Dimensionierung Bauwasserhaltung
EÜ Kronskamp km 92,024, Strecke 6325

[B20516]

Auftraggeber:	Ingenieurbüro Grassl GmbH Hertzstraße 20 13158 Berlin
Auftragnehmer:	Hydro-Geologie-Nord PartGmbB Hagenower Straße 73 19061 Schwerin
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Toralf Hilgert
Projektnummer:	230092
Datum:	Schwerin, 03.08.2023
bestätigt:	Hydro-Geologie-Nord PartGmbB ..... Dipl.-Ing. Toralf Hilgert Geschäftsführer
Verteiler:	1 x Auftraggeber, 1 x Hydro-Geologie-Nord PartGmbB

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB
Hagenower Str. 73
19061 Schwerin
Diplomingenieure Hilgert & Ewert

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung/ Aufgabenstellung 3

2 Grundlagen 3

3 Dimensionierung der Bauwasserhaltung 3

3.1 Grundlagen 3

3.2 Bauwasserhaltung Bauphase 1 4

3.3 Bauwasserhaltung Bauphase 2 4

3.4 Setzungen infolge Grundwasserspiegelabsenkung 6

4 Literatur- und Quellenverzeichnis 7

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtskarte zum Standort Maßstab 1:7.500

Anlage 2 Schichtenprofil benachbarter Bohrung

Anlage 3 Berechnungsprotokoll Dimensionierung Bauwasserhaltung

1 Veranlassung/ Aufgabenstellung

Die DB AG plant den Ersatzneubau der EÜ Kronskamp an der Bahnstrecke 6325 bei km 92,0+24. Für die Planung zu den Tiefbauarbeiten wird eine Bemessung der Grundwasserabsenkung benötigt.

Am 22.05.2023 wurde die Hydro-Geologie-Nord PartGmbB auf Grundlage ihres Angebotes vom 12.05.2023 von der Ingenieurbüro Grassl GmbH Berlin mit den entsprechenden Berechnungen beauftragt.

2 Grundlagen

Zur Bearbeitung wurden vom Auftraggeber folgende Unterlagen und Daten übergeben:

[U1] BAUGRUND [2021]: Baugrundgutachten 20/2226, Bauvorhaben: Rostock – Laage EÜ Kronskamp Strecke 6325, km 92,024, Baugrund Stralsund Ing. mbH, NL Berlin, Berlin, 21.01.2021

[U2] GRASSEL [2022]: Ersatzneubau EÜ Kronskamp km 92,024 – Genehmigungsplanung

- GP_07_01_02_BW_0.pdf
- GP_07_01_03_BW_0.pdf
- GP_07_02_01_BW_0.pdf
- GP_07_02_02_BW_0.pdf

Ingenieurbüro Grassl GmbH, Berlin, Juli 2022.

3 Dimensionierung der Bauwasserhaltung

3.1 Grundlagen

Der geplante Ersatzneubau der Eisenbahnüberführung (EÜ) liegt im Ortsteil Kronskamp der Stadt Laage in Mecklenburg-Vorpommern (s. Anlage 1). Die Bahnstrecke 6325 verläuft hier zweigleisig auf einem ca. 5 m hohen Damm [U2]. Die Baugrundverhältnisse am Standort des Vorhabens sind in [U1] beschrieben.

Nach [U1] ist der angetroffene Baugrund gleichmäßig aufgebaut. Seitlich des aus Auffüllungen bestehenden Bahndammes stehen im Bereich der EÜ die durch die Bauwasserhaltung zu entwässernden, aus Fein- bzw. Mittelsanden z.T. auch Grobsanden bestehenden Sande an. Diese wasserführenden Schichten reichen am Standort bis ca. +11 m NHN, gefolgt von stauend wirkendem Geschiebemergel (s. auch Anlage 2).

Die Geländehöhen liegen im Bereich des Dammfußes bei etwa +16 bis +17 m NHN. Die Schienenoberkante wird mit +22,30 m NHN angegeben [U2]. Der bauzeitliche und für die Berechnung angesetzte Grundwasserspiegel liegt nach [U1] bei +15,5 m NHN.

Gemäß [U2] liegt das notwendige Absenkziel einschließlich eines Sicherheitszuschlages von 0,5 m für die Baugrube bei +14,10 m NHN.

Auf Grundlage der geologischen Bedingungen und der geplanten Bauausführung wurde für die temporäre Entwässerung der Baugrube eine geschlossene Wasserhaltung (Filterlanzen+ Vakuumanlage) gewählt und simuliert.

Die Berechnungen zur Bauwasserhaltung erfolgten mithilfe des numerischen geohydraulischen 3D-Simulationsmodells MODFLOW. Dafür wurde folgende Modellschematisierung umgesetzt:

- Strömung instationär, 5 Modellschichten (LAYER)
- geschlossene Wasserhaltung mittels Vakuumanlage und Filterlanzen (Wellpoints) als Randbedingung 3. Art (GHB)
- äußerer Modellrand als Randbedingung 1. Art (Festpotential) mit h_R=GW-Ruhespiegel.

Der im Simulationsmodell verwendete k_f-Wert = 6,0E-04 m/s für die zu entwässernden Sedimente entspricht dem Worst Case gemäß [U1].

Als Zeitraum für die Grundwasserabsenkung werden 24 Wochen für die 1. Bauphase (Vorfertigungsbaugrube mit Einbau Gründungspolster) und 4 Wochen für die 2. Bauphase (Verschub in Endlage während Sperrpause) veranschlagt.

Alle Eckdaten und Ergebnisse der Berechnungen zur Dimensionierung der Bauwasserhaltung sind in Anlage 3 zusammengefasst.

3.2 Bauwasserhaltung Bauphase 1

Zur geschlossenen Bauwasserhaltung dieser Bauphase werden insgesamt 39 Filterlanzen (Wellpoints) benötigt. Die Anordnung und Lage der Filter (Abstand ca. 2,5 m) ist aus der Anlage 3.1 ersichtlich. Nach einer Vorlaufzeit von ca. 7 Tagen mit einer Förderleistung von 28,4 m^3/h (0,73 m^3/h je Filterlanze) wird das Niveau der Baugrubensohle erreicht. Das vollständige Absenkziel (inkl. des Sicherheitszuschlages) kann für die restliche Bauzeit dieser Phase mit einer Grundwasserförderung von 23,4 m^3/h gehalten werden. Insgesamt ist mit einer Fördermenge von 89.200 m^3 über die angesetzte Bauzeit von 24 Wochen zu rechnen. Errechnet wurden 2,0 m lange Filter und eine Filterunterkante bei ca. +12 m NHN.

3.3 Bauwasserhaltung Bauphase 2

Zur geschlossenen Bauwasserhaltung der Bauphase 2 werden insgesamt 74 Filterlanzen (Wellpoints) benötigt. Die Anordnung und Lage der Filter (Abstand ca. 2,5 m) ist aus der Anlage 3.2 ersichtlich. Nach einer Vorlaufzeit von ca. 2 Tagen mit einer Förderleistung von 59,6 m^3/h (0,81 m^3/h je Filterlanze) wird das Niveau der Baugrubensohle erreicht. Das vollständige Absenkziel (inkl. des Sicherheitszuschlages) kann für die restliche Bauzeit dieser Phase mit einer Grundwasserförderung von 40,1 m^3/h gehalten werden. In den 4 Wochen des 2. Bauabschnittes ist mit einer Fördermenge von 25.510 m^3 zu rechnen. Errechnet wurden 2,0 m lange Filter und eine Filterunterkante bei ca. +12 m NHN.

Die maximalen Änderungen des Grundwasserspiegels werden am Ende der Wasserhaltungsmaßnahme auftreten. Die räumliche Ausdehnung des Absenktrichters ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

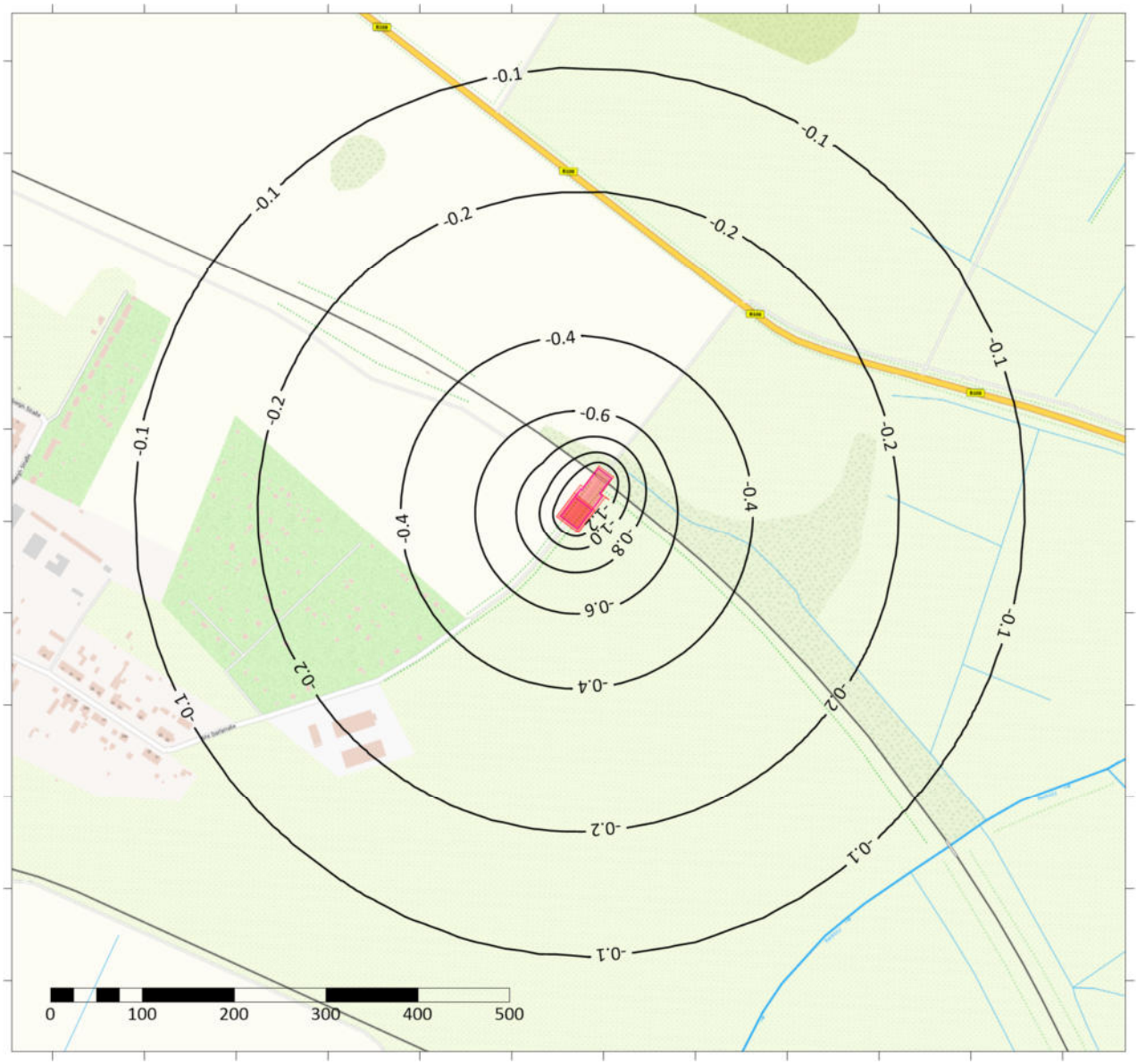


Abbildung 1: Maximale Grundwasserspiegeländerung [m]

Die durch die geplante geschlossene Wasserhaltung hervorgerufene Grundwasserabsenkung wirkt sich auf das weitere Umfeld der Baumaßnahme nur gering aus. In 450 m Entfernung betragen die temporären Grundwasserspiegelabsenkungen 0,1 m.

3.4 Setzungen infolge Grundwasserspiegelabsenkung

Grundlage der Setzungsabschätzung ist das Schichtenverzeichnis der BS 2/20 [U1] mit konservativ geschätzten Bodenparametern. Die sich durch die Bauwasserhaltung einstellenden Setzungen in unmittelbarer Nähe zur Baugrube werden mit ca. 1,1 mm prognostiziert (Anlage 3.3).

.....
Dipl.-Ing. Toralf Hilgert
Projektleiter

4 Literatur- und Quellenverzeichnis

[L1] BUSCH ET AL. (1993): Geohydraulik 3. neubearbeitete Auflage. Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin-Stuttgart.

[L2] DOHERTY ET AL. (2000): PEST – Model-independent parameter estimation. Watermark Computing Australia.

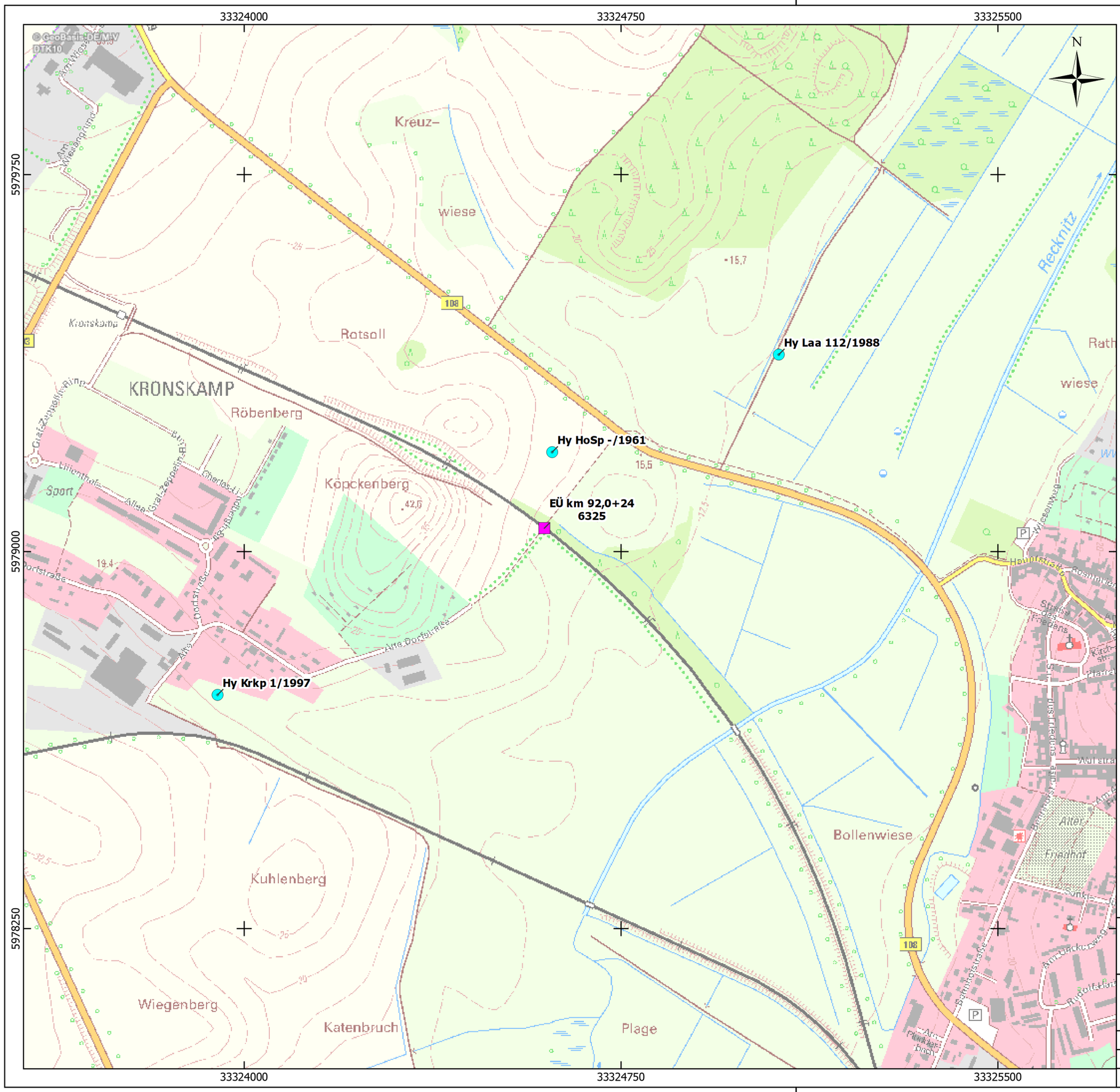
[L3] HÄFNER ET AL. (1985): Geohydraulische Erkundung von Erdöl-, Erdgas- und Grundwasserlagerstätten. WTI des ZGI, Jahrgang 26/1985, Heft 1, Berlin.

[L4] HARBROUGH, A. W. & MCDONALD, M. G. (1996): Programmer's documentation for MODFLOW-96 an update to the U.S. Geological Survey modular finite-difference ground-water flow model, USGS Open-File Report 96-486.

[L5] HARBROUGH, A. W. & MCDONALD, M. G. (1996): User's documentation for MODFLOW-96, an update to the U.S. Geological Survey modular finite-difference ground-water flow model, USGS Open-File Report 96-485.

[L6] ZGI Hrsg. (1989): HYRA-Bohrdatenspeicher, hydrogeologisch relevante Aufschlüsse bis einschließlich 1989. Zentrales Geologisches Institut Berlin.

[L7] ZGI Hrsg. (1984): Hydrogeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik 1:50.000



HGNord

Hydro-Geologie-Nord PartGmbB - Hagenower Straße 73, 19061 Schwerin

Maßstab: 1 : 7 500

1 cm auf der Karte entspricht 75 m in der Natur

75 0 75 150 225 300 m

Kartengrundlage:
GeoBasis-DE/MV 2023
Koordinatensystem: EPSG:5650

Legende

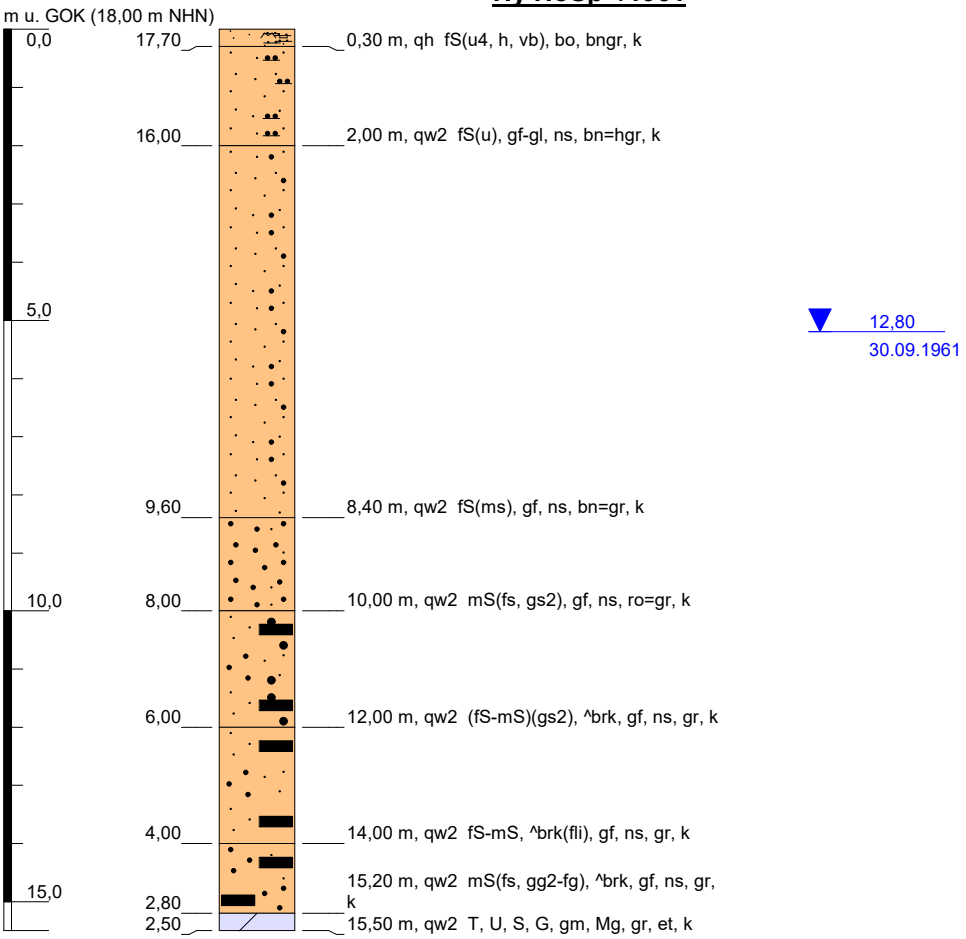
- Standort EÜ
- Archivbohrung

Projekt: 230092	***Dimensionierung Bauwasserhaltung EÜ Kronskamp km 92,024, Strecke 6325***
Übersichtskarte	

	Datum	Name	
gezeichnet	03.08.2023	Pfefferkorn	***Anlage 1***
geprüft	03.08.2023	Hilgert	

Anlage 2

Hy HoSp -/1961



Höhenmaßstab: 1:130

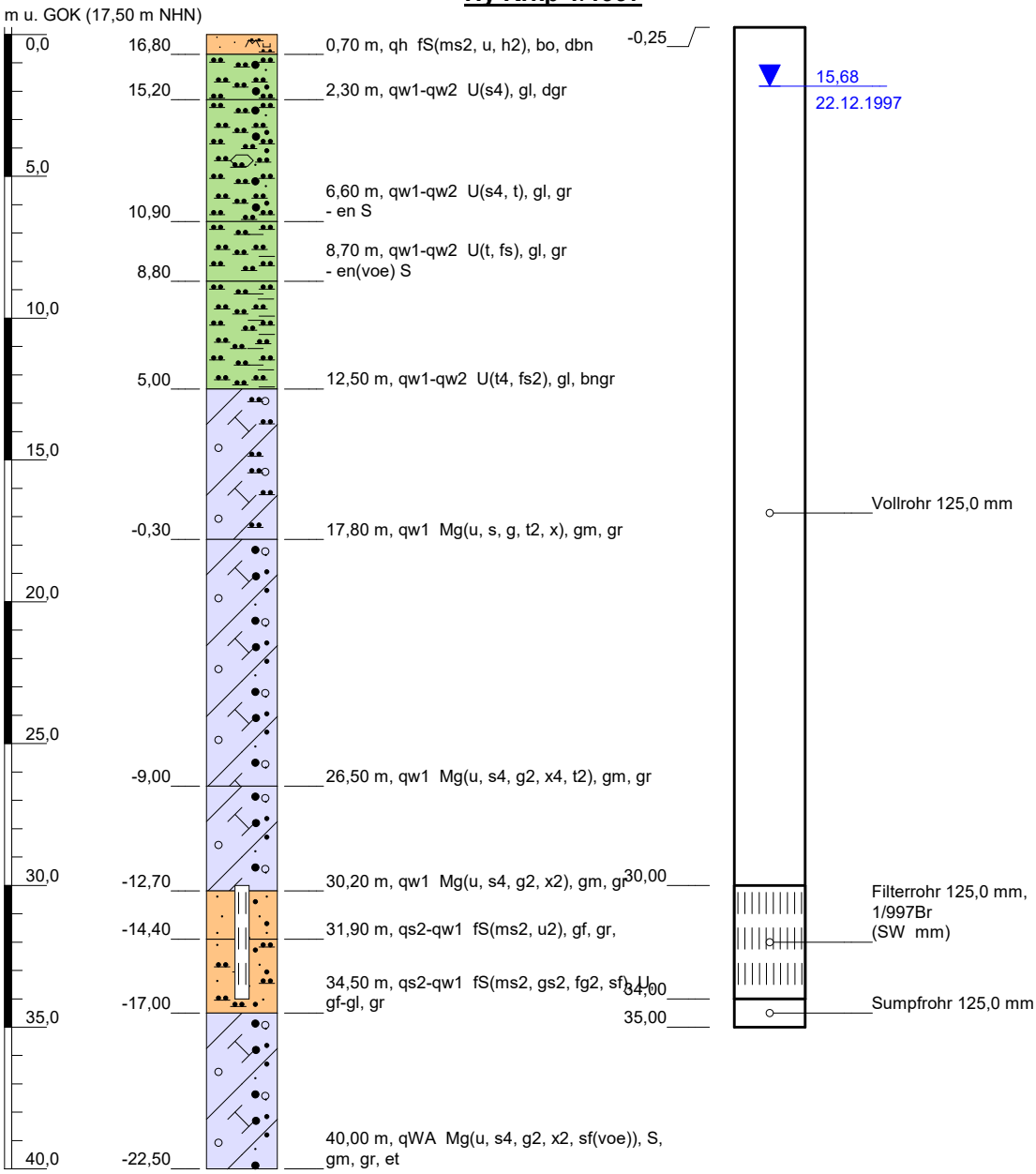
Kommentar:

Bohrung:	**Hy HoSp -/1961**		
Projekt:	Brunnen Kronskamp		
Auftraggeber:	Entwurfs- und Vermessungsbüro, RB SN	Rechtswert:	33324613
Autor SVZ:		Hochwert:	5979198
Bohrfirma:	VEB (B) Tiefbau, Schwerin	Ansatzhöhe:	18,00 m NHN
Bohrzeitraum:	12.09.1961 - 30.09.1961	Endtiefe:	16,0 m u. GOK

HG Nord

Anlage 2

Hy Krkp 1/1997



Höhenmaßstab: 1:250

Kommentar:

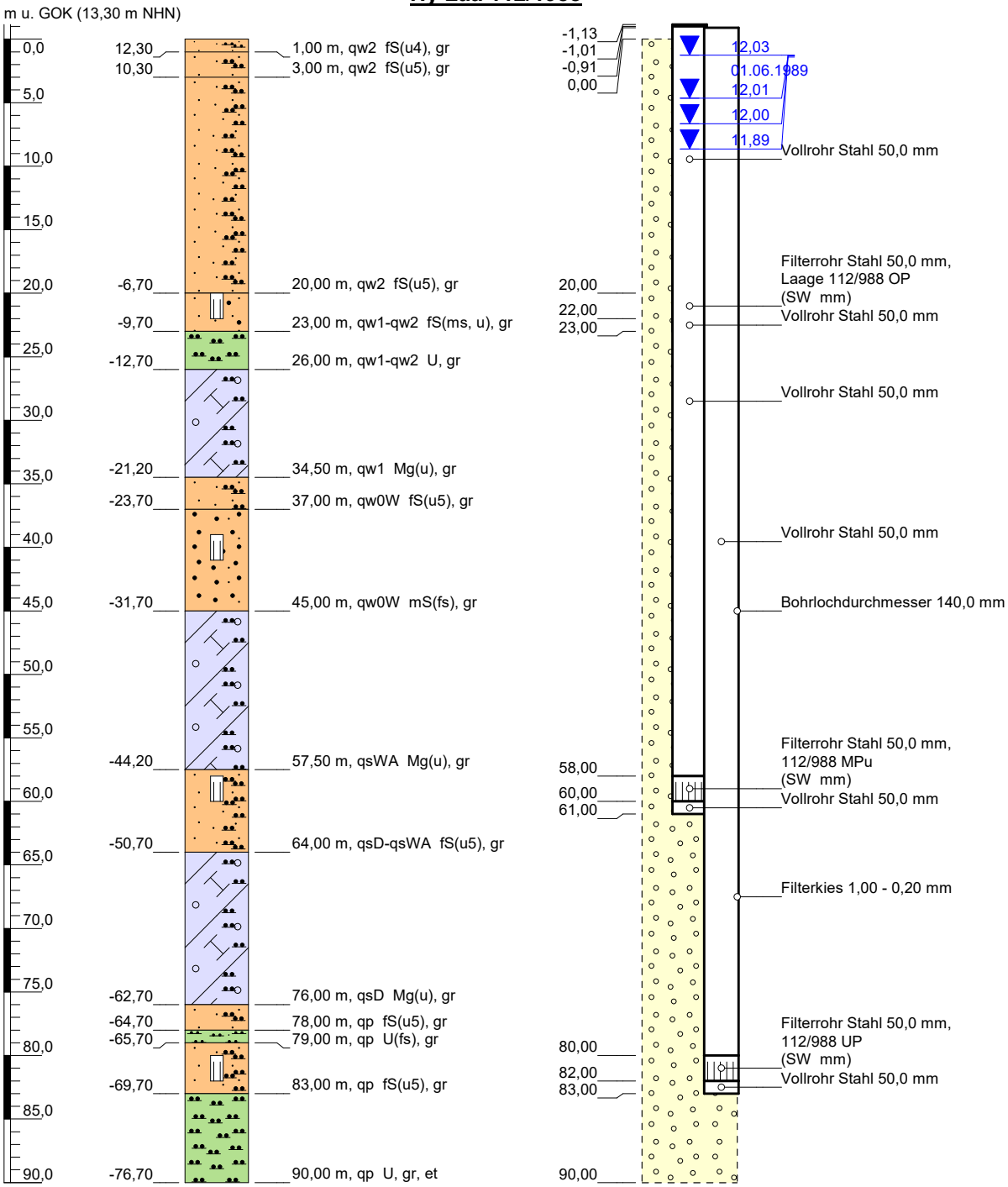
Blatt 1 von 1

Bohrung:	**Hy Krkp 1/1997**		
Projekt:	Brunnen Kronskamp Milchviehhof		
Auftraggeber:	Landwirtschaftl.Milchviehhof Kronskamp	Rechtswert:	33323947
Autor SVZ:		Hochwert:	5978715
Bohrfirma:	Ivers Bohrtechnik GmbH	Ansatzhöhe:	17,50 m NHN
Bohrzeitraum:	01.01.1997 - 01.01.1997	Endtiefe:	40,0 m u. GOK

HG Nord

Anlage 2

Hy Laa 112/1988



Höhenmaßstab: 1:500

Kommentar:

Blatt 1 von 1

Bohrung:	**Hy Laa 112/1988**		
Projekt:			
Auftraggeber:		Rechtswert:	33325064
Autor SVZ:		Hochwert:	5979392
Bohrfirma:		Ansatzhöhe:	13,30 m NHN
Bohrzeitraum:	31.12.1988	Endtiefe:	90,0 m u. GOK

HG Nord

Dimensionierung einer Bauwasserhaltung

HG Nord

Projekt	Kronskamp_EÜ_km_92_024_6325_BWH
Nummer	230092
Bearbeiter	Dipl.-Ing. T. Hilgert
Datum	03.08.2023
Anlage	3.1

Bemerkung

Bauphase 1: geschlossene Wasserhaltung,Vakuumanlage mit 39 Wellpoints, ca. 2.5 m Abstand, 2 m Filterlänge, Unterkante der Filter bei ca. +12 mHN (Oberkante Geschiebemergel)
alle Höhenangaben mHN entsp. mNHN

Berechnungsmodell

MODFLOW96 & PEST: numerische Simulation der 3D-Grundwasserströmung & Parameterschätzung; Ansatz: instationär; Berücksichtigung unvollkommener Brunnenausbau bzw. Vertikalströmung bei offener Wasserhaltung (oGWH) durch 5 Modelllayer; Randbedingung 1. Art bei R+MAX(Baugrubenlänge,-breite)/2) mit hR=GW-Ruhespiegel, Randbedingung 3. Art (RIVER) bei geohydraulisch wirksamen Gewässern; Horizontale Fließbarriere (HFB) zur Berücksichtigung von Dicht- bzw. Spundwänden; Randbedingung 3 .Art (DRAIN) bei offener Wasserhaltung und Wellpointentwässerung; Grundwasserneubildung

Angaben zum Baufeld (-grube)

Ausdehnung Links - Rechts	30.0	m
Ausdehnung Oben - Unten	72.0	m
Winkel des Verbaus (Böschung)		°
Einbindetiefe der Dicht-, Spundwand		muGOK
kf-Wert der Dicht-, Spundwand		m/s

Spundwand

kritischer Punkt

X	0.00	m
Y	-20.00	m

Absenkziel/Bauzeit/Absenktechnik

	Absenkziel		Bauzeit		Sohle Drainage oGWH		
Vorlauf	2.40	muGOK	7.0	Tage	☐		muGOK
Absenkphase 1	2.40	muGOK	84.0	Tage	☐		muGOK
Absenkphase 2	2.40	muGOK	77.0	Tage	☐		muGOK
Sicherheitszuschlag	0.50	m			Brunnen-, Wellpointanzahl	☑ 39	-
					Verbauabstand	0.00	m

Modellparameter

Layer Spundw.		Lithologie	Geländeoberkante GOK / Oberkante/Basis [mHN]	kf-Wert [m/s]
			17.0	
			16.0	
1	☐	Sand	11.0	6.00E-04
2	☐	Geschiebemergel	10.0	1.00E-07
3	☐	Geschiebemergel	8.0	1.00E-07
4	☐	Geschiebemergel	5.0	1.00E-07
5	☐	Geschiebemergel	0.0	1.00E-07
Layer der Brunnen-, Wellpointfilter			1	6.00E-04

Ruhe-(Rand-)wasserspiegel	**15.50**	mHN
kf-horizontal/kf-vertikal	10.0	-
entwässerbare Porosität n	0.20	-
spezifischer Speicherkoeffizient	1.0E-04	1/m
Grundwasserneubildung		mm/a
Leakage Baugrubesohle (oGWH)		1/s

Gewässer/Infiltration	X	Y	Breite	Wassersp.	Tiefe	Leakage
	m (Profilmitte)		m	mHN	m	1/s
Anfangsprofil						
Endprofil						

Berechnungsergebnisse

Zwischenwerte

Abstand der oberen Verbau(Böschungs-)kante	0.00	m
Abstand der Brunnen von der unteren Baugrubenkante	0.00	m
Ersatzradius Are	34.80	m
maximales Absenkziel s	1.40	m
☐ Reichweite nach Sichardt R=3000*s*kf^0.5, sonst R=1.5*(kf*H*Bauzeit/n)^0.5	664	m

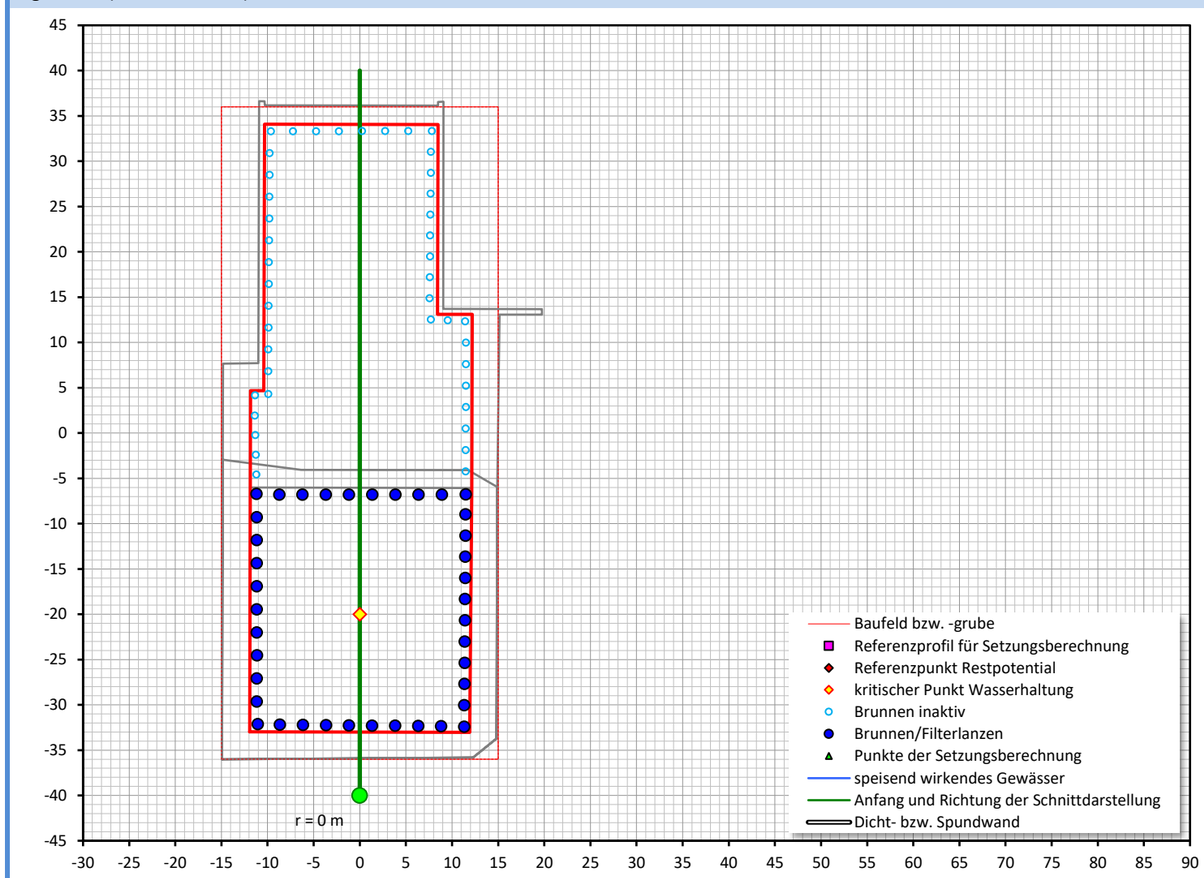
Grundwasserförderung zum Erreichen des Absenkzieles am kritischen Punkt

	offene GWH	Brunnen	
Vorlauf	**0.0**	**28.4**	m³/h
Absenkphase 1	**0.0**	**23.4**	m³/h
Absenkphase 2	**0.0**	**20.2**	m³/h

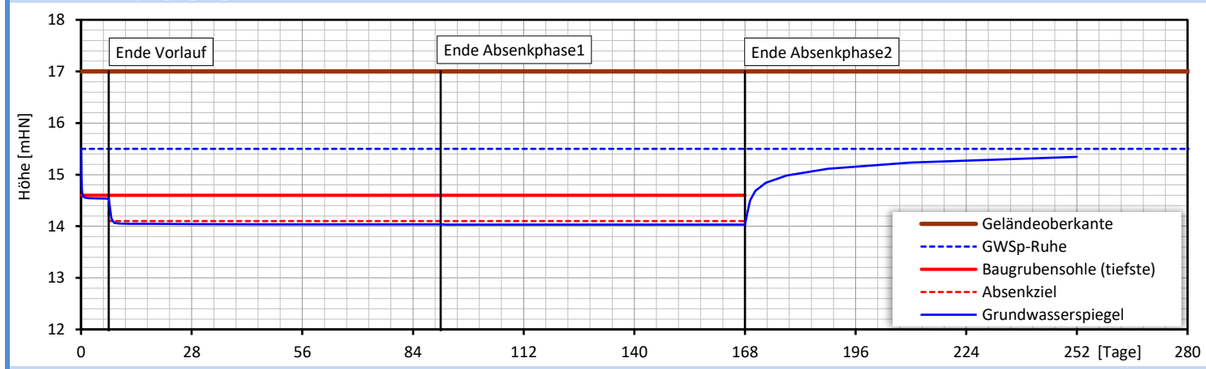
Nachweis des Fassungsvermögens der vorgeschlagenen Anlage

Qmax Einzelbrunnen/Wellpoint	0.73	m³/h
wirksamer Brunnendurchmesser	0.05	m
maximale Absenkung Einzelbrunnen	1.49	m
benötigte benetzte Filterhöhe Einzelbrunnen (nach Sichardt)/Spülfilterlänge	2.00	m
empfohlene Mindeseinbautiefe (Filterunterkante)	5.0	muGOK
Gesamtfördermenge	**89200**	**m³**

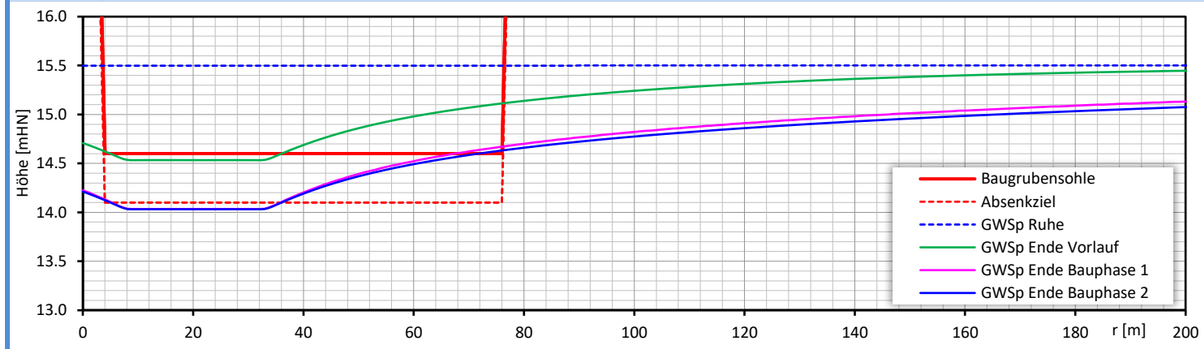
Lageskizze (unmaßstäblich)



Grundwasserspiegelgang am kritischen Punkt



Absenkungen räumlich



Version 3.006; (c) 10/2020 Hydro-Geologie-Nord PartGmbB, Dipl.-Ing. Toralf Hilgert

Dimensionierung einer Bauwasserhaltung

HG Nord

Projekt	Kronskamp_EÜ_km_92_024_6325_BWH
Nummer	230092
Bearbeiter	Dipl.-Ing. T. Hilgert
Datum	03.08.2023
Anlage	3.2

Bemerkung

Bauphase 2: geschlossene Wasserhaltung,Vakuumanlage mit 74 Wellpoints, ca. 2.5 m Abstand, 2 m Filterlänge, Unterkante der Filter bei ca. +12 mHN (Oberkante Geschiebemergel)
alle Höhenangaben mHN entsp. mNHN

Berechnungsmodell

MODFLOW96 & PEST: numerische Simulation der 3D-Grundwasserströmung & Parameterschätzung; Ansatz: instationär; Berücksichtigung unvollkommener Brunnenausbau bzw. Vertikalströmung bei offener Wasserhaltung (oGWH) durch 5 Modelllayer; Randbedingung 1. Art bei R+MAX(Baugrubenlänge,-breite)/2) mit hR=GW-Ruhespiegel, Randbedingung 3. Art (RIVER) bei geohydraulisch wirksamen Gewässern; Horizontale Fließbarriere (HFB) zur Berücksichtigung von Dicht- bzw. Spundwänden; Randbedingung 3 .Art (DRAIN) bei offener Wasserhaltung und Wellpointentwässerung; Grundwasserneubildung

Angaben zum Baufeld (-grube)

Ausdehnung Links - Rechts	30.0	m
Ausdehnung Oben - Unten	72.0	m
Winkel des Verbaus (Böschung)		°
Einbindetiefe der Dicht-, Spundwand		muGOK
kf-Wert der Dicht-, Spundwand		m/s

Spundwand

kritischer Punkt		
X	0.00	m
Y	0.00	m

Absenkziel/Bauzeit/Absenktechnik

	Absenkziel		Bauzeit		Sohle Drainage oGWH		
Vorlauf	2.40	muGOK	2.0	Tage			muGOK
Absenkphase 1	2.40	muGOK	14.0	Tage			muGOK
Absenkphase 2	2.40	muGOK	12.0	Tage			muGOK
Sicherheitszuschlag	0.50	m			Brunnen-, Wellpointanzahl	74	-
					Verbauabstand	0.00	m

Modellparameter

Layer		Geländeoberkante GOK	mHN 17.0				
Spundw.		Lithologie / Oberkante/Basis	16.0	kf-Wert [m/s]			
1		Sand	11.0	6.00E-04	kf-horizontal/kf-vertikal	10.0	-
2		Geschiebemergel	10.0	1.00E-07	entwässerbare Porosität n	0.20	-
3		Geschiebemergel	8.0	1.00E-07	spezifischer Speicherkoeffizient	1.0E-04	1/m
4		Geschiebemergel	5.0	1.00E-07			
5		Geschiebemergel	0.0	1.00E-07	Grundwasserneubildung		mm/a
		Layer der Brunnen-, Wellpointfilter	1	6.00E-04	Leakage Baugrubesohle (oGWH)		1/s

Ruhe-(Rand-)wasserspiegel **15.50** mHN

Gewässer/Infiltration	X	Y	Breite	Wassersp.	Tiefe	Leakage
	m (Profilmitte)		m	mHN	m	1/s
Anfangsprofil						
Endprofil						

Berechnungsergebnisse

Zwischenwerte

Abstand der oberen Verbau(Böschungs-)kante	0.00	m
Abstand der Brunnen von der unteren Baugrubenkante	0.00	m
Ersatzradius Are	34.80	m
maximales Absenkziel s	1.40	m
Reichweite nach Sichardt R=3000*s*kf^0.5, sonst R=1.5*(kf*H*Bauzeit/n)^0.5	271	m

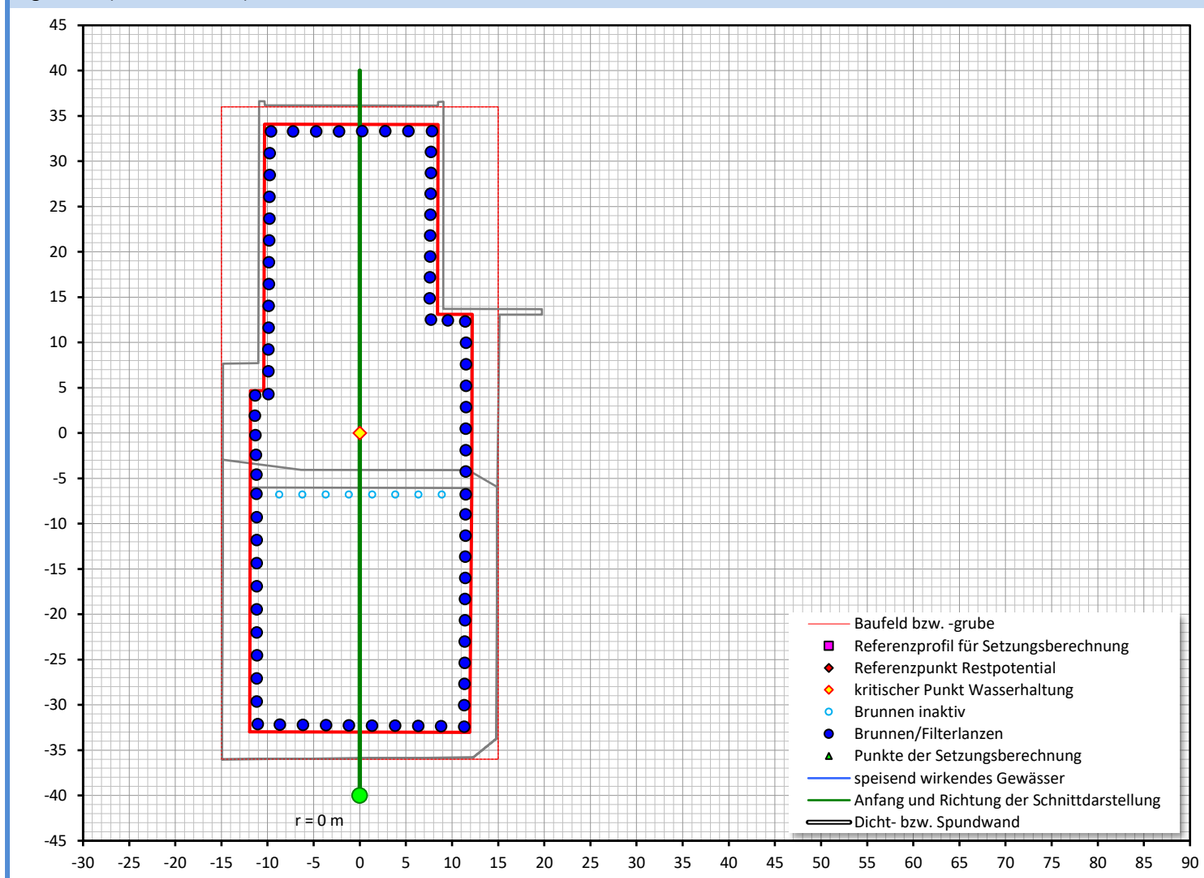
Grundwasserförderung zum Erreichen des Absenkzieles am kritischen Punkt

	offene GWH	Brunnen	
Vorlauf	**0.0**	**59.6**	m³/h
Absenkphase 1	**0.0**	**40.1**	m³/h
Absenkphase 2	**0.0**	**31.9**	m³/h

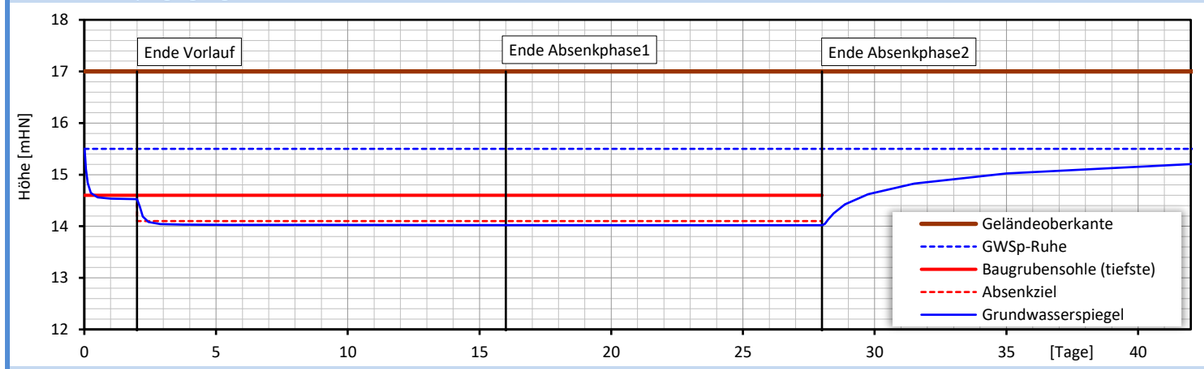
Nachweis des Fassungsvermögens der vorgeschlagenen Anlage

Qmax Einzelbrunnen/Wellpoint	0.81	m³/h
wirksamer Brunnendurchmesser	0.05	m
maximale Absenkung Einzelbrunnen	1.49	m
benötigte benetzte Filterhöhe Einzelbrunnen (nach Sichardt)/Spülfilterlänge	2.00	m
empfohlene Mindeseinbautiefe (Filterunterkante)	5.0	muGOK
Gesamtfördermenge	**25510**	**m³**

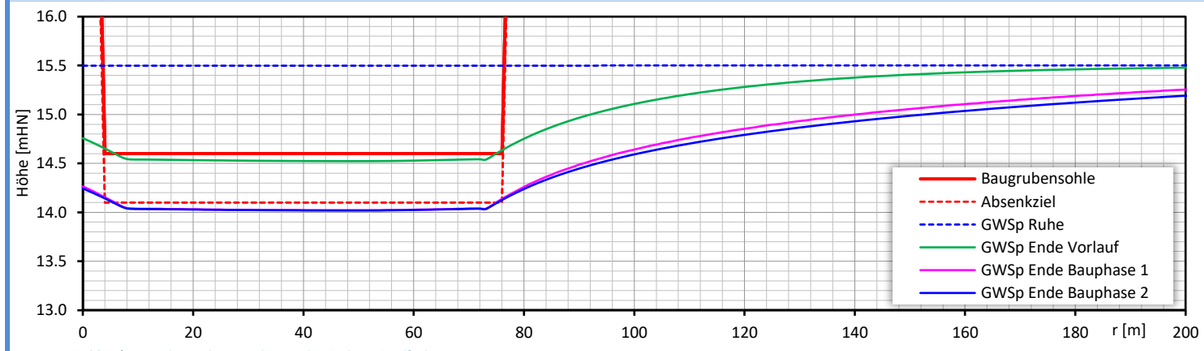
Lageskizze (unmaßstäblich)



Grundwasserspiegelgang am kritischen Punkt



Absenkungen räumlich



Version 3.006; (c) 10/2020 Hydro-Geologie-Nord PartGmbB, Dipl.-Ing. Toralf Hilgert

Setzungen infolge Grundwasserspiegelabsenkung

HG Nord

Projekt	Kronskamp_EÜ_km_92_024_6325_BWH
Nummer	230092
Bearbeiter	Dipl.-Ing. T. Hilgert
Datum	03.08.2023
Anlage	3.3

Berechnungsgrundlagen

Indirekte Setzungsberechnung (Setzungsermittlung mit Hilfe der lotrechten Spannungen im Boden)
nach DIN 4019:1979-04 "Baugrund; Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung".

GW-Absenkung	
Ergb. Setzungen	

Referenzprofil

Bezeichnung/Name			BS 2/20
X-Koordinate	*bezogen auf Baugrubenmitte*	[m]	
Y-Koordinate			
Geländeoberkante		[mHN]	16.83
GW-Ruhespiegel (Bemessung)		[mHN]	15.50
Grenztiefe	☑ 20%-Regel oder	[m]	10.00

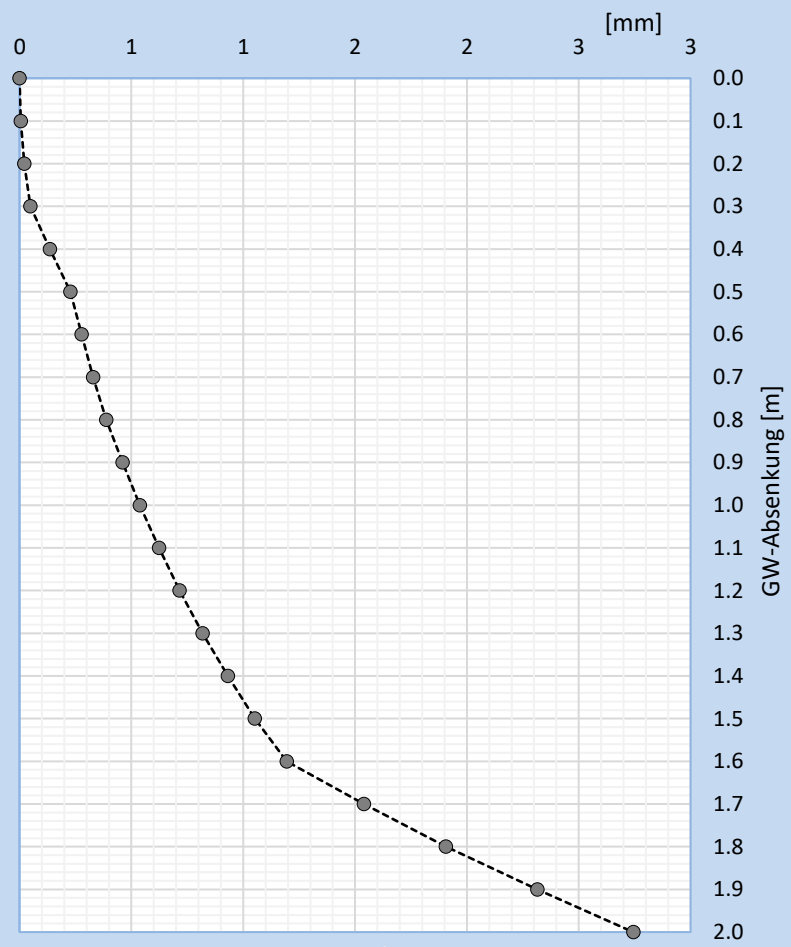
Bodenparameter

z *[m]*	Bodenart	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	Es *[kN/m²]* *
2.00	Auffüllung	20.0	10.0	10000
5.60	Sande	18.5	9.0	55000
11.00	Geschiebemergel	21.5	11.5	15000

) aus Baugrundgutachten worst case, extrapoliert*

Berechnungsergebnisse

GW-Absenkung [m]	Setzung [mm]
0.00	0.0
0.10	0.0
0.20	0.0
0.30	0.0
0.40	0.1
0.50	0.2
0.60	0.3
0.70	0.3
0.80	0.4
0.90	0.5
1.00	0.5
1.10	0.6
1.20	0.7
1.30	0.8
1.40	0.9
1.50	1.1
1.60	1.2
1.70	1.5
1.80	1.9
1.90	2.3
2.00	2.7



Version 3.003; (c) 04/2019 Hydro-Geologie-Nord PartGmbB, Dipl.-Ing. Toralf Hilgert