	2	8,9	0,5	6,9	47	0,118	0,145	0,65	1,9	4,37E-04	26,23
4521 / 1001	1,00E-03	19	19	3,2	8,9	1,7	5,7	161	0,118	0,035	0,65	1,9	5,05E-03	303,05
0303 / Notgestänge 1	1,00E-03	46	6	2	7,3	0,5	5,3	47	0,126	0,112	0,65	1,9	1,25E-03	74,78
0303 / Notgestänge 2	1,00E-03	46	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	1,27E-03	76,19
0303 / Notgestänge 3	1,00E-03	46	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	1,27E-03	76,19
0303 / Notgestänge 4	1,00E-03	3	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	3,63E-04	21,79
0303 / Notgestänge 5	1,00E-03	3	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	3,63E-04	21,79
0303 / Notgestänge 6	1,00E-03	3	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	3,63E-04	21,79
0303 / Notgestänge 7	1,00E-03	3	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	3,63E-04	21,79
0303 / Notgestänge 8	1,00E-03	3	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	3,63E-04	21,79
0303 / Notgestänge 9	1,00E-03	3	3	2	7,3	0,5	5,3	47	0,063	0,112	0,6	2,0	3,63E-04	21,79

[1] Annahme aus dem BGU von Crystal Geotechnik (2024)

	Lage aus BGU bekannt
	gesicherte Annahme durch räumliche Nähe zu RKB
	unsichere Annahme durch größere Entfernung zu RKB

Lenzwasserberechnung für die Bauzeit				
Maßnahme/Mast	Abfluss aus offener Wasserhaltung [m³/Tag]	Tagwasserhaltung [m³/Tag]	Lenzwasser [m³/Tag]	Lenzwasser [m³/h]
0303 / 211	98,9	697,0	796	33,2
0303 / 212 A	431,5	697,0	1128	47,0
0303 / 212	37,8	45,2	83	3,5
0303 / 213	494,7	635,0	1130	47,1
4521 / 001 A	309,8	492,8	803	33,4
4521 / 001	37,8	45,2	83	3,5
4521 / 1001	436,4	519,8	956	39,8
0303 / Notgestänge 1	107,7	397,4	505	21,0
0303 / Notgestänge 2	109,7	198,7	308	12,9
0303 / Notgestänge 3	109,7	198,7	308	12,9
0303 / Notgestänge 4	31,4	13,0	44	1,8
0303 / Notgestänge 5	31,4	13,0	44	1,8
0303 / Notgestänge 6	31,4	13,0	44	1,8
0303 / Notgestänge 7	31,4	13,0	44	1,8
0303 / Notgestänge 8	31,4	13,0	44	1,8
0303 / Notgestänge 9	31,4	13,0	44	1,8

Berechnung Tagwasseranfall			
Maßnahme/Mast	Fläche Baugrube [m²]	Starkregenereigniss [m³/m²*h]	Tagwasser [m³/h]
0303 / 211	484	0,06	29,0
0303 / 212 A	484	0,06	29,0
0303 / 212	31,36	0,06	1,9
0303 / 213	441	0,06	26,5
4521 / 001 A	342,25	0,06	20,5
4521 / 001	31,36	0,06	1,9
4521 / 1001	361	0,06	21,7
0303 / Notgestänge 1	276	0,06	16,6
0303 / Notgestänge 2	138	0,06	8,3
0303 / Notgestänge 3	138	0,06	8,3
0303 / Notgestänge 4	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 5	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 6	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 7	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 8	9	0,06	0,5
0303 / Notgestänge 9	9	0,06	0,5

Variante B: Spundwände der BG werden bis auf tertiäre Tone eingerammt / Wasserstand bei GOK / Berechnung des wassergesättigten Porenraums

Baugrube	Fläche der Baugrube [m²]	tiefenlage Tertiär [m u. GOK]	wassergesättigtes Volumen[m³]	V_w [m³] $_{min}$	V_w [m³] $_{max}$
0303 / 211	484	7,3	3533,2	1060	1343
0303 / 212 A	484	7,3	3533,2	1060	1343
0303 / 212	31,36	7,3	228,9	69	87
0303 / 213	441	8,6	3792,6	1138	1441
4521 / 001 A	342,25	8,2	2806,5	842	1066
4521 / 001	31,36	8,9	279,1	84	106
4521 / 1001	361	8,9	3212,9	964	1221
0303 / Notgestänge 1	276	7,3	2014,8	604	766
0303 / Notgestänge 2	138	7,3	1007,4	302	383
0303 / Notgestänge 3	138	7,3	1007,4	302	383
0303 / Notgestänge 4	9	7,3	65,7	20	25
0303 / Notgestänge 5	9	7,3	65,7	20	25
0303 / Notgestänge 6	9	7,3	65,7	20	25
0303 / Notgestänge 7	9	7,3	65,7	20	25
0303 / Notgestänge 8	9	7,3	65,7	20	25
0303 / Notgestänge 9	9	7,3	65,7	20	25

Porosität des Bodens (sandiger Kies laut BGU)	min	max
	0,30	0,38

	Lage aus BGU bekannt
	gesicherte Annahme durch räumliche Nähe zu RKB
	unsichere Annahme durch größere Entfernung zu RKB

Variante B: Spundwände der BG werden bis auf tertiäre Tone eingerammt / Wasserstand bei 1,5 m u. GOK / Berechnung des wassergesättigten Porenraums

Baugrube	Fläche der Baugrube [m²]	tiefenlage Tertiär [m u. GOK]	wassergesättigtes Volumen[m³]	V_w [m³] $_{min}$	V_w [m³] $_{max}$
0303 / 211	484	7,3	2807,2	842	1067
0303 / 212 A	484	7,3	2807,2	842	1067
0303 / 212	31,36	7,3	181,9	55	69
0303 / 213	441	8,6	3131,1	939	1190
4521 / 001 A	342,25	8,2	2293,1	688	871
4521 / 001	31,36	8,9	232,1	70	88
4521 / 1001	361	8,9	2671,4	801	1015
0303 / Notgestänge 1	276	7,3	1600,8	480	608
0303 / Notgestänge 2	138	7,3	800,4	240	304
0303 / Notgestänge 3	138	7,3	800,4	240	304
0303 / Notgestänge 4	9	7,3	52,2	16	20
0303 / Notgestänge 5	9	7,3	52,2	16	20
0303 / Notgestänge 6	9	7,3	52,2	16	20
0303 / Notgestänge 7	9	7,3	52,2	16	20
0303 / Notgestänge 8	9	7,3	52,2	16	20
0303 / Notgestänge 9	9	7,3	52,2	16	20

Berechnung Tagwasseranfall

Baugrube	Fläche Baugrube [m²]	Starkregenereignis [m³/m²*h]	Tagwasser [m³/h]	bauzeitliches Tagwasser [m³/Tag]
0303 / 211	484	0,06	29,0	697,0
0303 / 212 A	484	0,06	29,0	697,0
0303 / 212	31,36	0,06	1,9	45,2
0303 / 213	441	0,06	26,5	635,0
4521 / 001 A	342,25	0,06	20,5	492,8
4521 / 001	31,36	0,06	1,9	45,2
4521 / 1001	361	0,06	21,7	519,8
0303 / Notgestänge 1	276	0,06	16,6	397,4
0303 / Notgestänge 2	138	0,06	8,3	198,7
0303 / Notgestänge 3	138	0,06	8,3	198,7
0303 / Notgestänge 4	9	0,06	0,5	13,0
0303 / Notgestänge 5	9	0,06	0,5	13,0
0303 / Notgestänge 6	9	0,06	0,5	13,0
0303 / Notgestänge 7	9	0,06	0,5	13,0
0303 / Notgestänge 8	9	0,06	0,5	13,0
0303 / Notgestänge 9	9	0,06	0,5	13,0

Variante C: Bohrpfahlgründung; Wasserstand bei GOK; offene Wasserhaltung nach Davidenkoff														
Baugrube	Durchlässigkeit (k_f) [m/s][1]	L1 Länge der Baugrube [m]	L2 Breite der Baugrube [m]	Lage GW Geringleiter [m u. GOK]	H [m]	t [m]	**R [m] (Absenktrichter)**	L2/R	t/R	~m	~n	**q [m³/s]**	**q [L/min]**	**q [L/Tag]**
Einzelbaugrube	1,00E-03	3,5	3	8,9	1,5	7,4	142	0,021	0,052	0,5	2,0	2,47E-03	1,48E-04	0,21
Gesamt pro Mast												9,89E-03	5,93E-04	0,85

Annahme:	Zwillingspfahlgründung mit 1,5m Betonfundamenttiefe und vier Baugruben je Mast; zur vereinfachung wird angenommen, dass die Sohle Baugrube Wasserdicht ist / Im Regelfall bei Grundwasserstand 1,5 m u. GOK sollte nur eine Tagwasserhaltung nötig sein

Berechnung Tagwasseranfall				
Baugrube	Fläche Baugrube [m²]	Starkregenereigniss [m³/m²*h]	Tagwasser [m³/h]	Tagwasser [m³/Tag]
Einzelbaugrube	10,5	0,06	0,63	15,12
Gesamt pro Mast	42	0,06	2,52	60,48

Abankerung: WH für Betonfundament der Totmänner; **Wasserstand bei GOK**; offene Wasserhaltung nach Davidenkoff														
Baugrube	Durchlässigkeit (k_f) [m/s][1]	L1 Länge der Baugrube [m]	L2 Breite der Baugrube [m]	Lage GW Geringleiter [m u. GOK]	H [m]	t [m]	**R [m] (Absenktrichter)**	L2/R	t/R	~m	~n	**q [m³/s]**	**q [L/min]**	**q [L/Tag]**
Einzelbaugrube	1,00E-03	3	3	8,9	2,5	6,4	237	0,013	0,027	0,5	2,0	6,57E-03	3,94E-04	0,57
Gesamt pro Mast												1,97E-02	1,18E-03	1,70

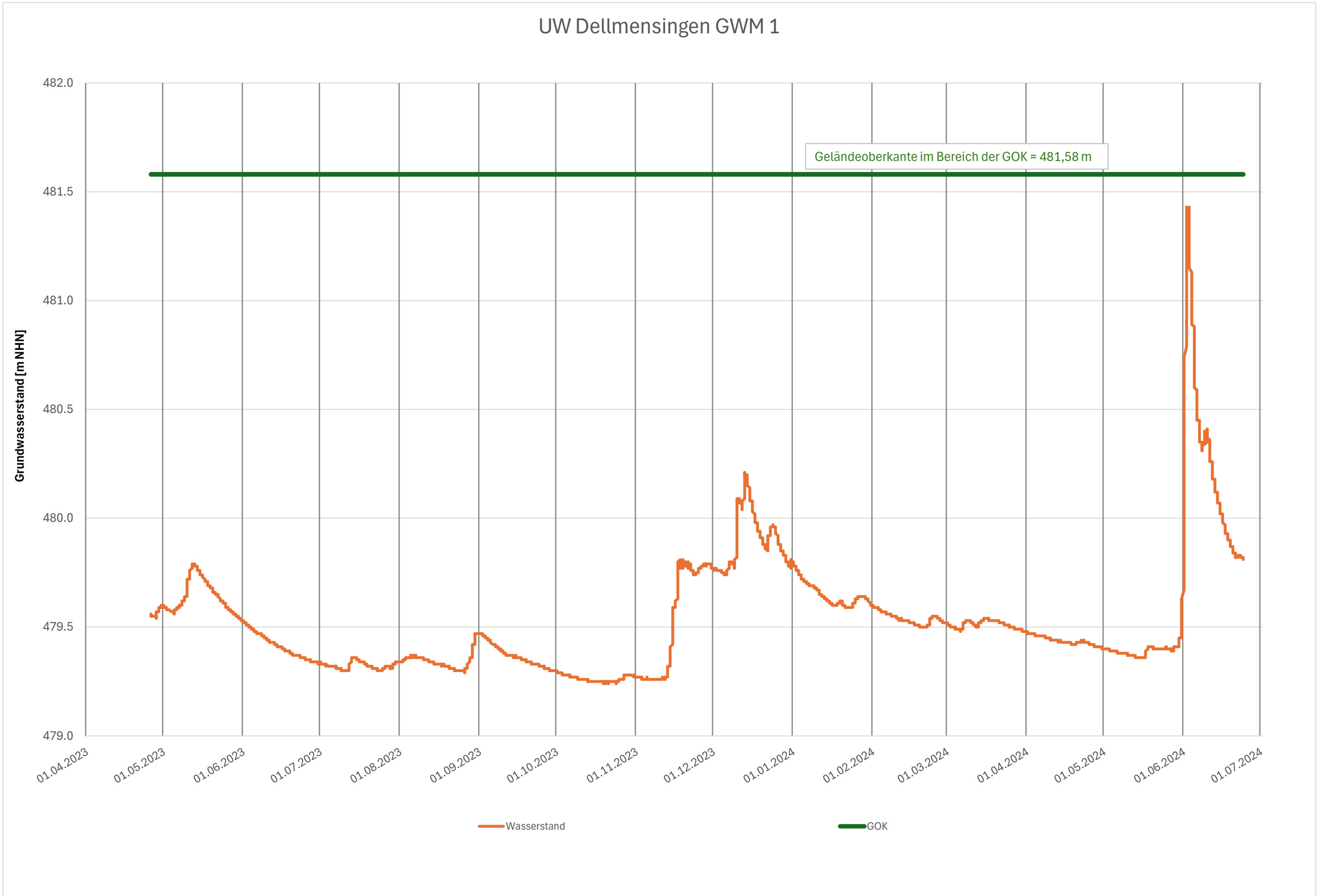
Annahme:	3 Totmänner pro Mast; Gründungstiefe 2,5 m

Abankerung: WH für Betonfundament der Totmänner; **Wasserstand bei 1,5 m u.GOK**; offene Wasserhaltung nach Davidenkoff														
Baugrube	Durchlässigkeit (k_f) [m/s][1]	L1 Länge der Baugrube [m]	L2 Breite der Baugrube [m]	Lage GW Geringleiter [m u. GOK]	H [m]	t [m]	**R [m] (Absenktrichter)**	L2/R	t/R	~m	~n	**q [m³/s]**	**q [L/min]**	**q [L/Tag]**
Einzelbaugrube	1,00E-03	3	3	8,9	1	7,9	95	0,032	0,083	0,5	2,0	1,13E-03	6,76E-05	0,10
Gesamt pro Mast												3,38E-03	2,03E-04	0,29

Annahme:	3 Totmänner pro Mast; Gründungstiefe 2,5 m

Berechnung Tagwasseranfall				
Baugrube	Fläche Baugrube [m²]	Starkregenereigniss [m³/m²*h]	Tagwasser [m³/h]	Tagwasser [m³/Tag]
Einzelbaugrube	9	0,06	0,54	12,96
Gesamt pro Mast	27	0,06	1,62	38,88

Anlage 3: Grundwassermessstelle UW Dellmensingen GWM 1


UW Dellmensingen GWM 1
Grundwasserstand [m NHN]
482.0
481.5
481.0
480.5
480.0
479.5
479.0
Geländeoberkante im Bereich der GOK = 481,58 m
01.04.2023
01.05.2023
01.06.2023
01.07.2023
01.08.2023
01.09.2023
01.10.2023
01.11.2023
01.12.2023
01.01.2024
01.02.2024
01.03.2024
01.04.2024
01.05.2024
01.06.2024
01.07.2024
Wasserstand
GOK