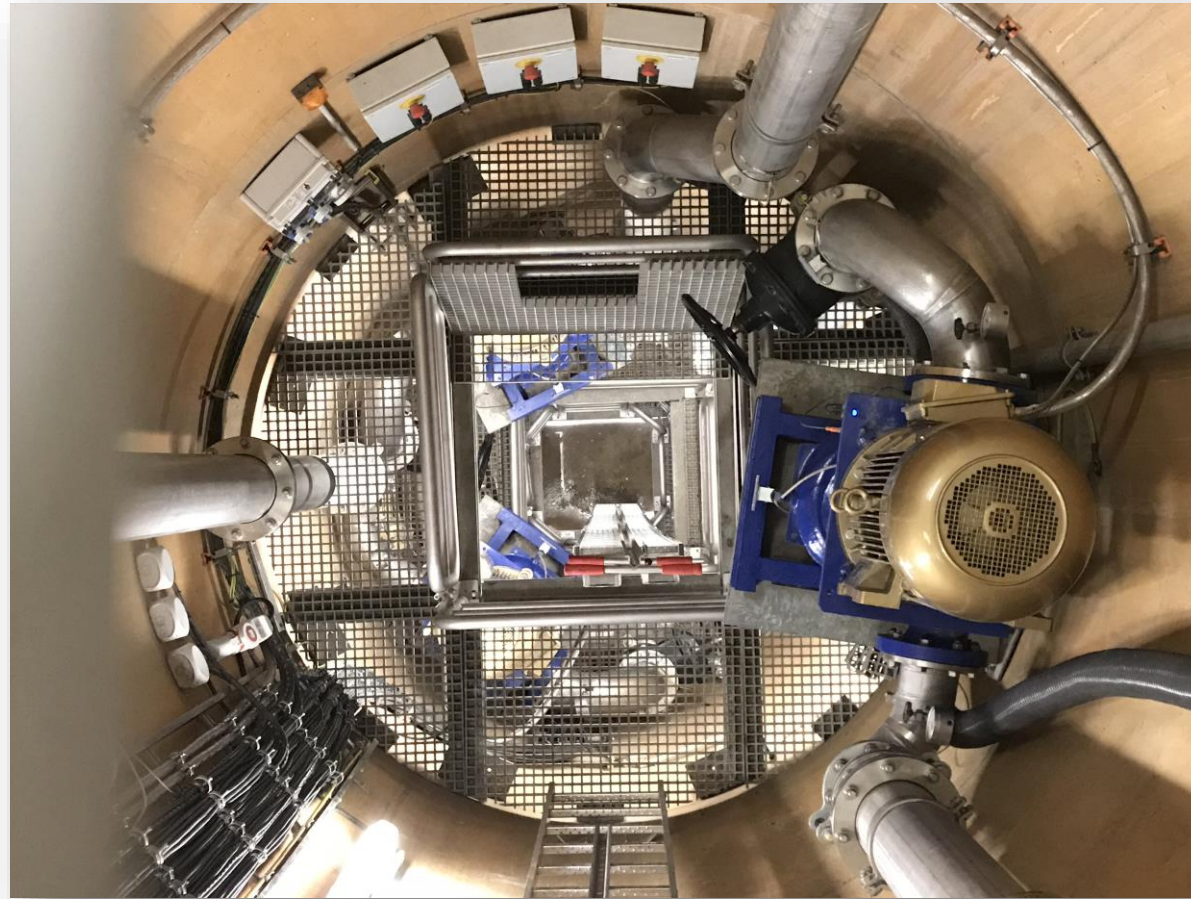


Horizontalfilterbrunnen (HBr)

Bewährtes und Neues vom Filtereinbau, von techn. Konstruktionen bis zur Problemdiagnose und Strangtherapie

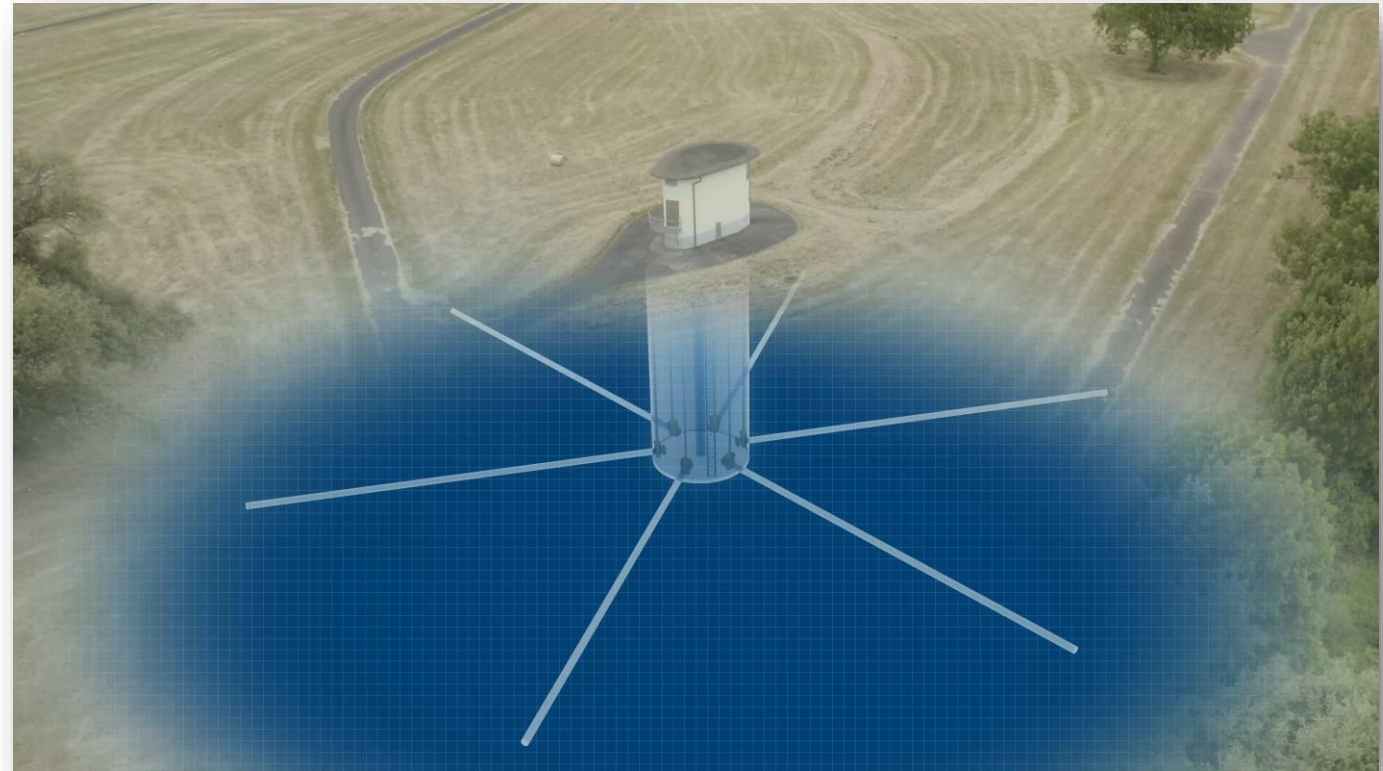


Dr. Thomas Daffner

Dipl.-Hydr. Andreas Wicklein

Agenda

1. Bemessung/Modellierung
2. Schachtbau
3. Filtereinbau
4. Technischer Ausbau
5. Problemdiagnose
6. Strangtherapie
7. Zusammenfassung/Ausblick



Bemessung/Modellierung

Der **Horibrunnen** sollte unter folgenden Gesichtspunkten zum Einsatz kommen:

Einsatzstärken

- besonders bei kleinen M_{GW}
- bei vertikal geschichteten k_f
- bei vertikal Anisotropie c_{GW}
- wenn große Wassermengen von einem Standort zu erschließen sind
- begrenzte Liegenschaften und Trassen
- weniger empfindl. gegenüber Wasserspiegelschwankungen
- flache GW-Absenkung gewünscht
- Druckentlastung unter Gebäuden
- Verringerung Verockerungsgefährdung
- vglw. lange Lebensdauer infolge sehr größerer Filtermantelfläche und geringer kritischer Filtereintrittsgeschwindigkeit
- Zusätzliche Filterstränge oder Ersatz mgl. geringere Energiekosten

Einsatzgrenzen

- etwas größere BE
- Investkosten
- Kluft-/Karst-GWL

Einsatz in Bereichen:

- Trinkwasserversorgung
- Industriewasserversorgung
- Kühlwasser
- Grundwasserniederhaltung
- Hochwasserschutz
- **Wärme-/Kältevers. mit Potentialausgleich**
- Altlastensanierung
- GW-Dükeranlagen

Vertikalfilterbrunnen	
Vorteile: <ul style="list-style-type: none">● größten Erfahrungen liegen vor● Investitionskosten vergleichbar niedrig● sehr gute Steuerung der Fördermengen● Filterrohr mit Umschüttung aus gleichförmigem Quarzkies ist die leistungsfähigste und alterungsbeständigste Filterkonstruktion● Regenerierbarkeit erprobt und gesichert	Nachteile: <ul style="list-style-type: none">● Nachteile gegenüber Horizontalfilterbrunnen bei horizontal geschichteten wasserführenden Schichten● Nachteile bei differenzierten hydrochem. Vertikalprofil● Förderung sehr großer Wassermengen● Erzeugung sehr großer Absenkungstrichter● höhere Energiekosten als bei Horizontalentv

Bemessung/Modellierung

Je nach Fragestellung und Bearbeitungs- / Planungsstand sollte eine einfache Abschätzungen bis 3D-Modellierung zielführend und angemessen angewandt werden !

Einfachste Form

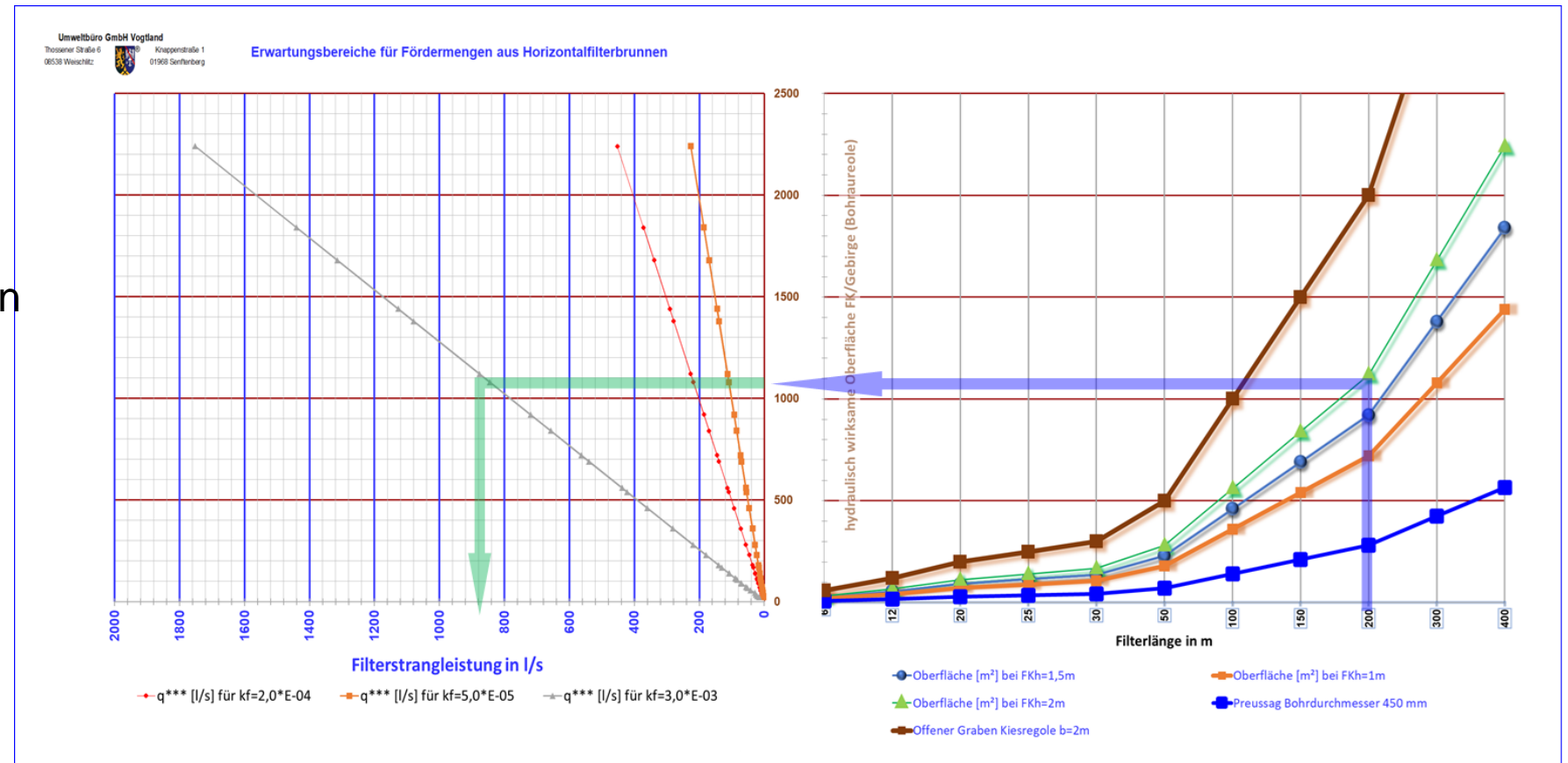
Nomogramm

Filterlänge
egal welches Bohrverfahren

wirksame Oberfläche

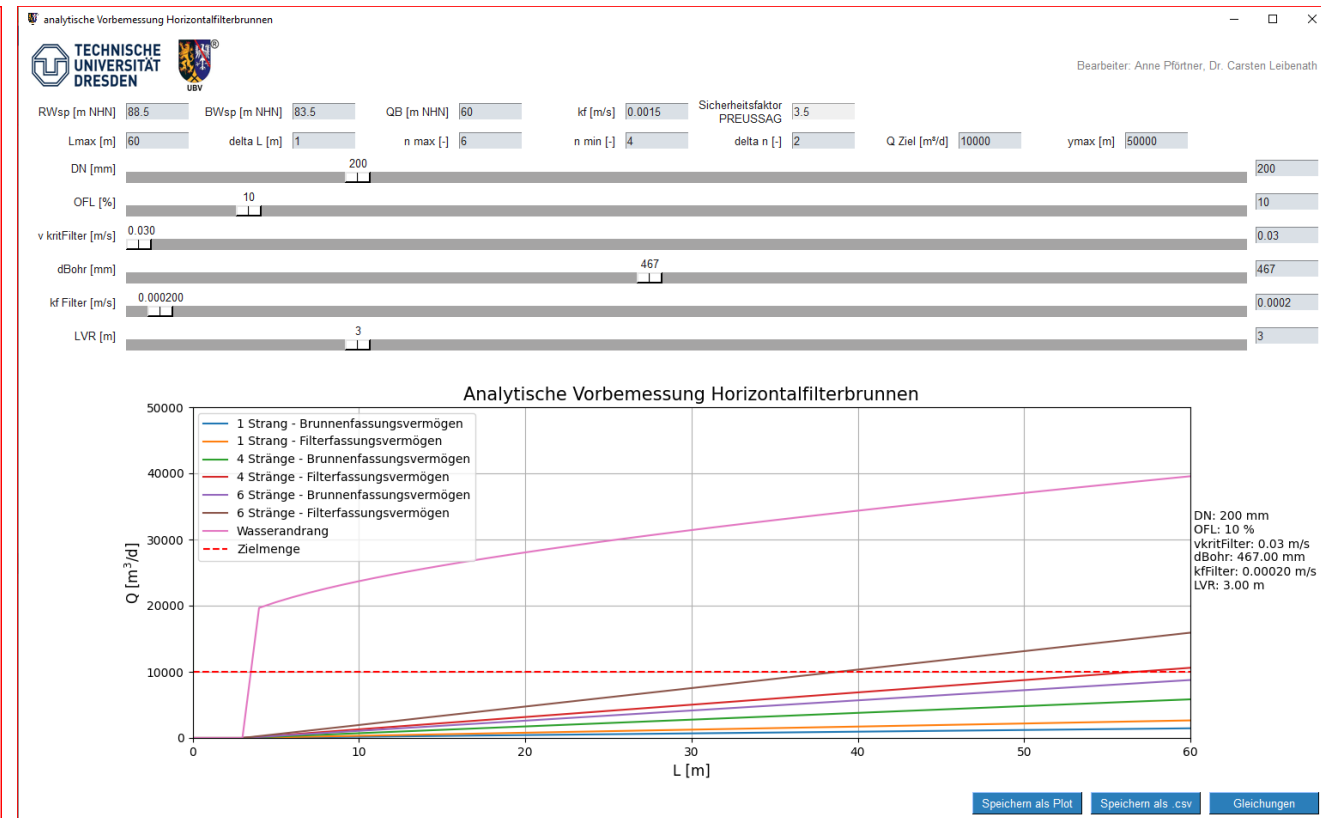
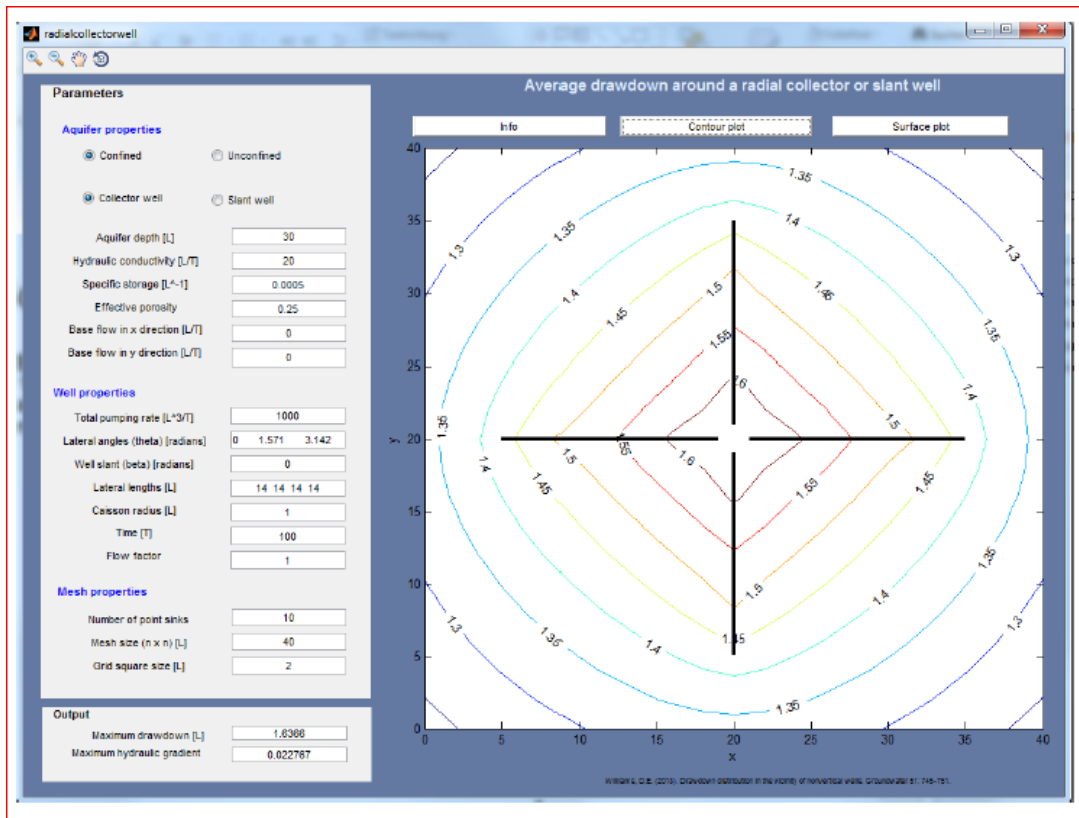
mittl. kf-Wert

erste grobe Abschätzung
Filterstrangleistung



Bemessung/Modellierung

Einfache Form kleine **Berechnungsprogramme** - analytische Ansätze (mittl. kf-Wert, eff. Porosität, RWSp, BWSp, variable DN, Filterlänge, v_{krit} . Filter n. SICHARD, Bohrverfahren „nur“ PREUSSAG-Verf., wirksame Oberfläche über Bohr-DA, Anzahl der Stränge, hinreichend gute Abschätzung / Berechnung der Filterstrangleistung)



Bemessung/Modellierung

Genauere Berechnung/Bilanzierung

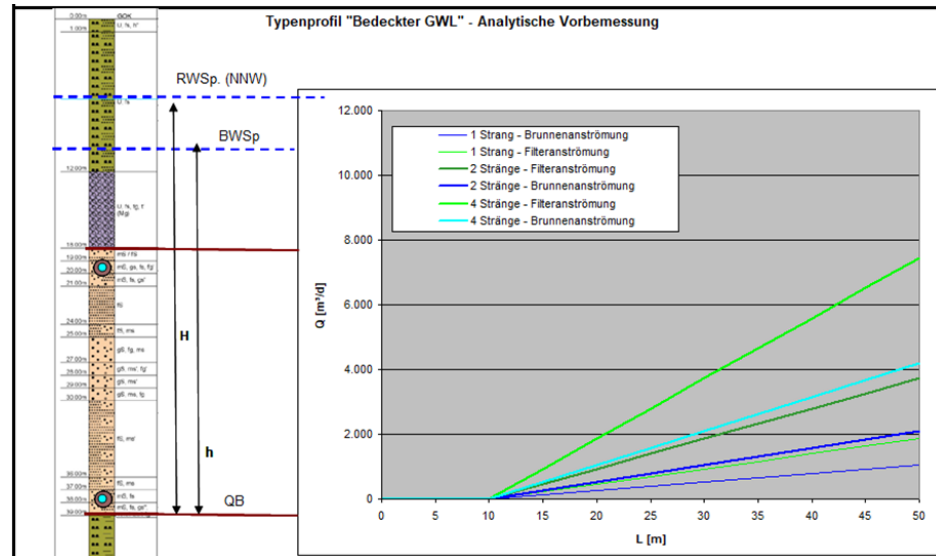
Excelrechenprogramm

Ersatzradiusmethode n. NÖRING
konkret auf Bohrverfahren spezifiziert

wirksame Oberfläche
Zul. Filtergeschwindigkeit n. SICHARD
mittl. kf-Wert

Hinreichend genaue Berechnung
Filterstrangleistung

Dies liegt für alle Herstellungsverfahren
Von Horizontalfiltersträngen vor.



Stranglänge L [m]	Leistung je Strang		2 Stränge		4 Stränge		r* [m]	Q _{WA} [m³/d]	Entzugsleistung p	
	Q _{Br} [m³/d]	Q _{Fi} [m³/d]	Q _{Br} [m³/d]	Q _{Fi} [m³/d]	Q _{Br} [m³/d]	Q _{Fi} [m³/d]			2 Stränge [MW]	4 Stränge [MW]
0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
5	0	0	0	0	0	0			0,00	0,00
10	0	0	0	0	0	0			0,10	0,19
15	131	233	262	465	525	931			0,19	0,38
20	262	465	525	931	1.050	1.861			0,29	0,57
25	394	698	787	1.396	1.575	2.792			0,38	0,76
30	525	931	1.050	1.861	2.099	3.723			0,48	0,95
35	656	1.163	1.312	2.327	2.624	4.653			0,57	1,14
40	787	1.396	1.575	2.792	3.149	5.584			0,67	1,33
45	918	1.629	1.837	3.257	3.674	6.514			0,76	1,53
50	1.050	1.861	2.099	3.723	4.199	7.445				

Berechnung der Entzugsleistung p (Heizung)

$$p = c_w \cdot 10^3 \cdot \Delta T \cdot Q \cdot \frac{COP}{COP - 1}$$

COP = 5 Leistungszahl
 $\Delta T = 6$ K Abkühlung/Aufwärmung des GW
 $c_w = 4,186$ kJ/(kg·K) Spezifische Wärme des Wassers

Ausgangsgrößen und fachliche Grundlagen Wasserandrang/Absenkung nach Nöring

k _r (GWL)	3,70E-04 [m/s]	konservativ aus Zusammenstellung
RWSp	32,00 [m NHN]	Ruhewasserspiegel NNW
BWSp (Zul.)	5,00 [m NHN]	Abgesenkter WSp, zulässig
QB	0,00 [m NHN]	Quartärbasis
H	20,00 [m ü.QB]	Ruhewasserspiegel NNW H = RWSp - QB
h _b	5,00 [m ü.QB]	Abgesenkter WSp, zulässig h = BWSp - QB
s	27,00 [m]	Absenkung s = H - h
R	1.558 [m]	Hydraulischer Einflussradius $R = 3000 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{k_f}$
L	variabel [m]	Stranglänge (incl. Vollrohr)
r*	variabel [m]	Ersatzradius $r^* = \frac{2}{3} L$
Q _{WA}	variabel [m³/d]	Wasserandrang (unabh. V. Stranganzahl) $Q = \frac{\pi \cdot k_f \cdot (H^2 - h_b^2)}{\ln R/r^*}$

Bohrverfahren:	PREUSSAG	
L _{VR}	10 [m]	Vollrohrstrecke
p	3,5 [-]	Sicherheitsfaktor

k _r (Filter)	2,10E-04 [m/s]	konservativ aus Zusammenstellung
v _{krit}	7,25E-04 [m/s]	Zul. Filtergeschwindigkeit (SICHARD)

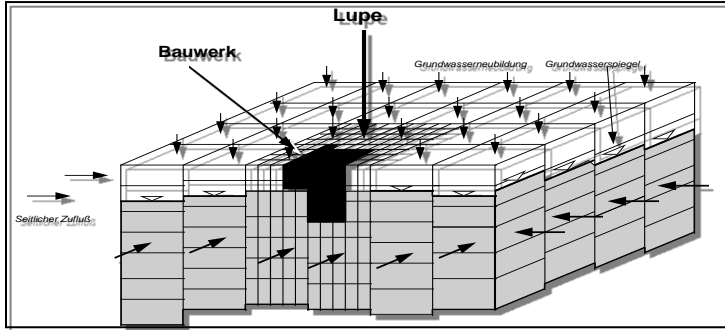
d (Bohr)	467 [mm]	Bohrdurchmesser
A (Kies)	1,47 [m² /lfd. m]	Mantelfläche

q _{Br}	26,24 [m³/d/lfd. m]	Brunnenfassungsvermögen $q_{Br} = v_{krit} \cdot A(\text{Kies}) \cdot p$
-----------------	---------------------	---

DN	200 [mm]	Ausbauerdurchmesser
OFL	10% [%]	offene Filterfläche (Herstellerrangabe) abgemindert - Brunnenalterung

A (Filter)	0,06 [m² /lfd. m]	
v _{krit, Filter}	0,03 [m/s]	
q _{Fi}	46,53 [m³/d/lfd. m]	Filterfassungsvermögen $q_{Fi} = v_{krit, Filter} \cdot A(\text{Filter}) \cdot p$

Bemessung/Modellierung



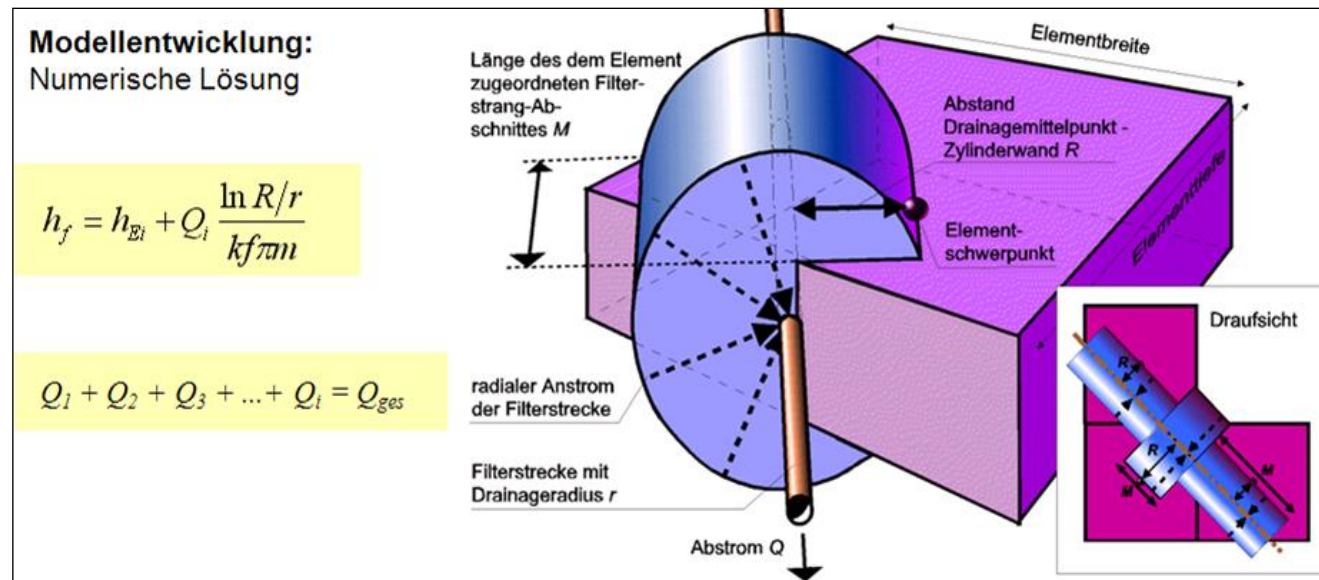
Finite-Volumen-Algorithmus zur stationären und instationären Simulation des Strömungsverhaltens im inhomogenen und anisotropen Grundwassersystem

Was ist erforderlich?

- sehr gute Erkundung GW-Leiter/ stauerverbreitung
- Grundwasserneubildung (t, A)
- Randbedingungen mgl. instationär

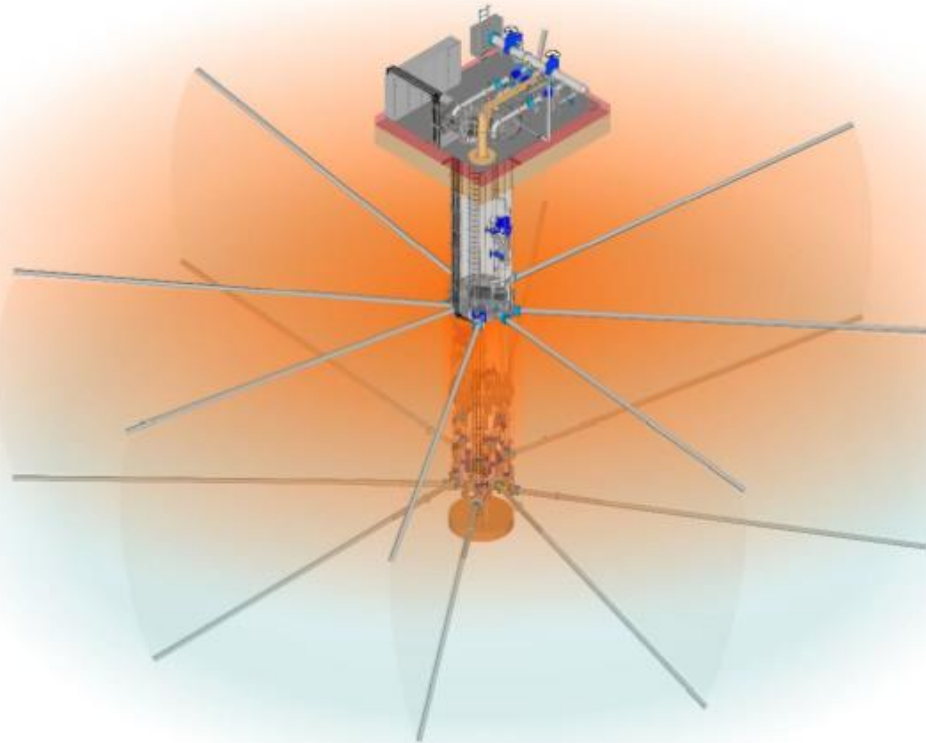
Verwendetes Software – Programm PCGEOFIM®

- Aufgaben der Wasserwirtschaft und Bergbauwasserwirtschaft.
- Möglichkeit der Bildung von "Lupen"
- Hohe Bilanztreue
- Transparente Datenstruktur
- Fortgeschrittener Stand der Implementierung von horizontalen Filterelementen.

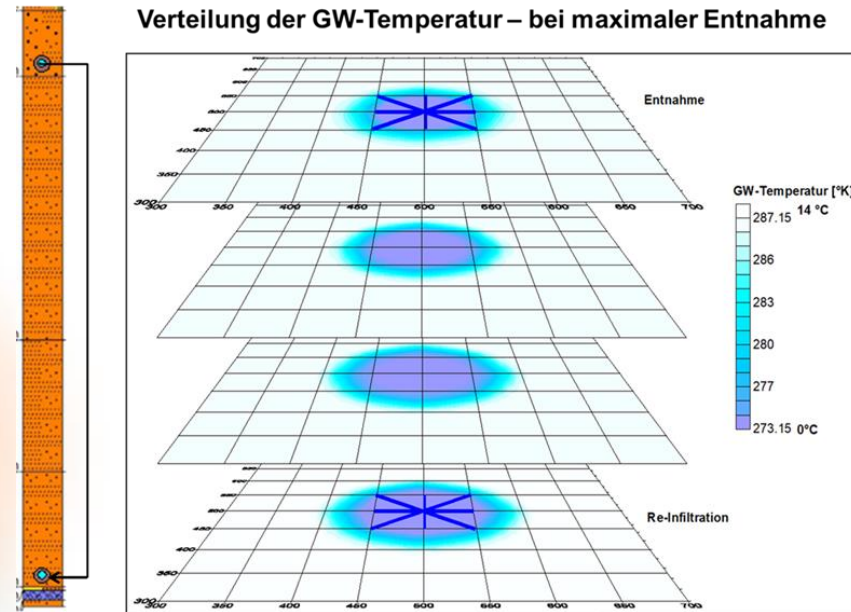


Bemessung/Modellierung

Verwendetes Software –
Programm PCGEOFIM[®]



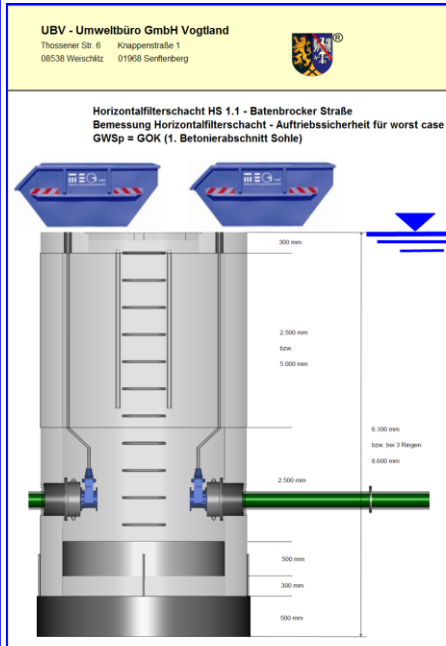
Übersaisonale Hydrothermale und Geothermie mittels HBr mit klimafreundlichem Potentialausgleich



Keine stetige GW-Temperaturerhöhung
Innerstädtisch bestens geeignet wegen geringem Platzbedarf
Klimafreundlichkeit
Keine GW-erhöhung oder –absenkung
Anmeldung Schutzrechte

Schachtbau

Auflast mit Container



Vorteile / Nachteile

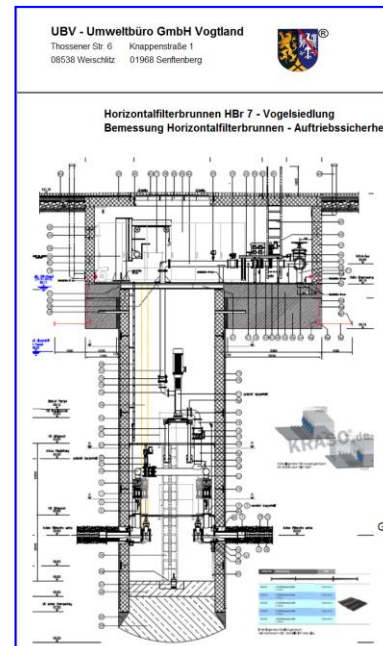
Aushub wird gegen Auftrieb genutzt
geringer Platzbedarf
Kosten geringer
bei größeren Tiefen – Logistik hoch
Brunnenstube begrenzt oder offside

UBV - Umweltbüro GmbH Vogtland



Abteufen des Senkschachtes mit 3 Technologien

Stahlbetonauftriebsfundament

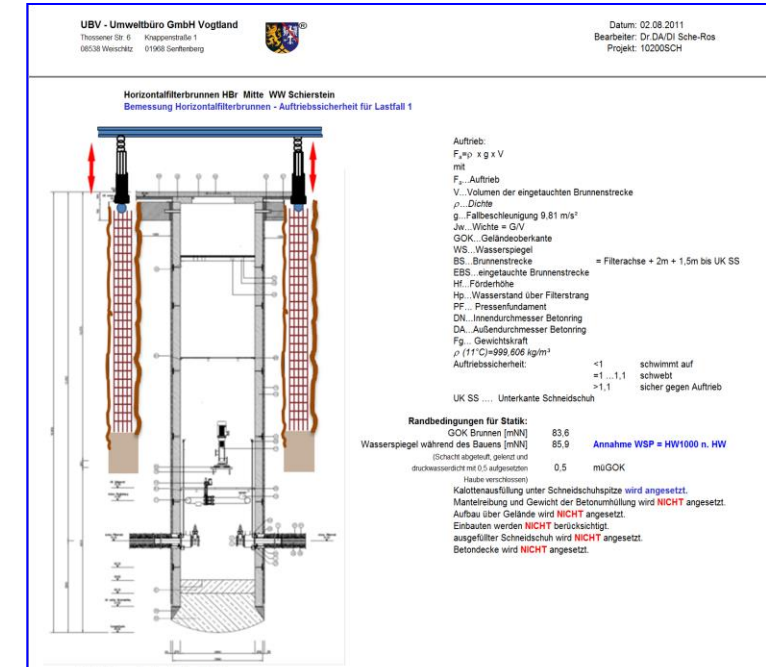


Vorteile / Nachteile

Aushub komplett weg – Logistik kleiner
Höhe Sicherheit in allen Bauphasen
Größere Baufreiheit mit Pressstempeln
Große Brunnenstube

deutlich teurer
Höherer Platzbedarf

Zuganker aus Beton



Vorteile / Nachteile

Aushub komplett weg – Logistik kleiner
geringer Platzbedarf
vergleichbar mittlere Kosten
auch für große Teufen geeignet
Brunnenstube begrenzt oder offside
Hohe Genauigkeit erf.

pigadi

Kompetenz im Brunnenservice

Schachtbau

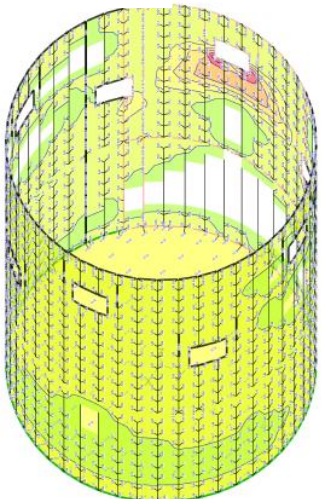
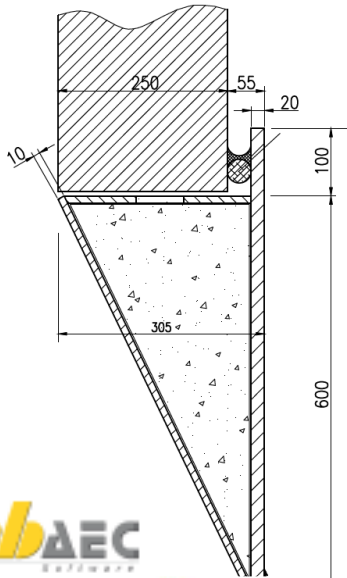
Schachtdurchmesser
rezent: 2,80-3,00m
am Häufigsten

Maschinenpark darauf
ausgerichtet

Presskräfte: 1000kN
werden immer größer
bis 1600kN

Lithologie und Lagerungs-
dichte bestimmen horizon-
talen Bohrdurchmesser
und Presslänge

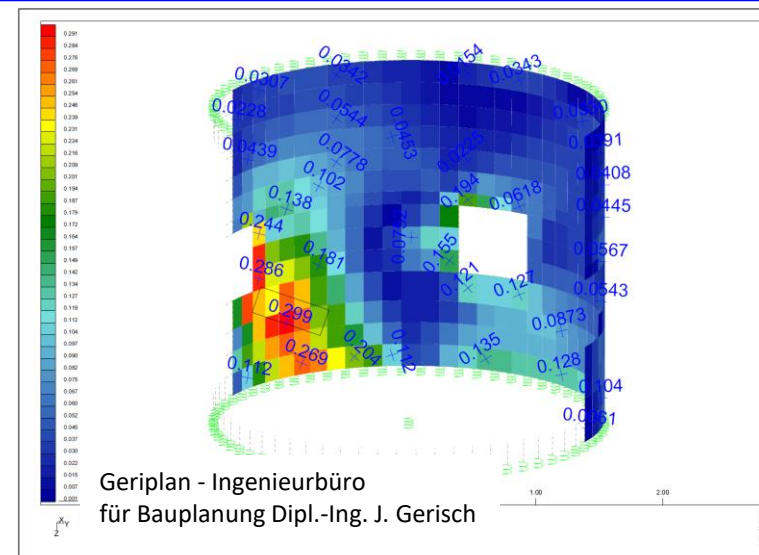
FEM-Statik erforderlich für
schlanke Wandstärke und
Bewährung für diese Presskräfte
und Rissweitenbeschränkung
von $\leq 0,1\text{mm}$



Problem:

Statik geht vom passiven
Erddruck aus,
Dies ist eine Annahme
Bentonit, Brunnendämmer wie
ist die flächige Ausfüllung
um den Schacht ?

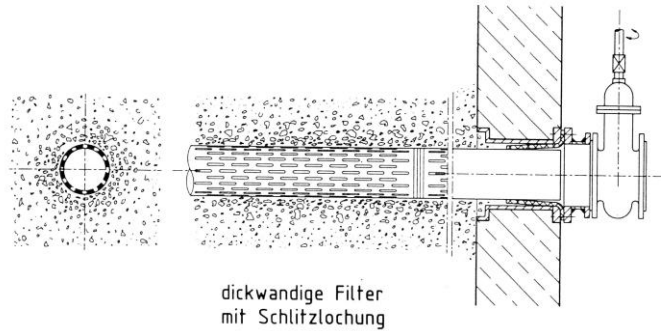
Vorhaben: Prüfung mittels Geophysik wie die Ringspalt ausgefüllt ist -> Entwicklung neuer Widerlager im Schacht und Ringverpressung um den Schacht



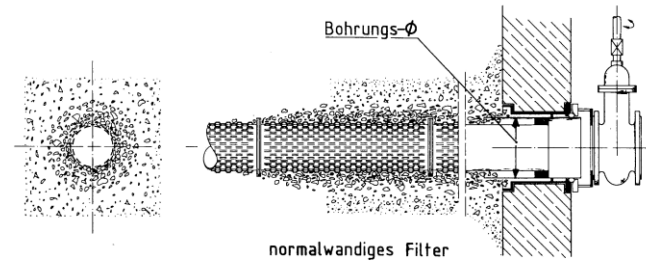
Geriplan - Ingenieurbüro
für Bauplanung Dipl.-Ing. J. Gerisch

Filtereinbau

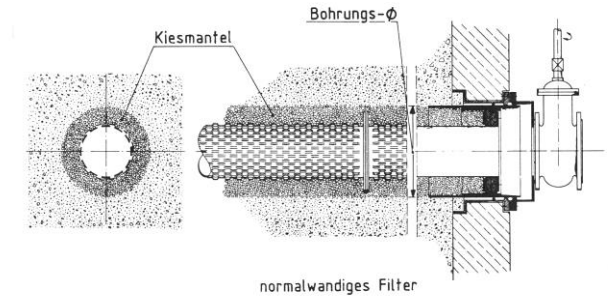
Ranney-Verfahren



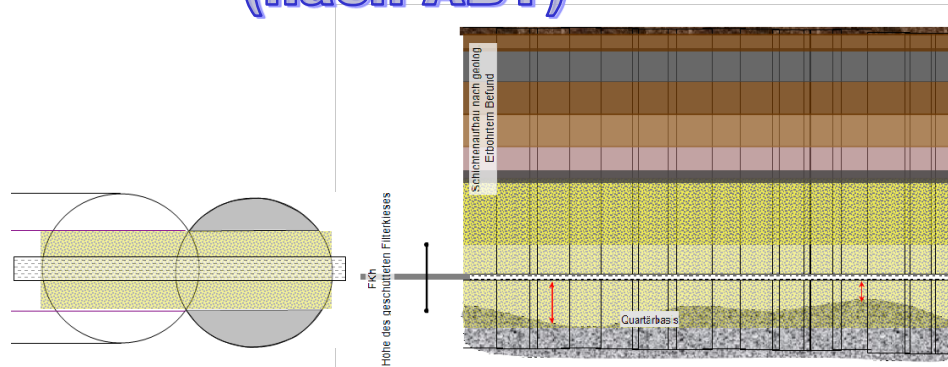
Fehlmann-Verfahren



Kies-Mantel-Verfahren „PREUSSAG-Verfahren“

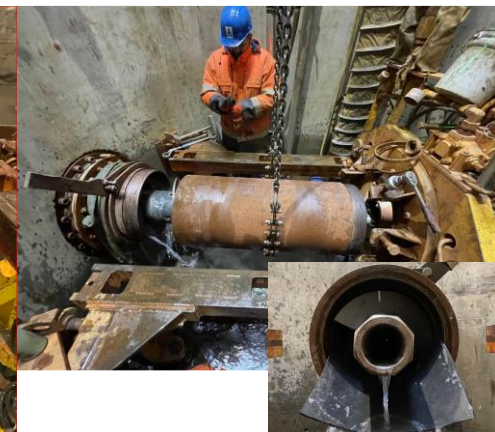


Kies-Mantel-Verfahren „Überschnittbohr-Verfahren“ (nach ABT)

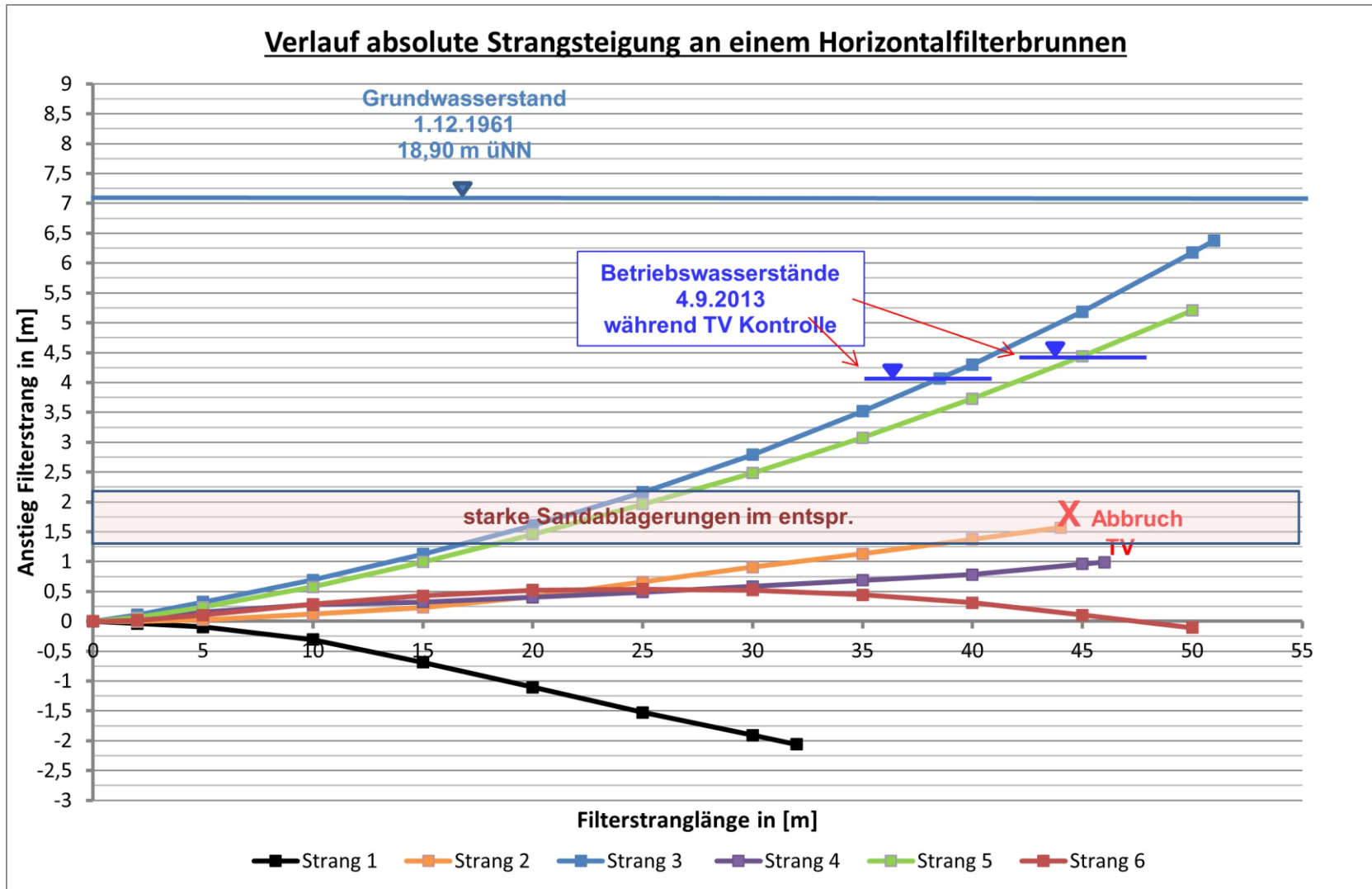


Kies-Mantel-Verfahren „Lasergesteuertes-Verfahren“

Gesteuerte Pilotbohrung
Überbohren mit Hohl-
schnecke, verlorenem
Bohrkopf und
Schneckenschleuse



Filtereinbau



Ungesteuerte Bohrverfahren
„laufen die Filterstränge weg“

Wenn M groß -> kein Problem

Je länger Filterstrecken, desto stabiler Bohrrohr (DA >>250)

Ranney: Filter-DA=Bohr-DA
Fehlmann: Bohr-DA nur geringfügig größer als Filter-DA

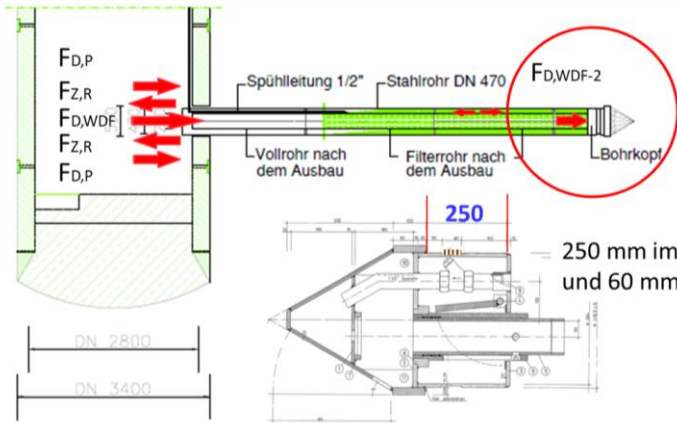
PPREUSSAG: Bohr-DA 476
Filter-DN200 –FK-Ringraum

Überschnittbohrung:
Filter-DN250-300
FK-Oberfläche DN1200 x
FK-Schütthöhe

Gesteuertes Verf.
wie PREUSSAG

Filtereinbau

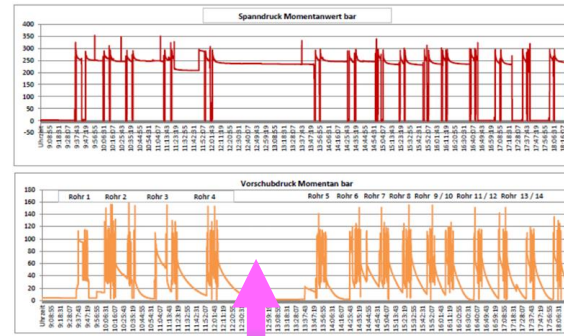
Maßgebliche Kräfte bautechnologisch begründet



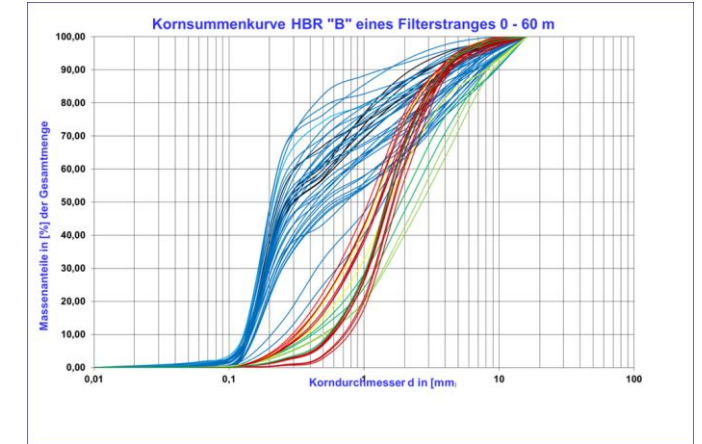
$F_{D,P}$ Druckkraft Presse
 $F_{Z,R}$ Zugkraft Pressrohr
 $F_{D,WDF}$ Druckkraft WDF
 $F_{Z,R}$ Zugkraft WDF+
 $F_{D,WDF-2}$ Mantelreibung zw. WDF/Pressrohr/Kies

250 mm im Pressrohr straff eingedrückt und 60 mm eingewickeltes Hanfseil

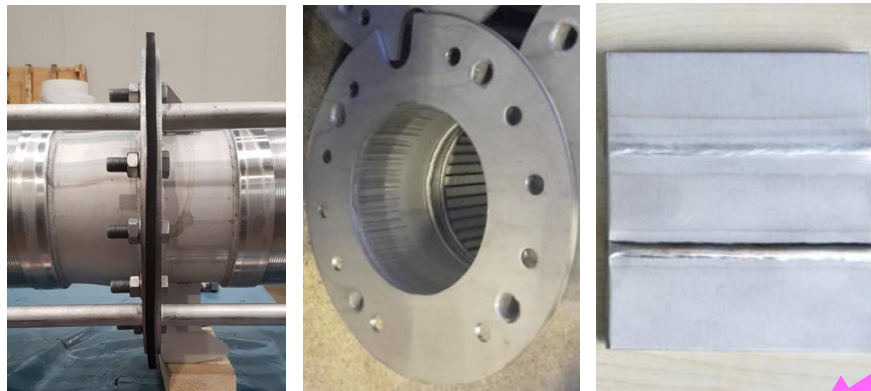
Messen von Druck-/Zugkräften



Optimale Bemessung von Filterkies und Schlitzweite

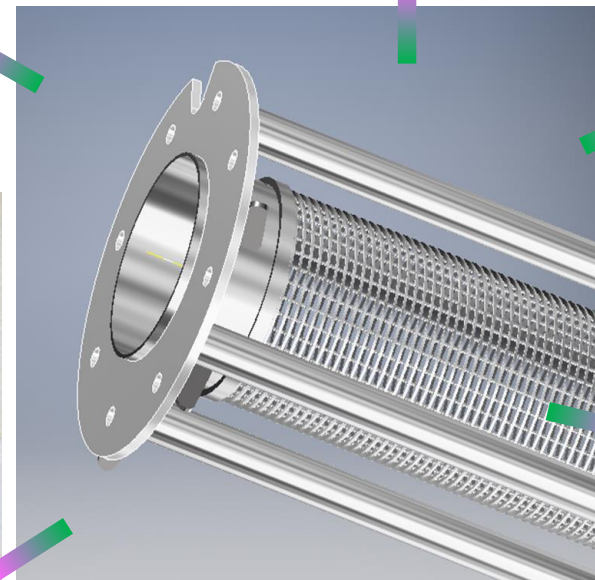


Vertikalschnitt Horibrunnen mit Bohrkopf



Statische Bemessung Filterrohr/Sonderflansch/Stützrohre und bestmögliche Verarbeitung

UBV - Umweltbüro GmbH Vogtland



Kontrolle der Maßhaltigkeit der sw unter Beachtung der zulässigen Toleranz: 0,1 lt. DIN 4900 sogar +/- 0,15 Hersteller garantieren Genauigkeit von 0,05 mm

Feststellung der tatsächlichen freien hydraulischen Oberfläche des WDF nach DIN 4900

Prüfung der zul. Fließgeschwindigkeit im Filterschlitz bei Q_{max} nach W128

Schüttgutauslegung (Filterringraum) nach Granulometrie und DIN 4924

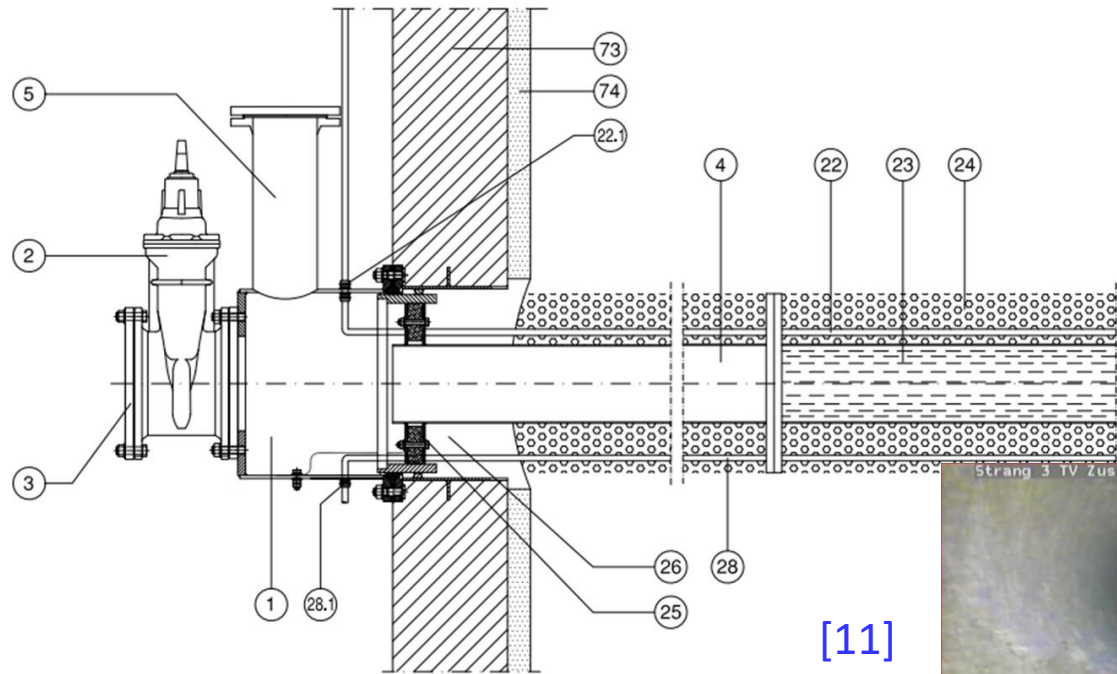
pigadi

Kompetenz im Brunnenservice

Technischer Ausbau 2000 – Erstentwicklung/ -anwendung GWNH Hoyerswerda

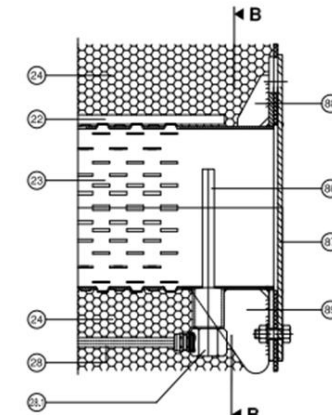
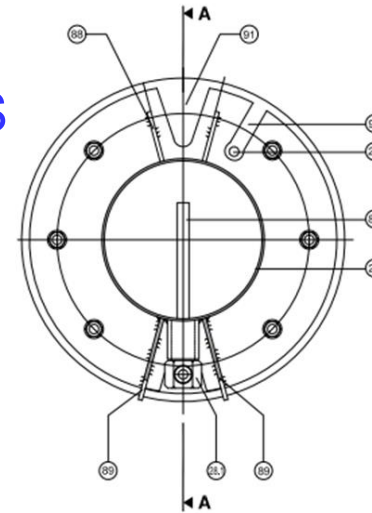


Anordnung von s.g. Säurespüleleitungen
auf 11:00 / 13:00 Uhr im Kiesmantel und AVOS



Schachtwanddurchführung

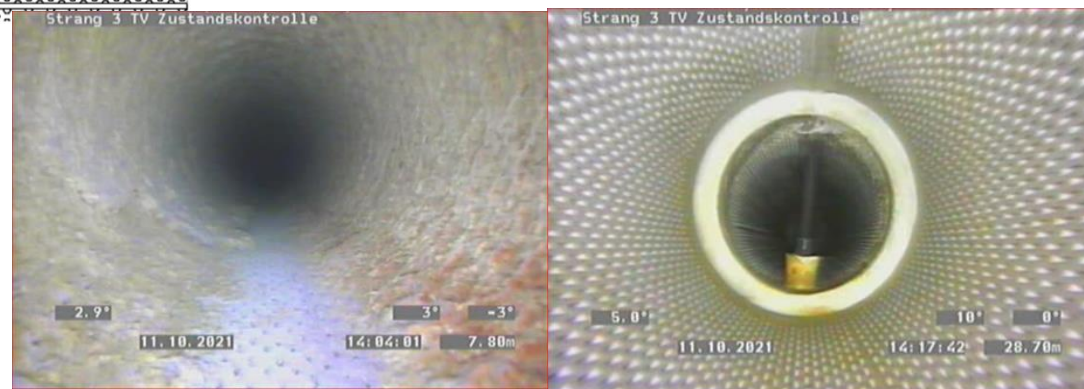
[11]



[11]

Isolierte Titanelektrode

AVOS – anodischer Verockerungsschutz



ohne AVOS

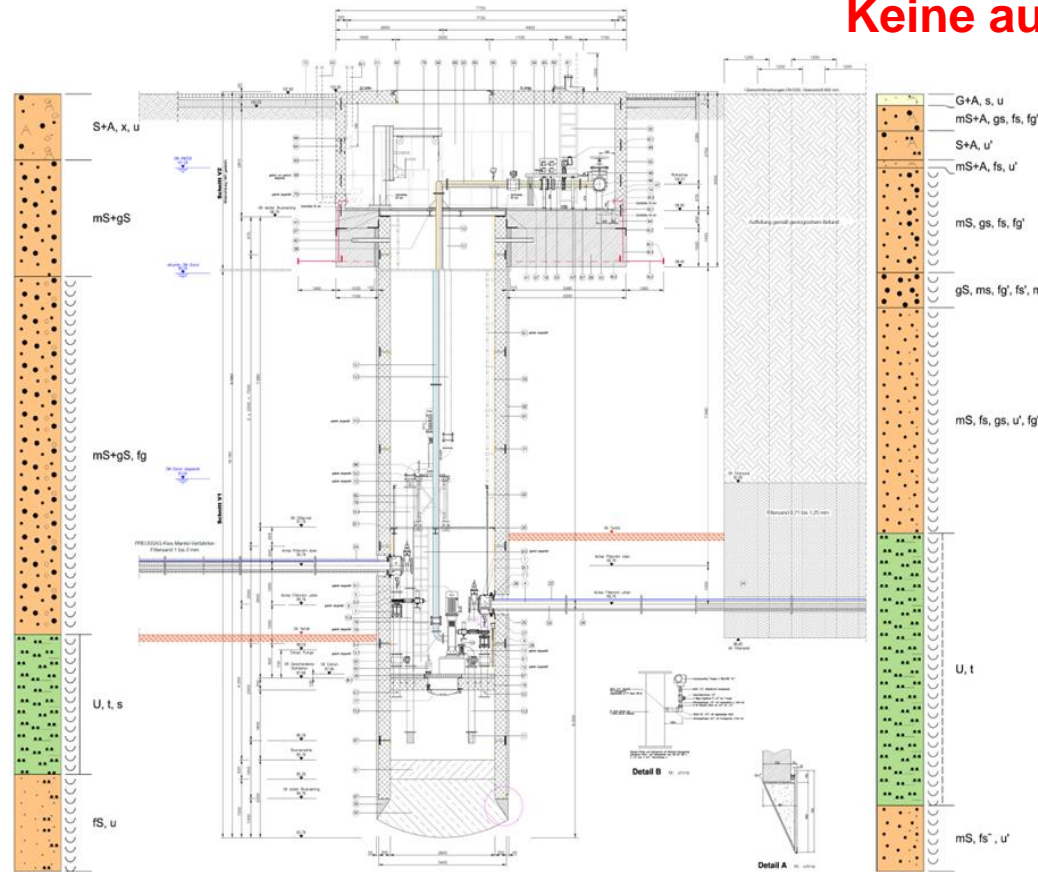
mit AVOS

Technischer Ausbau

2013 – Weiterentwicklung/ -anwendung Druckkammer statt Ringleitung

Horizontalfilterbrunnen HBr6 - "Laugfeld" in Senftenberg

Keine ausreichende geolog. Erkundung am Rinnen- und Kippenrand



Folge:

- 2 Filterstränge an der Basis des Quartär (GWL140)
- 1 Strang im tertiären Feinsand

Baubegleitende Anpassung erforderlich

Druckkammer um ausreichende Tiefe im Schacht zu behalten
Pumpeneinbau bedarf Vordruck
Überschnittbohrungen in die tertiären Sedimente
Filterstrang liegt quasi wie in einer Rinne aus abgestuften
Filtersanden

Technischer Ausbau

2015 – Erstentwicklung/-anwendung ÖGP Böhlen

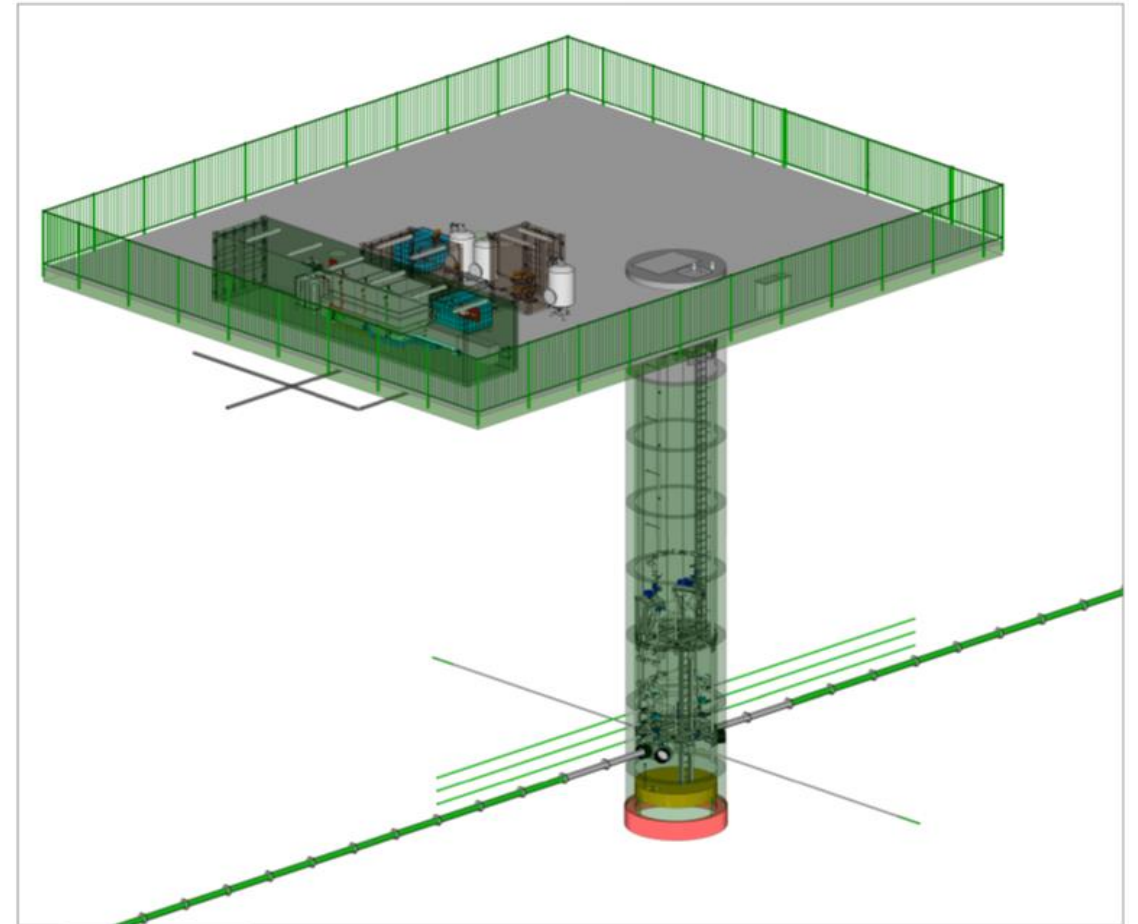


Lasergesteuertes Schneckenbohrverfahren
Im nur 4-6 m mächtigen 2. GWL (Tertiär)

Entwicklung unter Beachtung Explosionsschutz
für Anwendung in der Altlastensanierung im
Rahmen des Ökologischen Großprojektes

Einbau von Phasenabschöpfleitungen oberhalb
von 70m Filtersträngen,
mit WDF sw: 0,2 mm in tertiären Sanden und
mit Piezometerleitungen

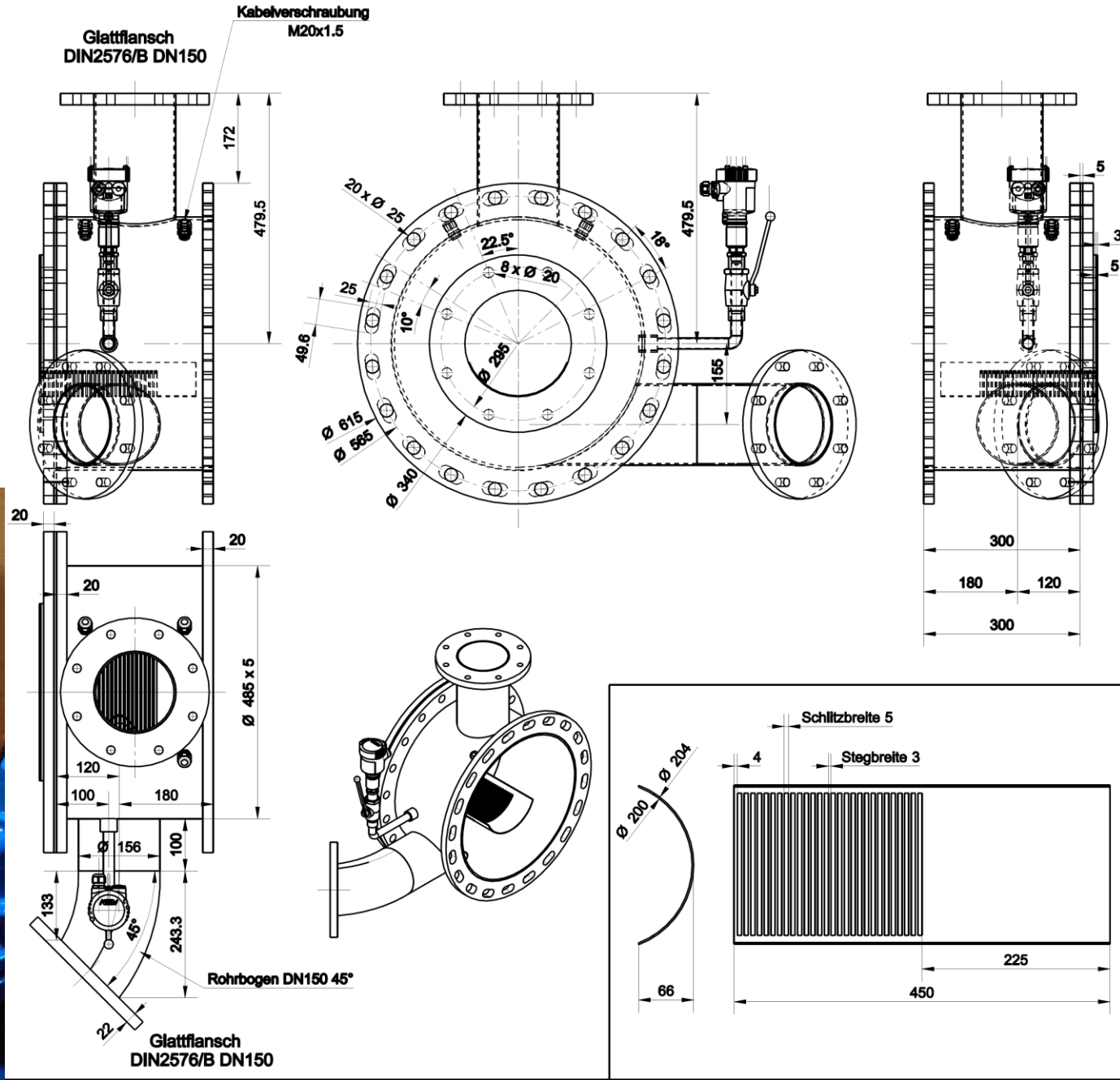
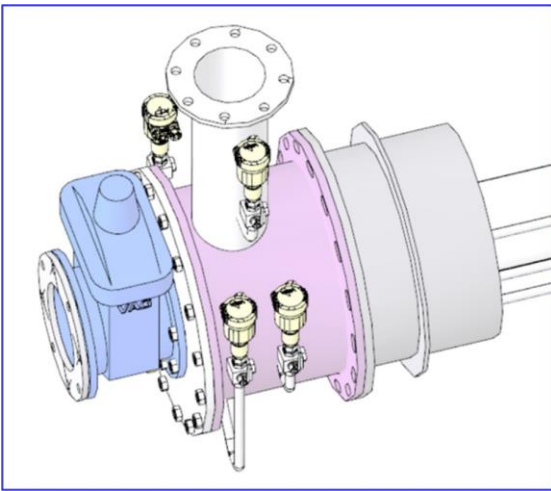
Schadstoffe: Benzol



Technischer Ausbau

2010 – 2022 Schieberkammer

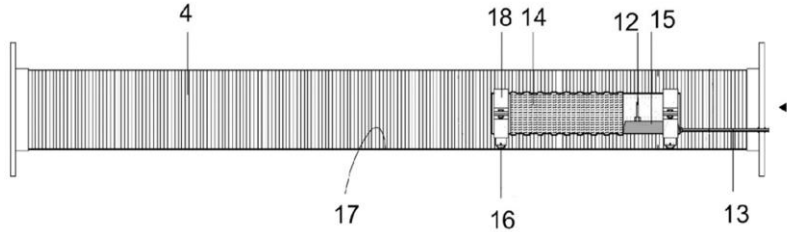
- Übergang Filterrohr zum Schacht / Ableitung
- Piezometerleitungen im Filterkies (bis 3 Stck)
- Säurespüleleitung auf 11:00 Uhr im Filterkies
- Anodischer Verockerungsschutz
- Revisionschale (geschlitzt wegen Feinsand)
- Kontrollstutzen 6:00 Uhr mit Abförderung
- Plexiglas für nichtinvasive Inspektion
- Schieber für horizontale
- Inspektion/Regenerierung
- Drucksonde
- Probenahmehahn



Technischer Ausbau

2022 – Neuentwicklung / -anwendung der stationären IRBS

Fig. 2a



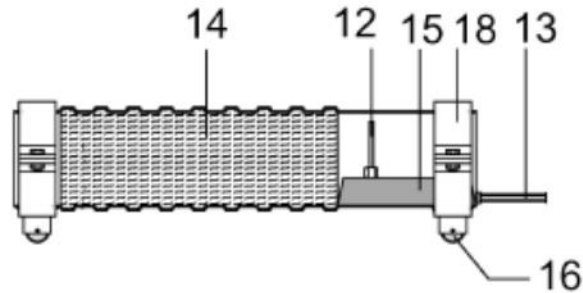
Neuentwicklung – mobiler AVOS,
Revisionshalbschale geschlitzt
für Feinsandableitung, Inspek-
tions-Regenerierung-Bogen-
schleuse stationär

Ermittlung optimaler Zeitpunkt für
Regenerierung

Techn. Ausbau von 4 HBr der
DUNEA (NL)

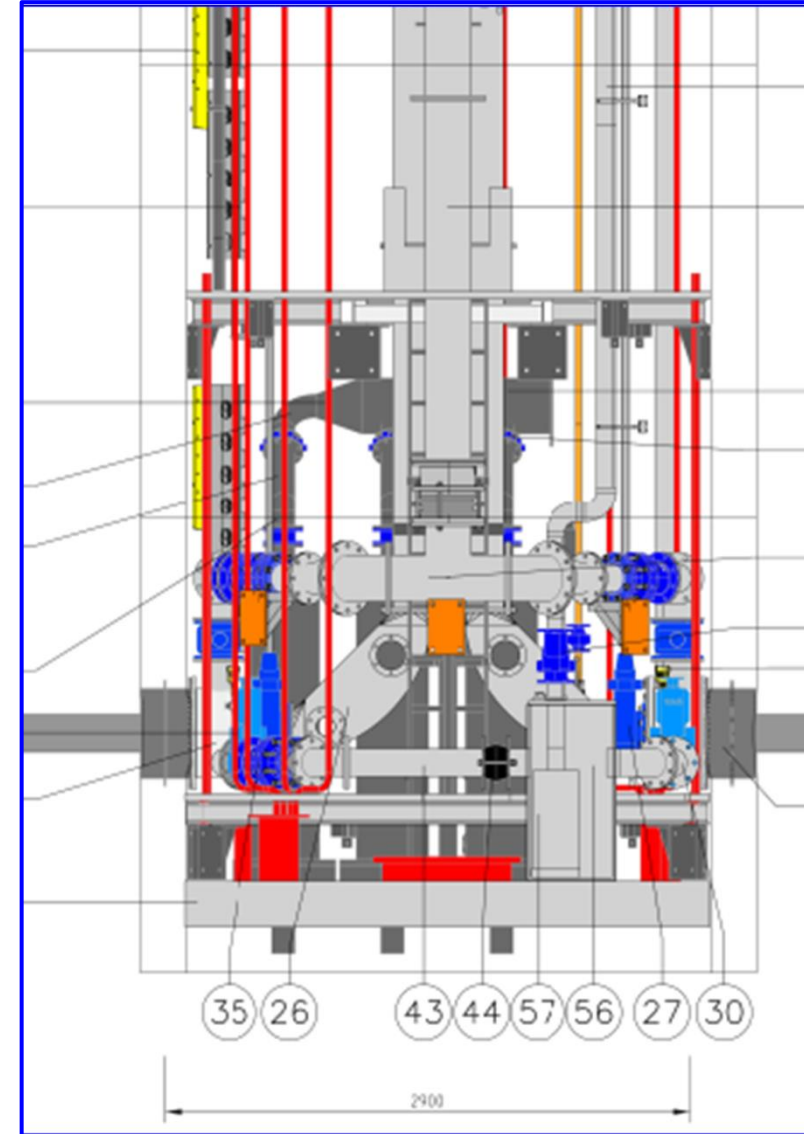
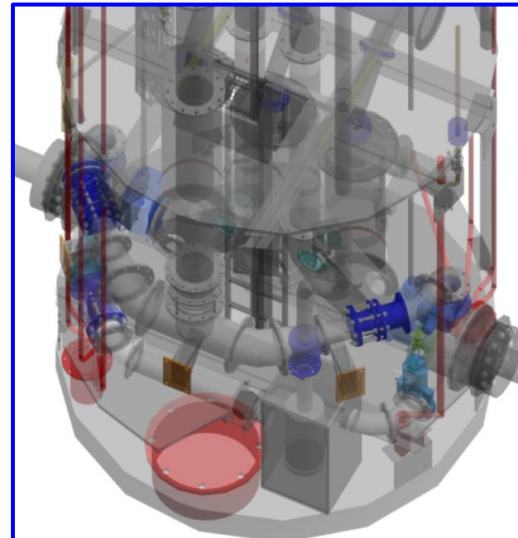
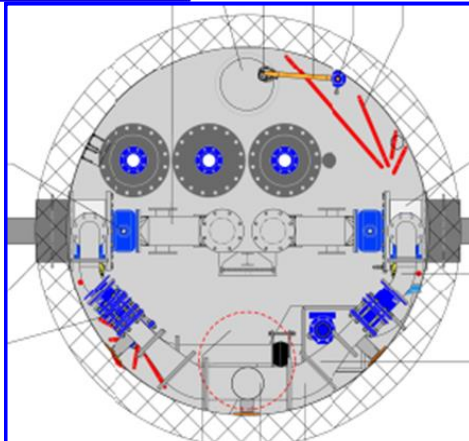
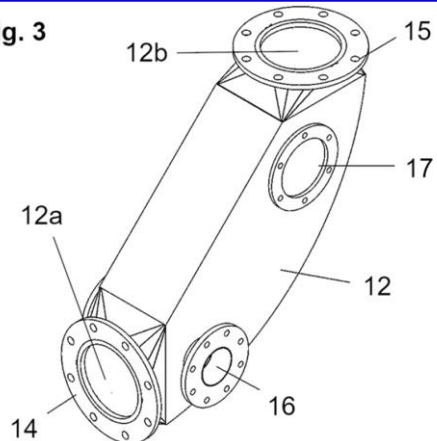
[18]

Fig. 2b

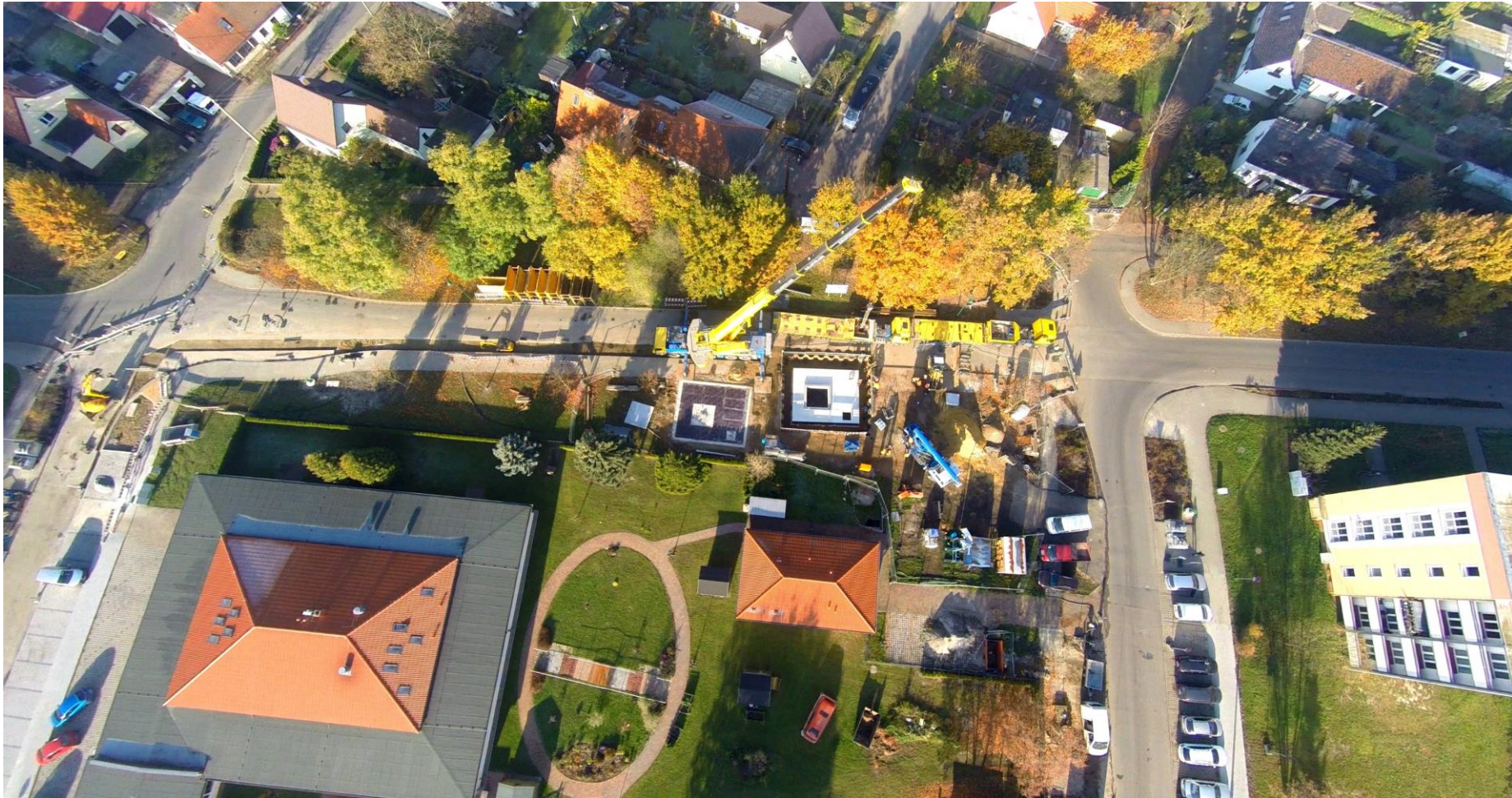


[19]

Fig. 3



Technischer Ausbau





Problemdiagnose

- signifikanter Leistungsverlust aufgrund erhöhter Filtereintrittswiderstände in Folge biologischer Verockerung und/oder Kolmation
- strangspezifische bauliche Mängel aufgrund von verdecktem oder sichtbarem korrosivem Lochfrass
- erhöhte betriebsinduzierte Feststoffeinträge in Folge Planungsfehler oder konstruktiver Mängel
- Kombination vorgenannter 3 Punkte

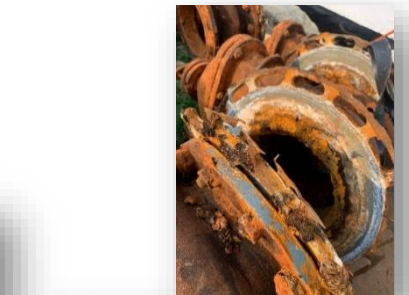
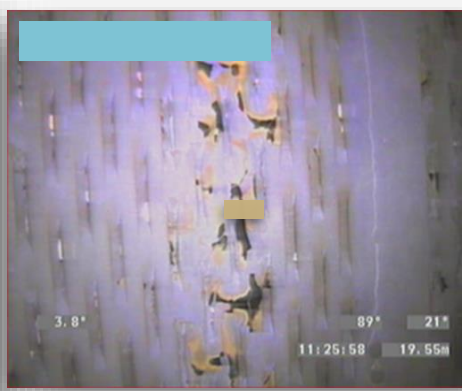
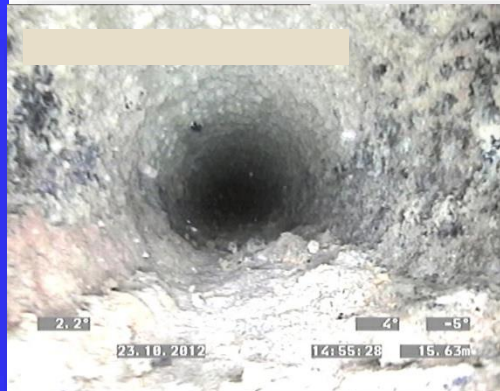


Problemdiagnose

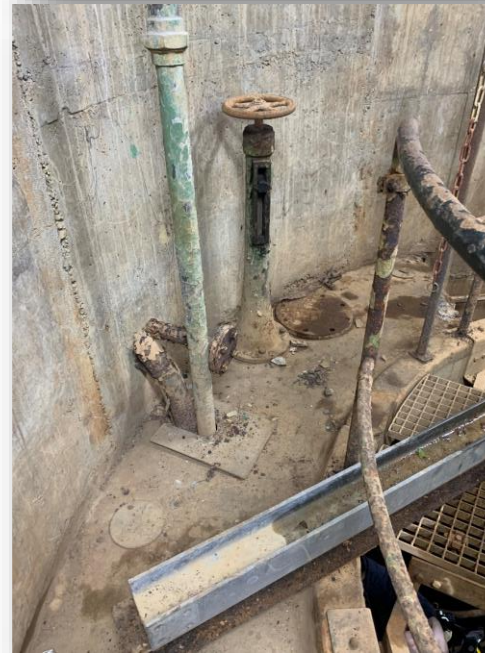
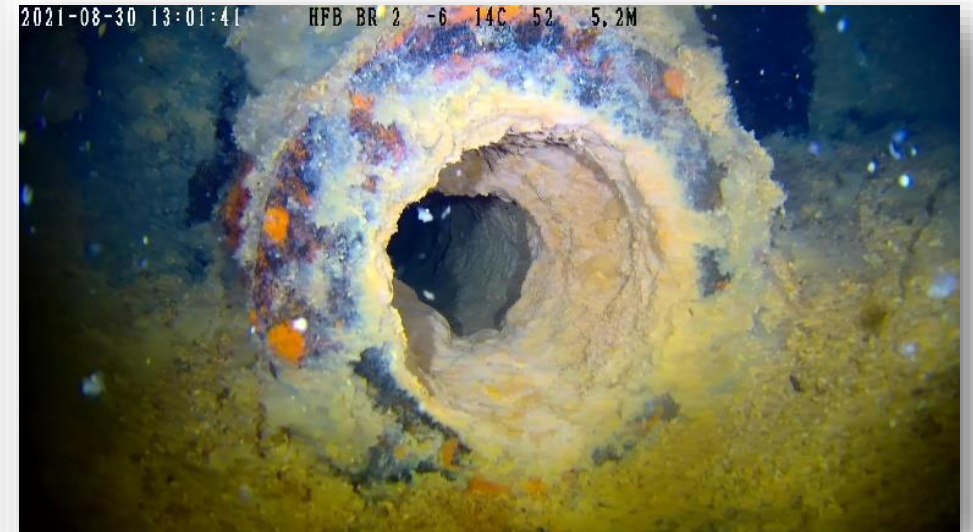
Analyse & Variantendiskussion

Erfassung und Dokumentation des Brunnenzustandes aus vorhandenen Unterlagen und Erarbeiten der Maßnahmen

- optische Bestandsaufnahme
- bei unzureichender Sicht sensible mechanische Vorreinigung der betreffenden Filterstränge mittels Wasserhochdrucktechnik und Absaugvorrichtungen, mit anschließender Wiederholung TV- Befahrung
- Kontrolle der Schiebereinrichtungen an den Einzelsträngen
- hydraulische Bestandsaufnahme (Einzelstrangpumpversuche; Gesamtpumpversuch)
- Optional: Geophysikalische Ermittlung der Zuflusscharakteristik (Flowmeter)



Problemdiagnose



Problemdiagnose



Strangtherapie

Optionen

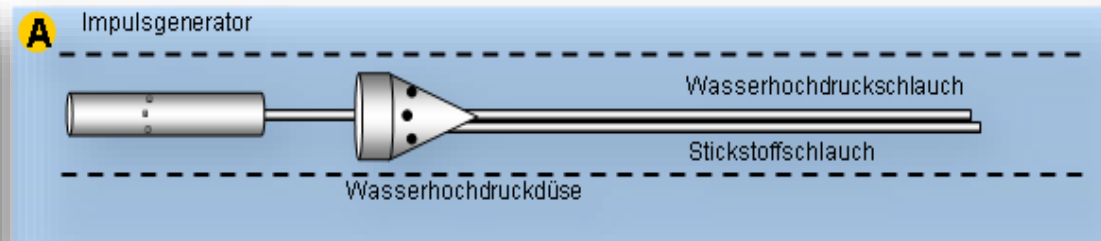
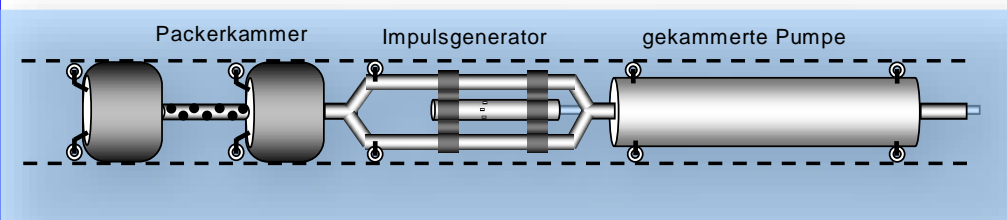
1.) Regenerierung

- tiefenwirksame Energieeinträge zur Entfernung der Feststoffablagerungen
- abschnittsorientierte Nachentsandung der einzelnen Filterstränge mittels mobilen Packerkammersystems

2.) Sanierung

- mechanische Vorreinigung der betreffenden Filterstränge
- Kalibermessung in den Strängen
- Einschub Inlineverrohrung
- tiefenwirksame Energieeinträge zur Entfernung der Feststoffablagerungen
- abschnittsorientierte Nachentsandung der einzelnen Filterstränge mittels mobilen Packerkammersystems

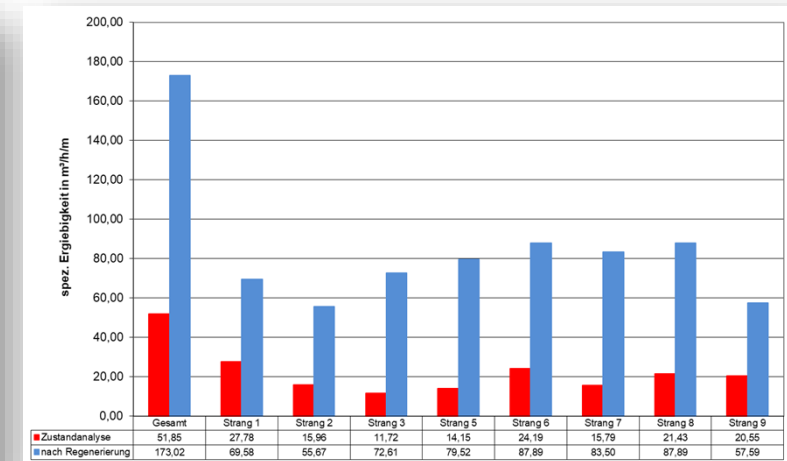
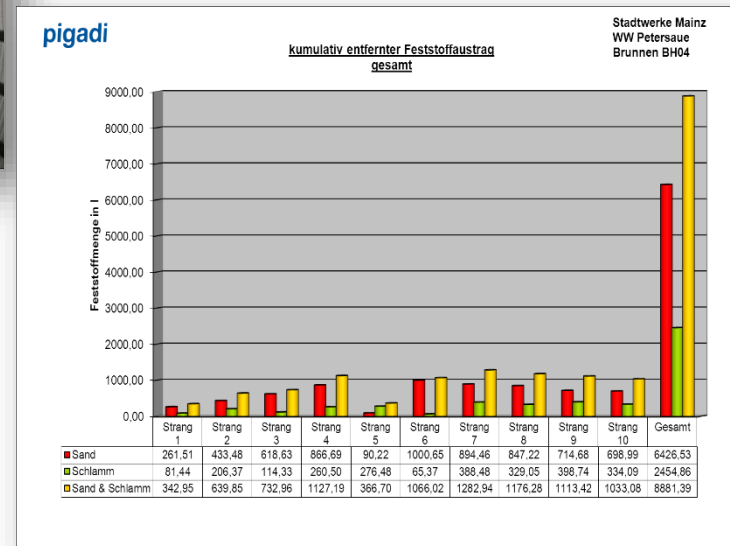
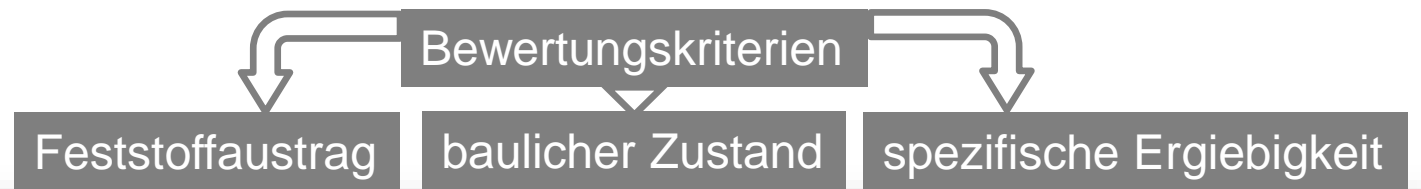
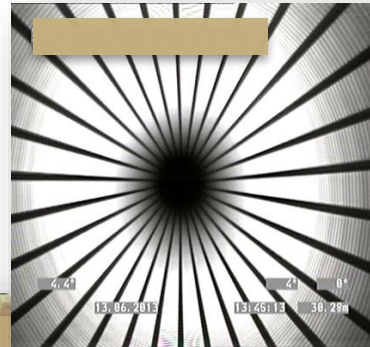
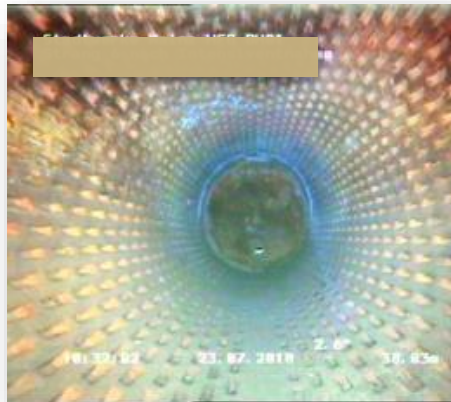
3.) Vortrieb Ersatzstränge



Strangtherapie

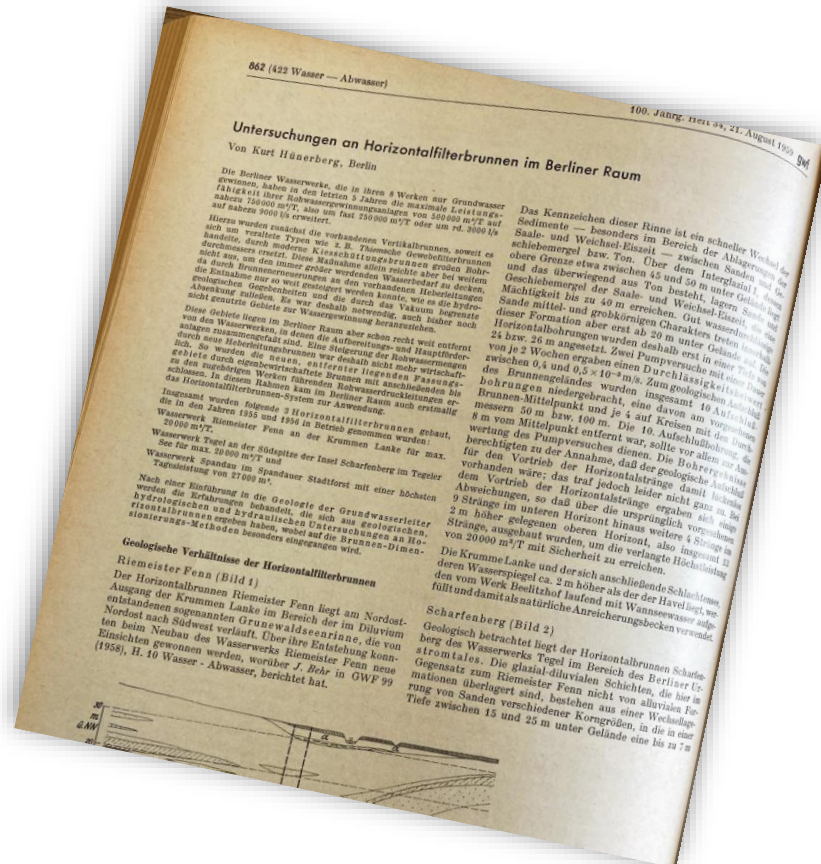
Nacharbeiten/Erfolgskontrolle

- optische Bestandsaufnahme nach der Maßnahme
- hydraulische Bestandsaufnahme (Einzelstrangpumpversuche; Gesamtpumpversuch)
- Optional: Geophysikalische Ermittlung der Zuflusscharakteristik (Flowmeter)
- Optional: Montage neuer Schiebersättel & Schieber



Horibrunnen Geschichte

Horizontalfilterbrunnen
Riemeisterfenn Berliner
Wasserwerke 1956

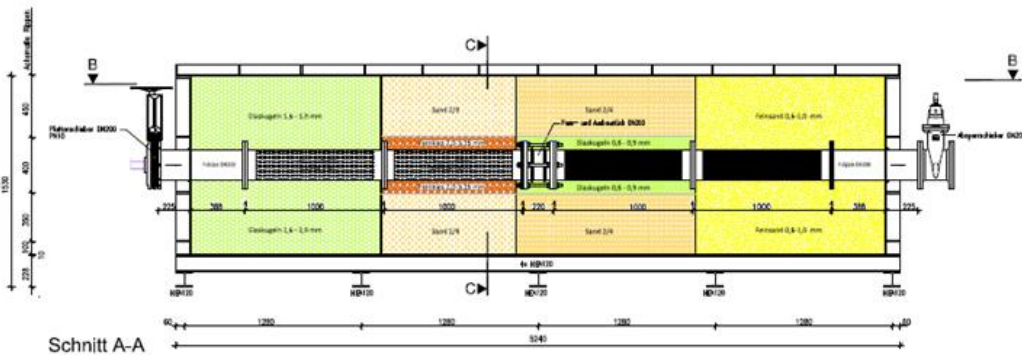




Innovationen



Technikum steht für alle Brunnenbauer und -regenerierer kostenneutral offen



Gefördert durch:

 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

FuE Kooperationsprojekt "Geophysik für Horizontalfilterbrunnen"

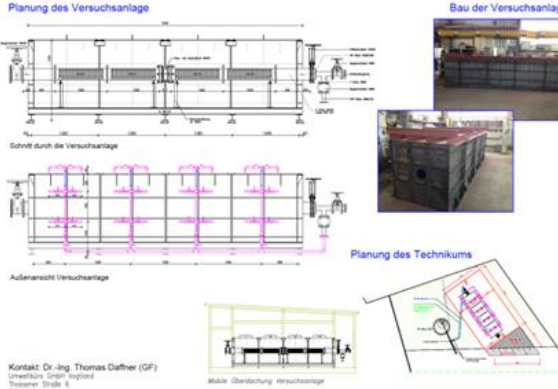
Projektträger:

 AF Projekt GmbH

Projektzeitraum:
01.06.2014 bis 31.05.2016

 **Teilprojekt der Umweltbüro GmbH Vogtland**
 Entwicklung und Betrieb eines Technikumarbeitsplatzes und von Datenübertragungsmodulen zur Überführung von Technologien zur Horizontalfilterbrunnen-Untersuchung in der Praxis

Planung des Versuchsanlage **Bau der Versuchsanlage**

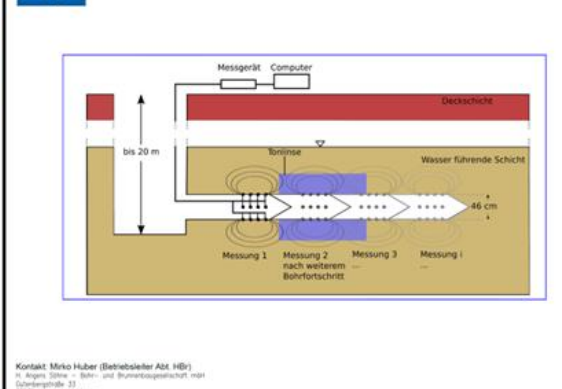


Schnitt durch die Versuchsanlage

Außenansicht Versuchsanlage **Planung des Technikums**

Kontakt: Dr.-Ing. Thomas Daffner (GF)
 Umweltbüro GmbH Vogtland
 Thomasstraße 6
 02627 Weischlitz

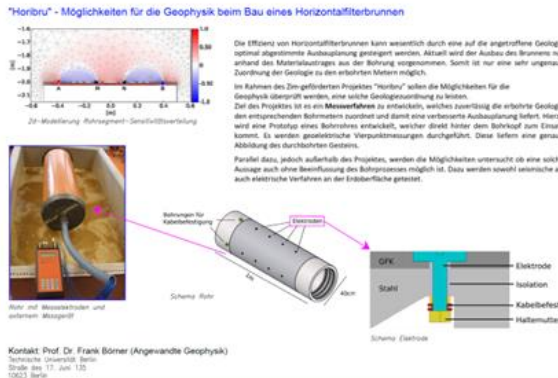
 **Teilprojekt der Fa. Anger's Söhne**
 Entwicklung eines Trägerelementes für nichtinvasive Messtechnik zur Integration in das Bohrwerkzeug für Horizontalbohrungen



Kontakt: Mike Huber (Betriebsleiter Akt. HBR)
 A. Anger Söhne - Bohr- und Brunnenbaugesellschaft mbH
 Günterstraße 23
 07130 Heuchelitz

 **Teilprojekt der TU Berlin**
 Entwicklung einer Messtechnologie zur nichtinvasiven Charakterisierung von Gestein und Grundwasser vom Bohrwerkzeug aus

"Horibu" - Möglichkeiten für die Geophysik beim Bau eines Horizontalfilterbrunnen



Die Effizienz von Horizontalfilterbrunnen kann wesentlich durch eine auf die ungetroffene Geologie optimal abgestimmte Ausbaulänge gesteigert werden. Aktuell wird der Ausbau des Brunnens nur anhand der Bohrprotokolle aus der Bohrung eingeschätzt. Somit ist nur eine sehr ungenaue Zuordnung der Geologie zu den erbohrten Metern möglich.

Im Rahmen des im geförderten Projektes "Horibu" sollen die Möglichkeiten für die Geophysik überprüft werden, eine solche Geologiebewertung zu leisten. Ziel des Projektes ist es ein Messverfahren zu entwickeln, welches zuverlässig die erbohrte Geologie den entsprechenden Bohrmessern zuordnet und damit eine verbesserte Ausbaulänge liefert. Hierzu wird eine Prototypen eines Bohrers entwickelt, welcher direkt hinter dem Bohrkopf zum Einsatz kommt. Es werden geoelektrische Verpunktmessungen durchgeführt. Diese liefern eine genaue Abbildung des durchbohrten Gesteins.

Parallel dazu, jedoch außerhalb des Projektes, werden die Möglichkeiten untersucht ob eine solche Aussage auch ohne Beeinträchtigung des Bohrprozesses möglich ist. Dazu werden sowohl elektrische als auch elektrische Verfahren an der Erbohrfläche getestet.

Kontakt: Prof. Dr. Frank Bömer (Angewandte Geophysik)
 Technische Universität Berlin
 Straße des 17. Juni 135
 10623 Berlin

 **Teilprojekt des Dresdener Grundwasserforschungszentrum e.V.**
 Entwicklung einer in-situ-Messtechnologie zur Überwachung des hydraulischen und geomechanischen Zustandes von Horizontalfilterbrunnen

Aufgabenstellung

- Ziel: Entwicklung einer Technologie (Horibu) zur Überwachung des hydraulischen und geomechanischen Zustandes von Horizontalfilterbrunnen (HFB).
- Auf der Grundlage von geotechnischen und hydrologischen Grundlagen.
- Entwicklungslösung für die lokale geomechanische und hydrologische Überwachung, insbesondere der Überwachung nach DIN EN 12128.
- Ziel ist die Entwicklung einer in-situ-Messtechnologie zur Überwachung des hydraulischen und geomechanischen Zustandes von Horizontalfilterbrunnen.

Lösungsvorschläge

- Wichtige Parameter: Brunnenspannung bzw. Zuflussmenge in den Filterzone sind zu messen.
- Möglichkeit zur hydraulischen Durchdringung der Kammer und Zulaufzone möglich.
- Wichtige Parameter: Messung der Zuflussmenge über ein Bohrungsgewandungsloch mit Filterbohrer zur Erfassung des ersten Durchflusses in Filterzone und Erfassung des Parameters pH-Wert, Temperatur, Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit im selben Zulauf in der Filterzone.
- Elektrodenkomponente: Bestehende Module für Elektroden und Spannungsversorgung.
- Realisierung der Bohrung der Filterzone mit dem Horibu-Bohrer über eine mechanische Antriebsvorrichtung.

Erste Ergebnisse

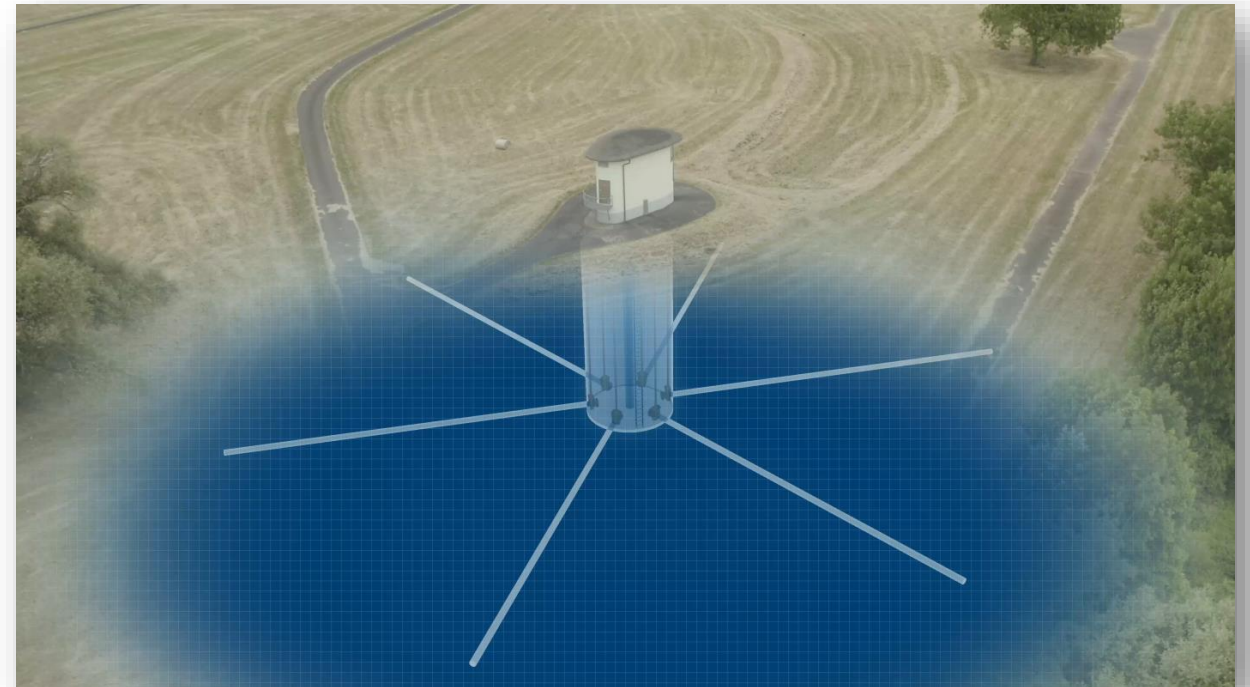
- Messungen der Zuflussmenge über einen Filterbohrer und eine Elektrodenkomponente (HFB).
- Spannungsänderung: Messung der Zuflussmenge über ein Bohrungsgewandungsloch mit Filterbohrer zur Erfassung des ersten Durchflusses in Filterzone und Erfassung des Parameters pH-Wert, Temperatur, Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit im selben Zulauf in der Filterzone.
- Elektrodenkomponente: Bestehende Module für Elektroden und Spannungsversorgung.
- Realisierung der Bohrung der Filterzone mit dem Horibu-Bohrer über eine mechanische Antriebsvorrichtung.

Kontakt: Michael Lay
 Dresdener Grundwasserforschungszentrum e.V.
 Berliner Straße 10
 01217 Dresden

Zusammenfassung/Ausblick

- HFB: komplex, aber gute Alternative für geringmächtige Grundwasserleiter
- Klimawandel = geringere GW-Mächtigkeit → HFB werden attraktiver
- Hydraulik komplex, Ersatzradius-Methode bietet ausreichende Näherung
- Innovationen verbessern Betrieb, Leistung und Langlebigkeit
- zyklische Analyse, Regenerierung und/oder Sanierung erlauben langfristigen Betrieb

Zukunft?
Horizontalfilterbrunnen!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

