

Ökologisches Großprojekt Buna

Schnittstellenbeschreibung zwischen Brunneninfrastruktur und Grundwasserreinigungsanlage

M02 Grundwassersicherung Randriegel Nord

TM 02.04 - RR3/4 - Randriegel Standorte 3 und 4

- Schnittstellenbeschreibung -

Erstellt für:



Dow Olefinverbund GmbH
Werk Schkopau
06258 Schkopau

Erstellt von:



Contracting GmbH

Regionalbüro Schkopau,
c/o Dow Olefinverbund GmbH, Postfach 1163
06201 Merseburg

Bearbeiter :

Uwe Wienold

Tel.: +49 (0)3461/49-3119

Fax: +49 (0)3461/49-3104

Datum:

06.09.2018

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ALLGEMEIN	3
2.	ENERGIEVERSORGUNG GWRA.....	5
3.	ENERGIEVERSORGUNG INFRASTRUKTUR (BRUNNENTECHNIK)	6
4.	MSR-ÜBERGABEN.....	7
5.	ZULAUF ROHWASSER.....	9
6.	ABLAUF REINWASSER.....	11

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Layout Aufstellfläche GWRA

Anlage 2: RLT-Übersicht (R&I)

Anlage 3: Aufbauplan MSR-Schaltschrank „CP/MSR-1“

Anlage 4: Druckverlustberechnung Reinwasserleitung W10a nach W5a

1. ALLGEMEIN

Der Randriegel 3 und 4 (RR3/4) als Bestandteil des ökologischen Großprojektes Buna (ÖGP) umfasst außer einer Reihe von Messstellen auch 11 Sicherungsbrunnen:

- RR3 (alt): Altbrunnen 7282 und 7283. Beide Brunnen werden als Sperrbrunnen / Ersatzbrunnen vorgehalten. D.h. es ist prinzipiell möglich, die Brunnen über die bestehenden Infrastruktur bei Bedarf wieder in Betrieb zu nehmen.
 - RR3.1: Brunnen 9697, 9698, 9699 9703
 - RR3.2: Brunnen 9694, 9695, 9696, 9702
 - RR4: Brunnen 8000
- } RR3/4 neu, 9 Brunnen

Die vorliegende Schnittstellenbeschreibung umfasst die Erläuterung / Darstellung der Infrastruktur zur Anbindung des RR3/4 neu, entsprechend insgesamt 9 Brunnen, die - nach Optimierung des hydraulischen Konzeptes für den Standort RR3/4 - mit einer Gesamtförderrate von rund 21 m³/h betrieben werden sollen.

Alle Brunnen befinden sich auf dem Territorium der Dow Olefinverbund GmbH, Werk Schkopau, Bereich Wasserwerk. Das schadstoffbelastete Grundwasser aus den 9 Brunnen wird einer Grundwasserreinigungsanlage (GWRA) zugeführt, die auf einer eigens geschaffenen Aufstellfläche (20x20m) positioniert ist (**siehe Anlage 1 zur vorliegenden Schnittstellenbeschreibung: Layout Bodenplatte GWRA**). Der Austrag des Reinwassers erfolgt hauptsächlich in den Brauchwasserkreislauf der Dow Olefinverbund GmbH bzw. temporär (mit gesonderter, behördlicher Genehmigung) in den örtlichen Saalegraben. **Anlage 2 zur vorliegenden Schnittstellenbeschreibung** enthält eine **RLT-Übersicht (R&I)**.

Bei diesem Projekt wird anlagentechnisch unterschieden zwischen Infrastruktur und Grundwasserreinigungsanlage (nachfolgend GWRA). Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben die gewerk- und anlagenspezifischen Schnittstellen zwischen beiden.

Zur Infrastruktur gehören dabei alle Dow-seitig vorhandenen Installationen/Komponenten, welche für den Betrieb der GWRA erforderlich sind. Hierzu gehören speziell die Energieversorgung inkl. Verbrauchserfassung, die Pumpen in den Sicherungsbrunnen und deren örtliche Steuerungen, die Rohrleitungen inklusive Armaturen und Durchflussmessungen jeweils zwischen den Sicherungsbrunnen und den nachfolgend beschriebenen Übergabe-/Schnittstellen.

Sämtliche Anschlüsse (Rohrleitungen, Elektro und MSR) wurden konzentriert auf der Westseite der Aufstellfläche bzw. am/im Übergabeschutzhaus W10a angeordnet und stehen dort zum Anschluss der GWRA zur Verfügung.



Es handelt sich hierbei um Bestandteile der Infrastruktur, welche bereits vorhanden und somit durch den Bieter zu verwenden sind.

Im Detail existieren Flanschverbindungen für die Rohrleitungen, sowie Klemmleisten/ Klemmstellen für die Elektro- und MSR-Anschlüsse.

Alle erforderlichen Verbindungen von der GWRA zu den vorhandenen Anschlusspunkten sind durch den Bieter vorzunehmen und in seinem Angebot zu berücksichtigen.

Die vorhandenen Übergabestellen/Schnittstellen sind dabei nicht zu verändern.

Die Brunnenpumpe am RR4 (Brunnen 8000) wird örtlich über ein Steuergerät vom Typ CU3 der Fa. Grundfos betrieben. Die restlichen acht (neueren) Brunnenpumpen werden über Frequenzumrichter betrieben.

Der Bieter hat dies bei der Auswahl seiner Technologie, insbesondere hinsichtlich der Ansteuerung zu berücksichtigen.

Bei evtl. Ausfällen des CU3-Steuergerätes (welches zukünftig ggf. nicht mehr mit vertretbarem Aufwand zu reparieren ist) wird dieses durch den AG - vorzugsweise - durch einen Frequenzumrichter ersetzt (Hersteller: Fa. Danfoss, Baureihe: FC-202 /).

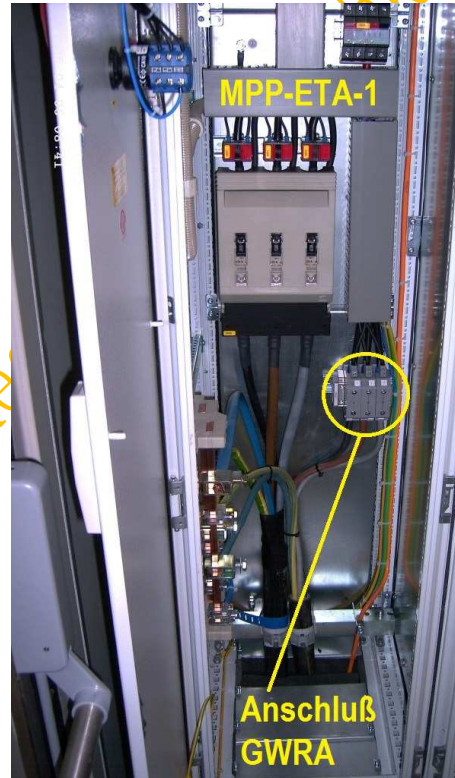
Durch den Bieter ist diesbezüglich für den Brunnen 8000 seitens seiner SPS zusätzlich ein Analogausgang 4-20mA (Drehzahlswert Pumpe) und ein Analogeingang 4-20mA (Drehzahlwert Pumpe) vorzuhalten; siehe hierzu auch Kap. 4 der vorliegenden Schnittstellenbeschreibung.

2. ENERGIEVERSORGUNG GWRA

Für die Energieversorgung ausschließlich der GWRA steht im Übergabeschutzhaus W10a ein Schaltschrank „MPP/ETA-1“ mit einem 3-poligen Sicherungsabgang (NH-2, 125A gG/gL) zur Verfügung.

Es handelt sich dabei um die Netzform TN-S (3/N/PE) mit der Normspannung 400V/50Hz von einem Trafo mit einer Gesamtleistung von 125kVA.

Die zugehörige Verbrauchszählung befindet sich ebenfalls im Schaltschrank „MPP/ETA-1“.



Die Kabelverlegung vom vorher genannten Schaltschrank bis zur GWRA obliegt im Auftragsfall dem Bieter selbst und ist in seinem Angebot zu berücksichtigen. Falls erforderlich, gilt gleiches für das Kabelverlegesystem außerhalb W10a (Kabeltrasse, Kanal, Rohr, o.ä.).

Die Errichtung der gesamten Elektroanlage (ab Schaltschrank) hat nach den aRdT in Übereinstimmung mit den aktuellen DIN/VDE-Bestimmungen, insbesondere DIN/VDE 0100, 0105, 0165, 0185 und den Werkstandards der Dow Olefinverbund GmbH zu erfolgen.

Die Vorschriften der DGUV (insbesondere Vorschrift 3) sind einzuhalten.

Für die durch den Bieter errichtete Elektroanlage ist vor Erstinbetriebnahme von der Dow-Fachabteilung Power Utilities / Maintenance (Hr. Niedballa, VEFK, 03461/49-2714) eine schriftliche Freigabe einzuholen.

Für die Brunnen-Infrastruktur existiert eine separate Stromversorgung mit ebenfalls separater Verbrauchszählung. Dieser Leistungsbedarf wird vom AG getragen und muss daher bei der Anschlussleistung der GWRA vom Bieter nicht berücksichtigt werden.

3. ENERGIEVERSORGUNG INFRASTRUKTUR (BRUNNENTECHNIK)

Im Übergabeschutzhaus W10a (GFK) befindet sich u.a. der Schaltschrank „MPP/ETA-2“, von dem die Energieversorgung aller Brunnenstandorte und dem MSR-Schaltschrank „CP/MSR-1“ erfolgt.

Vor Ort, an den 9 Brunnenstandorten befindet sich (jeweils unter dem GFK-Brunnenschutzhaus) ein ETA-/MSR-Schaltkasten „SDP-xxxx“, in dem die Pumpensteuerung bzw. die Frequenzumrichter und die örtliche Schaltungstechnik untergebracht sind.

Bei den Pumpen handelt es sich um Typen des Herstellers Grundfos. (Brunnen 8000: SP8A-10NE/1,5kW, restliche Brunnen: SP3A-**NE/0,75kW)

Unter den Brunnenschutzhäusern ist zusätzlich zum Schaltkasten die Brunnen- und Rohrleitungstechnik angeordnet. Die Ansteuerung der Pumpen wird nachfolgend unter „MSR-Übergaben“ beschrieben.

Örtliches Brunnenschutzhaus:



4. MSR-ÜBERGABEN

Der ebenfalls im Übergabeschutzhaus W10a existierende MSR-Schaltschrank „CP/MSR-1“ enthält entsprechende Klemmleisten für den Signalaustausch zum jeweils örtlichen Brunnenschaltkasten. Der Aufbauplan des MSR-Schaltschranks CP/MSR-1 ist in **Anlage 3 zur vorliegenden Schnittstellenbeschreibung beigelegt**.

Alle Brunnen befinden sich jeweils ca. 200m bis 600m von W10a entfernt. Die Signale werden aufgrund der Kabellängen nicht direkt per Draht, sondern mit einer Feldbustechnik (Feldmultiplexer, Fa. Phoenixcontact, Typ: MUX) übertragen.

Hierzu existiert zu/von jedem Brunnen ein MSR-Kabel vom Typ Re-2Y(St)Yv 12x2x1,3 bzw. 8x2x1,3, welches für v.g. Bustechnik verwendet wurde/wird.

Diese Art der Signalübertragung hat seit 2005 störungsfrei funktioniert.

Von/zu den Brunnen sind für deren Ansteuerung und Rückmeldungen 12 I/O's (je Brunnen) erforderlich:

Befehle (2x DO):

- Start/Stop Pumpe,
- Quittierung Störung

Rückmeldungen (6x DI):

- Pumpe „Ein“,
- Pumpenstörung,
- Örtlicher Schaltschrank „Ein“,
- Sammelstörung,
- Freigabe Automatik,
- Durchfluss kumulativ Rohwasser Brunnen (100L/1Impuls, Impulslänge 0,5sek.)

Analogwerte (3x AI):

- Istwert Pegelstand Brunnen (4...20mA = 0...20/40/100mWS [Wassersäule])
- Drehzahl Sollwert der Pumpe bei FU-Betrieb (4...20mA = 1750...2865rpm)
- Momentandurchfluss Rohwasser Brunnen (4...20mA = 0...3/5/20/25m³/h)

Analogwerte (1x AO):

- Drehzahl Sollwert der Pumpe bei FU-Betrieb (4...20mA = 1750...2865rpm)

Der Trockenlaufschutz für die Pumpen wird/ist jeweils durch entsprechende Parametrierung im Pumpensteuergerät CU3 bzw. im Grenzwertbaustein RMA42 (bei Frequenzumrichtern) sichergestellt (Leistungsumfang Infrastruktur). Der Trockenlaufschutz für die Filterstrecken ist bereits physikalisch gegeben, da die signalgebenden Pegelsensoren immer oberhalb der Brunnen-Filterstrecken angeordnet wurden und bei $\leq 4,20\text{mA}$ jeweils (spätestens) eine Abschaltung (Rücksetzung von „Freigabe Automatik“) erfolgt.

Die Signale vom/zum Brunnen (über die bereits beschriebene Feldmultiplexer-Verbindungen) werden im MSR-Schaltschrank in W10a über normale Reihenklammern geführt. Die nachgeordneten Feldbusverbindungen sind mit Überspannungsschutz versehen,

so dass die Übergabeklemmen zur GWRA nicht noch einmal mit Überspannungsschutz versehen wurden.

Für den Bieter (Betreiber der Reinigungsanlage) besteht damit im existierenden MSR-Schaltschrank CP/MSR-1 in W10a die Möglichkeit alle Signale drahtgebunden zu übernehmen und seiner/m SPS/Leitsystem mittels „twisted pair“-Verkabelung zuzuführen. Er hat diesen Umfang in seinem Angebot zu berücksichtigen.

Im Übergabeschutzhaus W10a existiert weiterhin eine Leckageüberwachung, welche einen potentialfreien Kontakt für die Abschaltung der GWRA (betrifft alle Einschaltbefehle der Brunnenpumpen, sowie auch für die Reinwasseraustragspumpe der GWRA) zur Verfügung stellt. (Andere Funktionen der GWRA können in Betrieb bleiben; es darf im Leckagefall kein Wasser (Roh- und/oder Reinwasser) mehr gefördert werden). Die Funktion ist bei Erstinbetriebnahme der GWRA nachzuweisen.

Generell erfolgt die Ansteuerung der Pumpen durch das Leitsystem der GWRA, lediglich prioritäre Funktionen wie z.B. Überlastabschaltung, Not-Halt, Trockenlauf, Handbetrieb, ... existieren hardwareseitig vor Ort und können von der GWRA nicht beeinflusst werden. Die Anforderung von Rohwasser im Automatikbetrieb bedarf immer der Einschaltbefehle von der GWRA.

Die primäre Aufgabenstellung für den Bieter besteht in der kontinuierlichen Rohwasserreinigung. Für eine konstante, ebenfalls kontinuierliche Rohwasserförderung bilden die analogen Durchflusswerte die Basis und können/sollen als Führungsgröße für die SPS-geführte Regelung/Steuerung dienen.

Gemäß Aufgabenstellung hat der Bieter insbesondere die zur Verfügung gestellten Durchflusswerte und Pegelstände für die Langzeit-Datenerfassung/Monitoring im Leitsystem der GWRA zu verwenden.

Im Zusammenhang mit der vom Bieter gewählten Reinigungstechnologie ist ggf. eine kontinuierliche CO-, UEG- und/oder andere Überwachung mit Grenzwertsignalisation/-ausgabe erforderlich. Eine Aufschaltung der/des Grenzwertsignale/s auf das Dow-Leitsystem in L47 (zentrale Messwarte) ist sicherzustellen. Dazu stehen in W10a Übergabeklemmen zur Verfügung. Der Verkabelungsaufwand von der GWRA nach W10a ist vom Bieter in seinem Angebot zu berücksichtigen.

Die Information der Werksfeuerwehr bei eingehender Störung wird operativ durch das diensthabende Messwartenpersonal in L47 gewährleistet. Auf Anforderung der Werksfeuerwehr ist ggf. vor Ort eine optische Anzeige für die Feuerwehr vorzusehen, um welche Art Störung es sich konkret handelt (CO, UEG und/oder ???).

Die Funktionsweise ist im Beisein der Dow-Werksfeuerwehr vor Erstinbetriebnahme nachzuweisen.

5. ZULAUF ROHWASSER

Die Standorte RR 3.1 (4 Brunnen) und RR3.2 (4 Brunnen) sind jeweils mittels Sammel-Rohwasserleitungen DN65 (Material HDPE, SDR11) mit dem Übergabeschutzhaus W10a verbunden. Der Brunnen 8000 besitzt eine separate Rohwasserleitung nach W10a, DN65.

Vor Ort unter den Brunnenschutzhäusern befinden sich Hand-Absperrventile 2“ mit Rückstromverhinderern, jeweils Probenahmestellen 1/4“ sowie diverse Flanschverbindungen/Verschraubungen.

Für die Messung der einzelnen Rohwassermengen des Standortes RR3.2 (Brunnen 9694, 9695, 9696 und 9702) befindet sich der zugehörige Durchflussmesser (MID) jeweils im örtlichen Brunnenschutzhaus. Im Übergabeschutzhaus W10a befindet sich ein weiterer Durchflussmesser (MID), der den gesamten Durchfluss der v.g. vier Brunnen misst.

Für die Messung der einzelnen Rohwassermengen des Standortes RR 3.1 (Brunnen 9697, 9698, 9699 und 9703) befindet sich der zugehörige Durchflussmesser (MID) jeweils im örtlichen Brunnenschutzhaus. Im Übergabeschutzhaus W10a befindet sich ein weiterer Durchflussmesser (MID), der den gesamten Durchfluss der v.g. vier Brunnen misst.

Für die Messung der Rohwassermengen des Standortes RR 4 (Brunnen 8000) befindet sich der zugehörige Durchflussmesser (MID) im Übergabeschutzhaus W10a.

Im Übergabeschutzhaus W10a befindet sich in jeder der 3 Rohwasserleitungen ein Durchflussmesser (MID) der Fa. Krohne, Typ Optiflux 2000 mit IFC010, welcher jeweils einen Analogausgang 4-20mA (Momentandurchfluß) und einen Impulsausgang (z.Zt.100L/1Impuls) besitzt. Die Durchflussmesser wurden in einer separaten Armaturenstrecke je Rohwasserleitung zwischen zwei Absperrventilen (ebenfalls mit Rückstromverhinderern) angeordnet.

Von folgenden Sollförderdaten ist auszugehen:

Standort	Brunnen-Nr.	Sollfördermenge [m³/h]
RR 3.1	9697	0,85
	9698	2,33
	9699	1,71
	9703	1,98
RR 3.2	9694	0,86
	9695	2,38
	9696	1,58
	9702	2,01
RR 4	8000	7,20
	Summe:	20,92

Die GWRA ist entsprechend auszulegen auf:

- eine minimale Rohwassermenge von 10 m³/h
- eine normale Rohwassermenge von 21 m³/h
- eine maximale Rohwassermenge von 30 m³/h.

Die Anpassung der einzelnen Teilströme ist vom AN nach Vorgabe des AG vorzunehmen. Dafür werden an den drei alten Brunnen (7282, 7283, 8000) jeweils die vorhandenen Absperrventile verwendet. Bei den mit Frequenzumrichter ausgestatteten Brunnen ist die Förderate jeweils mittels der Pumpendrehzahl anzupassen.



Der Fließrichtung folgend, verlassen die insgesamt drei Rohwasserleitungen (DN65) der Standorte RR3.1, RR3.2 und RR4 das Übergabeschutzhaus auf der Ostseite in ca. 1 bis 2 m Höhe über GOK. Unmittelbar nach dem Gebäudeaustritt enden alle Rohwasserleitungen mit einem Kunststoff-Flansch DN65, welcher jeweils die RLT-Schnittstelle zur GWRA darstellt. Ab hier obliegt die weitere Verrohrung einschließlich Isolierung und ggf. erforderlicher Unterstützungssysteme bis zur GWRA dem Bieter.

Die Rohrleitungen von W10a bis zur GWRA sind frostsicher (Funktionstauglichkeit bis -25°C) zu versehen. Der elektrische Anschluss für eine ggf. erforderliche Frostschutzbegleitheizung ist GWRA-seitig auszuführen.

Die RLT-Infrastruktur ist konzipiert für jeweils freien Auslauf des Rohwassers mit nur geringem Überdruck. Sollte durch den Bieter eine Sammelleitung zur GWRA errichtet werden, so sind gegenseitige hydraulische Rückwirkungen zu verhindern.

6. ABLAUF REINWASSER

Analog zu den Rohwasserleitungen existiert die Übergabestelle der Reinwasserleitung auf der Ostseite von W10a in ca. 1m Höhe über GOK als Flanschverbindung DN80/DA95, PE-PP. Die Reinwasserleitung wird ebenfalls durch das Übergabeschutzhaus W10a geführt und verlässt dieses in zwei Richtungen jeweils durch die Bodenplatte.

Dazu existieren im Schutzhaus W10a zwei KFR-Absperrventile 2,5“. Eines davon befindet sich in der Reinwasserleitung mit Austrag in den Saalegraben und das andere mit Austrag in das Dow- Brauchwasserfilterbecken W5a. Im Normalbetrieb erfolgt der Reinwasseraustrag in das Becken W5a. Je nach Dow-Betriebsregime des Beckens W5a kann der Austrag auf der Nord- und/oder Südseite erfolgen. Die jeweilige Einleitstelle wird durch Dow festgelegt und in deren eigener Regie operativ vorgenommen. Durch den Bieter ist dies bei der Dimensionierung seiner Austragspumpe jedoch zu berücksichtigen, insbesondere hinsichtlich des höheren Druckverlustes bei voller Leitungslänge.



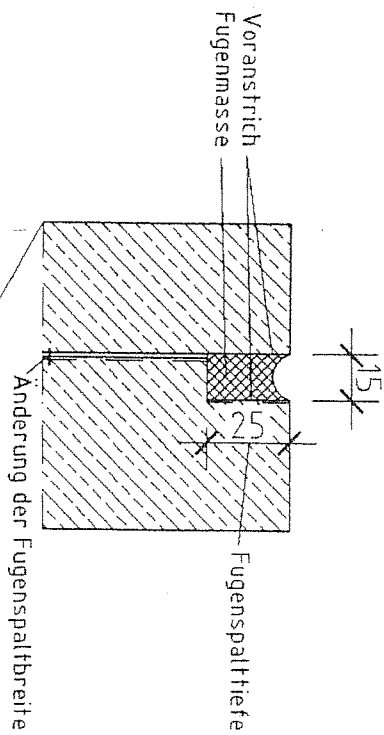
Für das Reinwasser existiert seitens der Infrastruktur kein Durchflussmesser und muss, falls erforderlich, durch den Bieter in der GWRA vorgesehen werden. Die Länge der Reinwasserleitung bis zum letzten Auslaufpunkt (W5a) beträgt ca. 145m. Bei einer theoretischen, kontinuierlichen Durchflussrate von 27m³/h ist hier aufgrund des Rohrquerschnitts, der Leitungslänge, den Einbauten, den Richtungsänderungen und dem geodätischen Höhenunterschied ein Gegendruck von ca. 1,6bar (ab Schutzhaus W10a) zu erwarten, **siehe Anlage 4 zur vorliegenden Schnittstellenbeschreibung**. Der Bieter hat dies bei der Auslegung seiner Reinwasser-Austragspumpe(n) zu berücksichtigen. In Richtung Saalegraben besitzt die Reinwasserleitung ca. 7m Gefälle bei einer Leitungslänge von ca. 150m. Der Druckverlust ist dadurch erheblich geringer als beim Austrag in das Becken W5a und spielt daher bei der Auslegung nur eine untergeordnete Rolle.

Bei den Austrittsstellen handelt es sich jeweils um ein ein offenes Rohrende der Dimension DN80/DA93, PE100, SDR11.

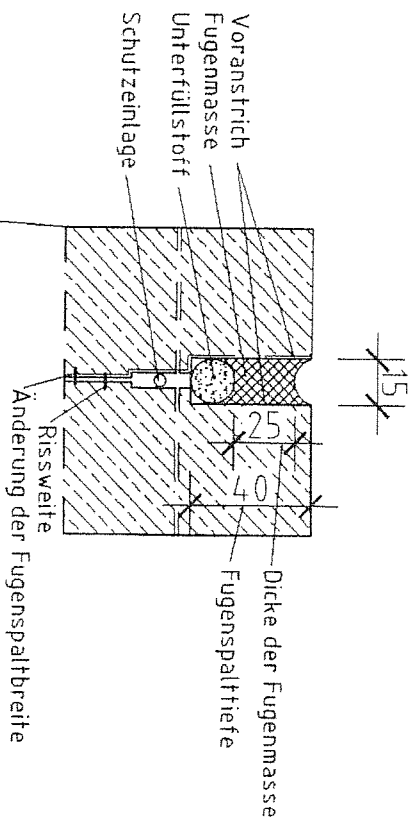
7. WEITERE MEDIENANSCHLÜSSE

Am Standort der GWRA bzw. im näheren Umfeld sind keine weiteren Medien (bspw. Trinkwasser, Brauchwasser, Telekommunikation, o.ä.) verfügbar. In etwa 100m nördl. Entfernung befindet sich ein Hydrant der Dow (Wasserdruck etwa 4 bar), der temporär über eigene flexible Schlauchleitungen des AN (inkl. auftragnehmerseitig zu stellendem Wasserzähler) kostenpflichtig genutzt werden könnte.

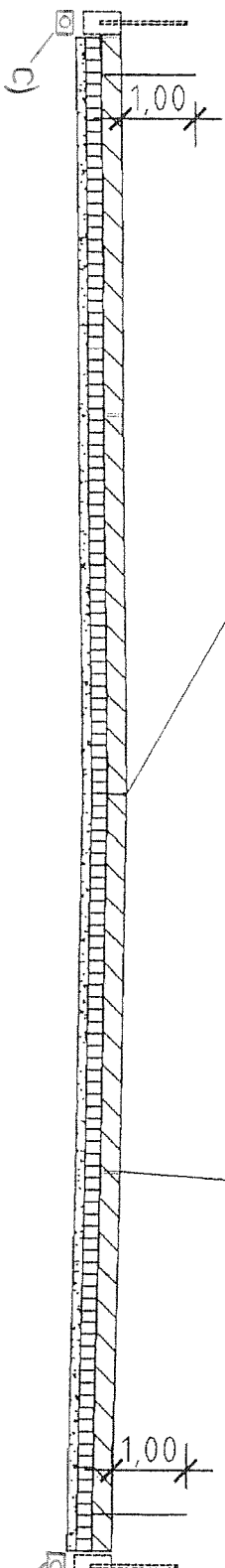
a) Pressfuge



b) Scheinfuge



Schnitt M-M



Bauweise nach RStO mit Betondecke nach
Tafel 2, Zeile 1.2

24 cm Betondecke, Qualität B 25, KR, Mindestzementgehalt 350 kg/m³, Oberfläche glatt abziehen

Vliesstoff

40 cm Schottertragschicht 0/45, verfestigt

16 cm Frostschuttschicht, 0/56

80 cm Gesamtaufbau

Absperrrpfosten, aus Stahlrohr rund,
48 x 2,5 mm, verzinkt und pulverbeschichtet, mit
weißen und roten Warnstreifen, Höhe über Boden 90 cm,
zwischen Pfosten Absperrkette
Fundament, Beton B15,
Maße: B x L x H = 0,3m x 0,3m x 0,5 m
c) Drainageleitung incl. Kieseinführung
und Umhüllung mit Geotextil
(Einbau ca. 0,5 m)

Rev.	Datum	Bezeichnet	gezeichnet	gezeichnet	Kunde	Blatt
E					Gegelec Contracting GmbH	2
D					DDV	
C					Diefenverbund GmbH	
B					Werk Schkopau	
A					Erstausführung	
Rev.	Datum	Bezeichnet	gezeichnet	gezeichnet	Zeichnungs-Nr.	Modell-Nr.

CKW-Wasserwerk-W5a

Berechnungsnummer:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fördermedium:	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.	Wasser (1,013bar,8°C)/flü.
Volumenstrom in m³/h:	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000
Dichte in kg/m³:	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851	999,851
Dyn.Viskos. in 10-6 kg/ms:	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700	1384,700
Rohrbezeichnung:	Höhendifferenz Pumpe- Einlauf Becken W5a	Wasser_gereinigt_zu W5a	Schrägsitzventil W10a	Schieber W5a	90° Kniestück, beta=90°	45° Kniestück, beta=45°	Wasser_gereinigt_zu W5a	Kunststoffrohre aus PE weich DIN 19533	3x Schieber W5a	2x T-Stück W5a	45° Kniestück, beta=45°	90° Kniestück, beta=90°
Rohrleitungselement/Anzahl:	Höhenunterschied/1	Kreisrohr/1	Schrägsitzventil/1	Schieber/1	Zeta-Wert/11	Zeta-Wert/7	T-Stück scharfkantig/3	Kreisrohr/1	Schieber/3	T-Stück scharfkantig/2	Zeta-Wert/2	Zeta-Wert/5
Elementabmessungen:	Höhendifferenz H in m: 2,000	Rohrdurchmesser D in mm: 73,600	Rohrdurchmesser D in mm: 73,600	Rohrdurchmesser D in mm: 73,600	Elementdurchm. D in mm: 73,600	Elementdurchm. D in mm: 73,600	Rohrdurchmesser D1 in mm: 73,600	Rohrdurchmesser D in mm: 73,600	Rohrdurchmesser D in mm: 73,600	Rohrdurchmesser D1 in mm: 73,600	Elementdurchm. D in mm: 73,600	Elementdurchm. D in mm: 73,600
		Rohrlänge L in m: 131,000		Höhe H in mm: 50,000	Zeta-Wert: 1,300	Zeta-Wert: 0,350	Rohrdurchmesser D2 in mm: 73,600	Rohrlänge L in m: 70,000	Höhe H in mm: 50,000	Rohrdurchmesser D2 in mm: 73,600	Zeta-Wert: 0,350	Zeta-Wert: 1,300
Strömungsgeschw. in m/s:		1,763	1,763	1,763	1,763	1,763	1,763	1,763	1,763	1,763	1,763	1,763
Reynolds-Zahl:		9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004	9,37E+0004
Strömungsgeschw.2 in m/s:							0,881			0,881		
Reynolds-Zahl 2:							4,68E+0004			4,68E+0004		
Strömungsform:		turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent	turbulent
Rohrrauigkeit in mm:		0,030						0,030				
Rohrreibungszahl:		0,020						0,020				
Zeta-Wert:		35,811	2,701	1,019	1,300	0,350	1,075	19,135	1,019	1,075	0,350	1,300
Zeta-Wert abzw.Rohr:												
Druckv. abzw.Rohr mbar:												
Druckverlust in mbar:	196,171	556,352	41,961	15,830	222,164	38,063	50,103	297,287	47,491	33,402	10,875	100,983
Druckverlust in bar:	0,196	0,556	0,042	0,016	0,222	0,038	0,050	0,297	0,047	0,033	0,011	0,101
Summe der Druckverluste (Nr. 1 bis 12)	1610,682 mbar oder 1,611 bar											