



**Landkreis Goslar
Klubgartenstraße 6**

D-38640 Goslar

Ergebnisbericht

Altlast Florentz am Standort Morgenstern
Sanierungsversuch GWM2

A 2811/005

Verfasser:

Dr. Born - Dr. Ermel GmbH

- Ingenieure -

Finienweg 7

28832 Achim

Telefon: 04202 / 7 58-0

Telefax: 04202 / 7 58-500

E-Mail: info@born-ermel.de

Internet: www.born-ermel.de

Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Veranlassung..... 1
2	Bisherige Untersuchungen 2
3	Versuchsbeschreibung..... 3
3.1	Grundlagen der Versuchsdurchführung 3
3.2	Technische Ausrüstung zur Versuchsdurchführung..... 3
3.2.1	Förderung..... 4
3.2.2	Wasser-/Phasenbehandlung 6
3.2.3	Abluftbehandlung 8
3.2.4	Zwischenlagerung und Entsorgung 9
4	Versuchsdurchführung..... 12
4.1	Ziele 12
4.2	Zeitliche Abfolge..... 13
4.3	Versuchsauswertung..... 14
4.4	Resultate 14
5	Ausblicke und weitere Überlegungen 16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Prinzipskizze der eingesetzten Kolbenpumpe 5
Abbildung 2	Pumpenausbau SP 8 unter erhöhten AS-Bedingungen..... 6
Abbildung 3	Phasenbehälter..... 7
Abbildung 4	Abscheider 8
Abbildung 5	Abluftanlage 9
Abbildung 6	Abwassertankanlage..... 10
Abbildung 7	Verfahrensfließbild 11
Abbildung 8	Bildung von hochviskosen Phasenbestandteilen am Einlaufsieb..... 15

Anlagen

Anlage 1: Grafische Darstellung der gewonnenen Daten

Anlage 2: Tabellarische Dokumentation Fa. Ivers

1 Veranlassung

Bei einer Zielbohrung auf einen Stollen des ehemaligen Eisenerzbergwerkes Morgenstern in einer Tiefe von etwa 85 m unter der Geländeoberfläche, wurde ein hoch mit Schadstoffen belastetes Wasser gefördert. Die Bohrung wurde im Jahr 2013 im Rahmen einer Grundwassererkundung im Umfeld der in Rede stehenden Altlast von der Firma Anger´s Söhne Bohr und Brunnenbaugesellschaft niedergebracht.

In einer aufschwimmenden Phase aus kurzkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen und BTEX, die sich nach dem Abpumpen auf der Oberfläche absetzten, wurden hohe Gehalte an LHKW, Chlorbenzolen, PAK, PCB, PCDD/F und Chlorphenolen festgestellt. Die Gehalte waren so hoch, dass mit der bei einem Pumpversuch eingesetzten Technik der Schaden nicht beherrscht werden konnte und der Pumpversuch abgebrochen werden musste.

Die vorliegende Grundwasserbelastung wurde durch die Verklappung von Chemikalienabfällen in den Tagebau und vermutlich auch in den ehemaligen Förderschacht in den Jahren 1963 bis 1968 durch die illegal agierende "Chemische Fabrik Florentz" verursacht.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zur Quellensanierung vom 04.12.2013 wurde durch die Dr. Born - Dr. Ermel GmbH geprüft, welche Techniken grundsätzlich zur Entnahme und Behandlung der angetroffenen Phasen bzw. öligen Wässer zum Einsatz kommen können. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie war ursprünglich die Durchführung von kleinmaßstäblichen Laborversuchen vorgesehen.

Diese werden vorerst nicht durchgeführt, da der erforderliche Aufwand zur Gewinnung von Proben zu groß ist und sich im Rahmen der Bearbeitung der Studie herausgestellt hat, dass die ursprünglich vorgesehene Abfolge von Labor- und Feldversuchen hier nicht zweckmäßig ist. Stattdessen wird in der Machbarkeitsstudie vorgeschlagen, zunächst einen Sanierungsversuch mit dem Ziel einer selektiven Entnahme aufschwimmender Leicht- und ggf. Schwerphasenanteile durchzuführen.

Die im Rahmen des Pumpversuchs gewonnenen Daten sollten an dieser Stelle in einer ersten Bewertung aufbereitet werden, um eine breitere Basis für die Entscheidung des weiteren Vorgehens hinsichtlich der Sanierung der Altlast zu schaffen und letztendlich dem Auftraggeber bei der Planung zusätzlicher Schritte zu unterstützen.

2 Bisherige Untersuchungen

Als wesentliche, im Vorfeld durchgeführte Untersuchungen sind zum einen die Errichtung von Grundwassermessstellen und begleitende Untersuchungen am Gesamtstandort Morgenstern zwischen Oktober 2012 und April 2013, in deren Rahmen ein Pumpversuch an der Grundwassermessstelle Sohle 2 durchgeführt wurde sowie zum Anderen die darauf basierende Machbarkeitsstudie zur Quellensanierung eines Grundwasserschadens zu nennen.

Die Ergebnisse dieser Voruntersuchungen werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt. Im Jahr 2013 wurde an der in Rede stehenden Messstelle unter Federführung des Büros Pelzer und Partner ein Pumpversuch durchgeführt.

Die Beschreibung des Ablaufes und der Ergebnisse des Pumpversuches lassen eindeutig auf das Vorhandensein einer aufschwimmenden Leichtphase schließen. Dies ist insbesondere durch die Förderung von „einer Art Mineralölphase“ beim probeweisen Anpumpen in den Vorlagecontainer belegt. Diese Leichtphase konnte im Vorfeld nicht detektiert werden, da das verwendete Lichtlot zur Feststellung einer solchen nicht geeignet war.

Auf Grund der tiefen Anordnung der Pumpe wurde im weiteren Verlauf des Pumpversuches ein zunehmender Anteil Wasser gefördert, in dem Leichtphasenanteile mit abnehmender Tendenz vorhanden waren („Das Phasengemisch bzw. die Emulsion nahm im Verlauf der Zeit eine hellere Farbe an, wechselte von dunkelbraun zu grau“). Nach Abbruch des Pumpversuches ist davon auszugehen, dass Leichtphase über Nacht zum Brunnenrohr nachlief und dort erneut akkumulierte. Die beim erneuten Einschalten der Pumpe gewählte geringe Förderrate führte dann dazu, dass zunächst nur ein geringer Anteil dieser Leichtphase „mitgenommen“ wurde: „Die Emulsion erwies sich in diesem Entnahmebetrieb als weniger stark“. Erst als nach einer Stunde die Förderrate wieder auf die ursprüngliche Menge erhöht wurde war ein erneuter Anstieg des geförderten Leichtphasenanteils feststellbar: „Die Veränderung machte sich unmittelbar in der Zunahme des geförderten Phasenanteils bemerkbar“.

Es ist somit zu vermuten, dass die Positionierung der Pumpe und die gewählte Förderrate einen unmittelbaren Einfluss auf die Beschaffenheit des geförderten Mediums haben.

3 Versuchsbeschreibung

3.1 Grundlagen der Versuchsdurchführung

Basierend auf einer im Vorfeld durchgeführten Machbarkeitsstudie der Dr. Born - Dr. Ermel GmbH wurde der durchzuführende Sanierungsversuch geplant und während seiner Durchführung ingenieurtechnisch begleitet. Dabei wurden die in der Machbarkeitsstudie vorgeschlagenen Mess- und Entnahmetechniken unter den dort erarbeiteten Randbedingungen eingesetzt und versucht neue Erkenntnisse über die in Rede stehende Altlast und Möglichkeiten einer Sanierung zu gewinnen.

1. Ausbau und Entsorgung der vorhandenen Pumpe nebst Steigleitung. Die Pumpe war für die vorgesehenen kleinen Fördermengen nur eingeschränkt geeignet, es besteht keine Regelmöglichkeit, die Pumpe war nicht für den Einsatz in Ex-Schutz-Zonen zugelassen, der Rohrleitungswerkstoff war nicht beständig gegenüber den zu fördernden Stoffen.
2. Vermessung der Phasengeometrie mit einem Mehrphasenlot in Ex-Schutz-Ausführung zur Ermittlung der optimalen Pumpenposition.
3. Installation einer pneumatischen Förderpumpe, geeignet für den Einsatz in Ex-Schutzzone 0, mit Ex- und CE-Kennzeichnung)
4. Durchführung von Pumpversuchen mit unterschiedlichen Förderraten und bei unterschiedlichen Pegelständen (saisonale Betrachtung), Förderung in zugelassenen Lagerbehälter, Abluftabsaugung und –behandlung mittels Aktivkohle.
5. Kontrolle der Auswirkungen des Pumpvorganges auf die Phasengeometrie und die Zusammensetzung des geförderten Mediums, ggf. Analytik, nach Möglichkeit Ermittlung einer optimalen, kontinuierlichen Förderrate.

Sämtliche Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Zutage geförderten Phase und Abwässern stehen, waren unter erhöhten Arbeitsschutzbedingungen durchzuführen.

3.2 Technische Ausrüstung zur Versuchsdurchführung

Die Versuchsanordnung gliedert sich im Wesentlichen in die Bereiche Förderung, Behandlung und Entsorgung, die nachfolgend im Einzelnen beschrieben werden.

3.2.1 Förderung

Auf Grund der besonderen Gegebenheiten bei diesem Sanierungsversuch wurden an das einzusetzende Förderaggregat folgende Anforderungen gestellt:

1. Unklare Ausdehnung der Leichtphase (Dicke) sowie unbekanntes Nachströmverhalten: hieraus leitet sich die Forderung nach einer exakten Positionierbarkeit der Pumpe sowie nach einer in weiten Bereichen regelbaren Förderleistung ab. Angestrebt wird ein Regelbereich zwischen mindestens 3 und maximal 300 l/h.
2. Explosionsfähiges Gemisch oberhalb des Wasserspiegels: Die eingesetzte Pumpe muss gemäß der ATEX-Richtlinie zertifiziert und mindestens nach Temperaturklasse T2, Explosionsschutzgruppe IIB zugelassen sein.
3. Die Tiefe des Bohrloches (- 85 m unter GOK) und die niedrige Wasserspiegellage (-54 bis -70 m unter GOK) erfordern eine außergewöhnlich große Förderhöhe der Pumpe. Es ist eine Mindestförderhöhe von 7,5 bar erforderlich, um das Medium bei allen Wasserspiegellagen an die Oberfläche und in die nachgeschaltete Behandlungsanlage zu fördern.
4. Sollten mit der aufschwimmenden Leichtphase auch Wasseranteile gefördert werden, so ist sicherzustellen, dass es beim Pumpvorgang möglichst zu keiner Emulgierung der Phasen durch hohe Scherkräfte kommt.

Es wurde eine pneumatische Förderpumpe mit hubgesteuerter Förderrate eingesetzt. Über die vorgegebene Hubfrequenz lässt sich die Förderrate in den geforderten weiten Bereichen anpassen.

Zur Versorgung der Pumpe mit Druckluft wurde eine Kompressoranlage mit einem Arbeitsdruck von 10 bar gewählt. Die benötigte Luftmenge richtet sich nach der jeweiligen Fördermenge der Pumpe. Bei dem vorgesehenen Förderdruck sind rd. 0,022 Nm³/0,001 m³ Fluid zu veranschlagen. Für die maximal vorgesehene Förderrate von 0,3 m³/h sind also rd. 6,6 Nm³/h Druckluft notwendig.

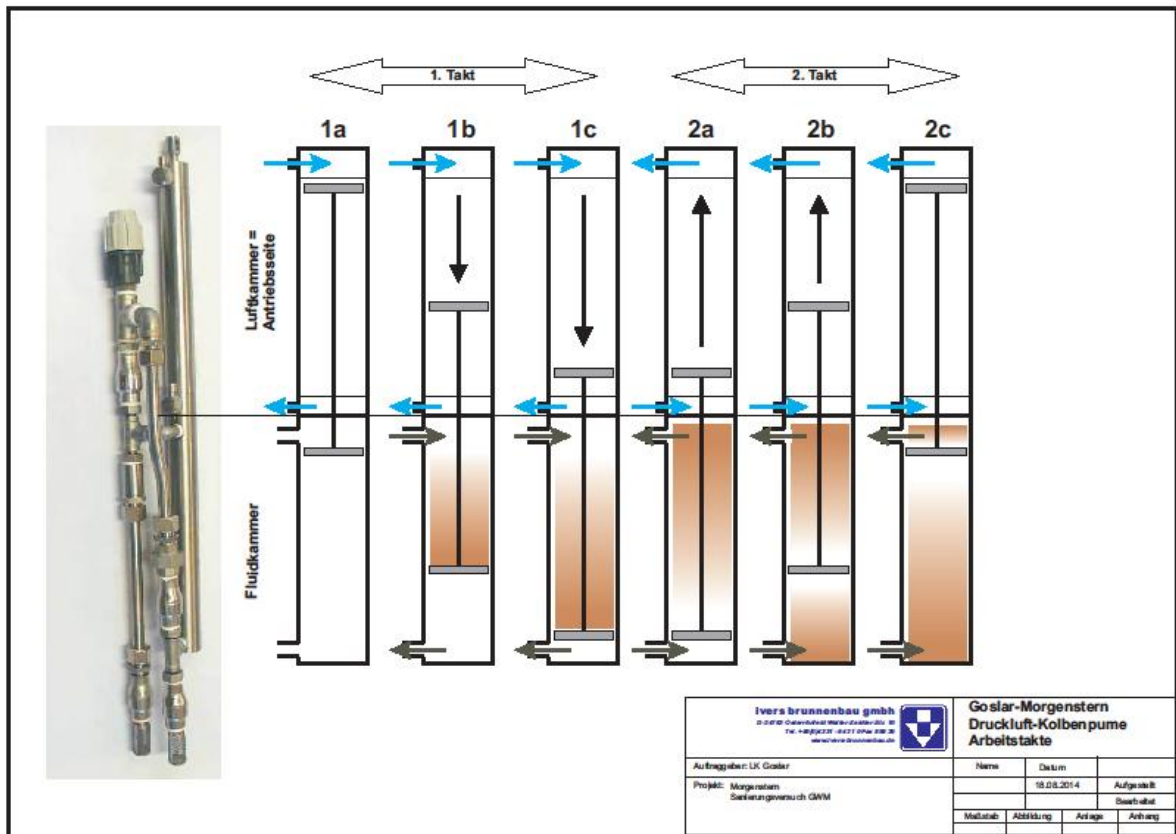


Abbildung 1 Prinzipskizze der eingesetzten Kolbenpumpe

Die im Versuch eingesetzte Kompressoranlage erbrachte eine Konstantförderleistung von 7,5 Nm³ bei einem Arbeitsdruck von > 8 bar. Die Aufstellung des Kompressors erfolgte in einem schallgedämmten Gehäuse außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches.

Die Steuerung der Förderleistung erfolgte in Abhängigkeit von der zugeführten Luftmenge mit Hilfe eines entsprechenden Regelventils. Hierdurch wurden auch kleinste Förderraten realisierbar.



Abbildung 2 Pumpenausbau SP 8 unter erhöhten AS-Bedingungen

3.2.2 Wasser-/Phasenbehandlung

Auf Grund des Versuchscharakters der Anordnung war zu erwarten, dass wiederholt auch Wasseranteile in nennenswerter Menge gefördert werden. Um sicherzustellen, dass die Leichtphasenteile über einen hinreichend hohen Brennwert verfügen und somit eine kostengünstige Entsorgung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage stattfinden kann, wurde ein Leichtphasenabscheider als Koaleszenzabscheider zwischen geschaltet. In diesen Abscheidern sollten die beiden Phasen nach ihrer Dichte in zwei separate Volumenströme aufgeteilt werden.

Phasenabscheider werden dort eingesetzt, wo nicht mischbare Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte zu trennen sind und eine Flüssigkeit auf der anderen eine Phase (Schwimmschicht) bildet. Am Markt sind eine Vielzahl unterschiedlicher Abscheider erhältlich, von denen jedoch nicht alle universell für alle Konstellationen einsetzbar sind.

Hier kommt ein Leichtphasenabscheider in Anlehnung an die gängigen Normen DIN EN 858 und DIN 1999 zum Einsatz. Dieser wurde zur Trennung von aufschwimmenden Leichtphasen auf Wasser bei einem Restgehalt an Kohlenwasserstoffen unter 5 mg/l im Ablauf der Wasserphase dimensioniert. Die Abscheideranlage ist mit einem Koaleszenzeinsatz ausgestattet, der zur möglichst weitgehenden Demulgierung von eventuell auftretenden Emulsionen dient. Die

Abscheideranlage ist ganz aus Edelstahl 1.4301 hergestellt, um die Chemikalienbeständigkeit in Hinblick auf die hier zu erwartende Zusammensetzung zu gewährleisten.

Das Medium läuft über eine Beruhigungszone, in der die ursprüngliche Schichtung der Phasen soweit technisch möglich wieder hergestellt wird, in den eigentlichen Abscheiderbereich. Dort erfolgt die Trennung der Phasen, ggf mit Hilfe des Koaleszenzeinsatzes. Über den Leichtphasenüberlauf am Behälteraustritt wird aufschwimmendes Medium in eine Pumpenvorlage geleitet, von wo es dem Zwischenlagerbehälter zugeführt wird. Im Abscheider abgetrenntes Wasser läuft im freien Gefälle dem Abwassersammeltank zu.

Der Abscheider ist auf einen Zulaufvolumenstrom von 0,3 m³/h ausgelegt und soll Verhältnisse von Wasser/NAPL zwischen 0 und 100 % abdecken.

Alle Komponenten des Abscheiders wurden vollständig geschlossen ausgeführt und an die Abluftbehandlungsanlage angeschlossen.



Abbildung 3 Phasenbehälter



Abbildung 4 Abscheider

3.2.3 Abluftbehandlung

Im eingehausten Bereich sowie in Bereichen mit potentiellen Schadstoffemissionen wurde die Luft in regelmäßigen Abständen überwacht.

Zur Überwachung der Luftqualität während des Sanierungsversuchs wurden Photoionisationsdetektoren (PID) für die kontinuierliche Messung von ionisierbaren Gasen und Dämpfen eingesetzt.

Die Behandlung der Abluft erfolgt durch eine 2-stufige Aktivkohlefilteranlage. Mit einem Ventilator wird die Abluft über separate Lutten aus den einzelnen Anlagenbereichen abgesaugt und den Filtern zugeleitet; die Schadstoffe werden dabei an die Aktivkohle gebunden. Die Filter sind hintereinander angeordnet, wobei der erste Filter als Hauptfilter und der zweite and Polizeifilter dient. Hinter der ersten Filterstufe wird ein Probenahmestutzen zur Überwachung der Reinigungsleistung angeordnet.



Abbildung 5 Abluftanlage

3.2.4 Zwischenlagerung und Entsorgung

Für die geförderte bzw. abgeschiedene Leichtphase wurde ein doppelwandiger Behälter mit bauaufsichtlicher Zulassung zur Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten entsprechend den Vorschriften bzw. Richtlinien von WHG, ATEX-RL und TRbF installiert. Zunächst hat man daher ein Behältervolumen von 985 l (Herstellerstandard) vorgesehen. Mit diesem Tankvolumen kann z.B. ein Förderstrom von 30 l/h über einen Zeitraum von rd. 36 h aufgefangen werden.



Abbildung 6 Abwassertankanlage

Für abgeschiedenes Abwasser aus dem Leichtphasenabscheider wurden drei doppelwandige, geschlossenen Behälter aus chemikalienbeständigem Kunststoff (z.B. HD-PE) entsprechend den WHG bzw. ATEX Richtlinien und einem Nutzvolumen von je 1,5 m³ aufgestellt. Die Anlagenteile befinden sich innerhalb eines Containers.

Ein Verfahrensfließbild ist in der nachstehenden Abbildung 7 dargestellt.

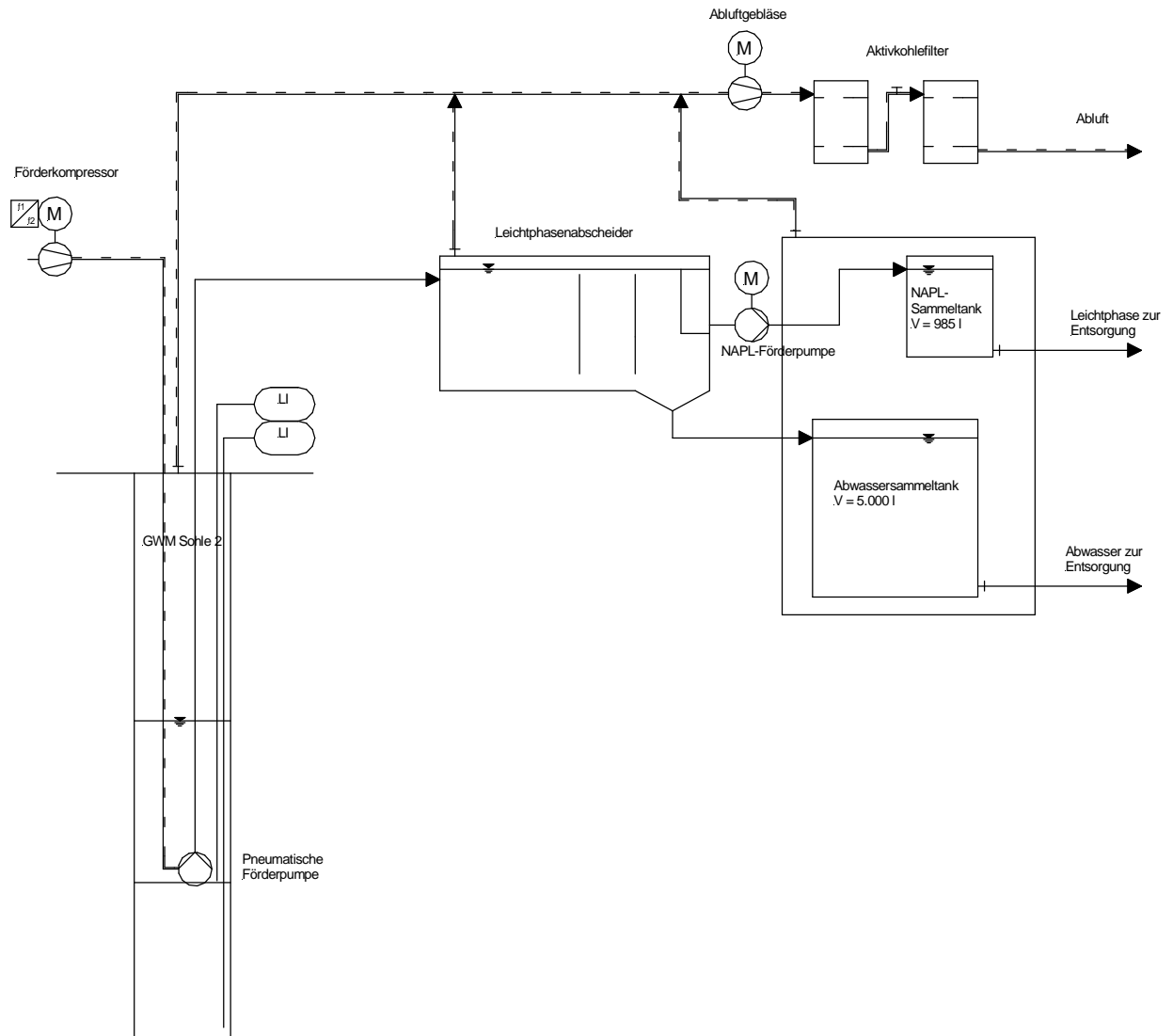


Abbildung 7 Verfahrensfließbild

4 Versuchsdurchführung

4.1 Ziele

Die Ziele des Pumpversuchs wurden in der eingangs zitierten Machbarkeitsstudie von Dr. Born - Dr. Ermel GmbH wie folgt definiert:

1. Installation einer geeigneten Entnahmepumpe . Empfehlung: pneumatische Förderpumpe, geeignet für den Einsatz in Ex-Schutzzone 0, mit EEx- und CE-Kennzeichnung.
2. Vermessung der Phasengeometrie mit einem Mehrphasenlot in Ex-Schutz-Ausführung zur Ermittlung der optimalen Pumpenposition.
3. Durchführung von Pumpversuchen mit unterschiedlichen Förderraten und bei unterschiedlichen Pegelständen (saisonale Betrachtung), Förderung in zugelassenen Lagerbehälter, Abluftabsaugung und –behandlung mittels Aktivkohle.
4. Ergänzend: Ausdehnung der o.g. Versuche auf eine mutmaßlich vorhandene Schwerphase unter ansonsten gleichen Randbedingungen.
5. Parallel: Kontrolle der Auswirkungen des Pumpvorganges auf die Phasengeometrie und die Zusammensetzung des geförderten Mediums, ggf. Analytik, nach Möglichkeit Ermittlung einer optimalen, kontinuierlichen Förderrate.
6. Entscheidung über weitere Vorgehensweise, ggf. Fortführung der Pumpversuche als Quellensanierung in Abhängigkeit von den erzielten Ergebnissen.

4.2 Zeitliche Abfolge

Nachstehende Tabelle 1 zeigt den Fortgang des Versuchs. Für detaillierte Informationen wird auf die **Anlage 2** verwiesen. Die Tabelle gibt nur die besonderen Vorkommnisse im Rahmen der Pumpversuchs wieder.

Verlaufsdaten bzw. Ereignisse im Versuchsverlauf	Datum/Zeitraum	Anmerkungen
Pumpeneinbau, Versuchslauf	31.07.2014	Keine Förderung
Versuchslauf, Änderung des Drucks/Intervalls	18.08.2014 - 09.09.2014	Erste Phasenförderung, 77 l – 396 l Phase, tägliche Pumpenlaufzeit 30 Minuten, Einhängetiefe der Pumpe ca. 60 m u. BOK ¹
Pumpenstillstand, keine Wasserstandsmessungen möglich (Hochviskose Phase)	19.08.2014	Mehrphasenlichtlot kann die Phasenschicht nicht mehr durchdringen. Pumpenaus- und Wiedereinbau, Einhängetiefe der Pumpe 61,5 m u. BOK ab 27.08. bei 59,70 m u. BOK
Erhöhung der täglichen Pumpenlaufzeit	18.09.2014 – 01.10.2014	Laufzeit auf 45 Minuten erhöht um ggfs erhöhte Phasenförderung zu realisieren, Förderung 100 -270 l Phase, Einhängetiefe der Pumpe ca. 62 m u. BOK
Versuch zur Probengewinnung hochviskoser Phase	07.10.2014	Pumpenausbau, Schöpfversuche. Phasen- und Wasseroberflächenmessung wieder durchführbar. Pumpeneinbau, Inbetriebnahme. Einhängetiefe der Pumpe ca. 61,20 m unter BOK
Erhöhung der täglichen Pumpenlaufzeit	08.10.2014 - 14.10.2014	Erhöhung der täglichen Pumpendauer auf 60 Minuten.
Umstellung der Pumpentaktung	13.10.2014	Taktung der Pumpe (Kolbenhubintervall, siehe auch Abbildung 1) von 24 Sekunden auf 20 Sekunden erhöht.
Pumpe außer Betrieb	14.10.2014	Umstellung E-Versorgung
Einbau Datenlogger ² Ing. Büro Peltzer u.P., Pumpenstillstand	21./22.10.2014	Pumpenaus/Einbau, Pumpe läuft im Automatik/Dauerbetrieb., Einhängetiefe der Pumpe ca. 61,50 u. BOK
Anlagenstillstand,	28.10.2014	Abwasserbehälter 1 voll, automatische Abschaltung, Anlage wieder in Betrieb,
Anlagenstillstand	05.11.2014	Abwasserbehälter 2 voll, automatische Abschaltung,
seit	05.11.2014	Kein Anlagenbetrieb

Tabelle 1 Versuchsverlauf, besondere Vorkommnisse

¹ BOK 0 Brunnenoberkante.

² Der Datenlogger des Ing.Büros Dr. Pelzer und Partner und des AG wurde im Rahmen des Pumpenausbaus SP 8 entfernt und auf Wunsch des AG wieder eingebaut. Daten hierzu liegen zur Berichterstellung noch nicht vor.

4.3 Versuchsauswertung

In Anlage 1 wird der Verlauf des Versuchs (gesamte Laufzeit des Versuchs vom 31.07.2014 mit Pumpenanlauf bis zum 05.11.2014 und abschließende Einwinterung der Anlage) grafisch aufbereitet.

Dargestellt sind die Teufenlage der Phasenoberfläche (Angabe in m unter GOK bezogen auf NN) sowie die Phasenuntergrenze/Wasseroberfläche im gleichen Bezugssystem. Die jeweiligen Fördermengen (Angabe in Liter) sind kumulativ dargestellt, um die Interaktion zwischen Fördermenge und Phasenmächtigkeit(en) grafisch zu erfassen.

Die kontinuierliche Erfassung der Fördermenge wäre zwar mit der projektierten Anlagentechnik möglich gewesen, hat sich aber aufgrund der Viskosität und der geringen Förderleistungen als nicht realisierbar erwiesen. Die grafisch aufbereiteten Messwerte zur Fördermenge wurden rechnerisch über die Behälterfläche ermittelt. Somit kann eine Zeit/Mengenkorrelation nicht dargestellt werden. Die Fördermengen sind nur kumulativ und zum jeweiligen Ermittlungszeitpunkt dargestellt.

Da die Messdaten (Phasenoberfläche, Wasseroberfläche, Fördermengen) durch die aufgetretenen Anomalien, wie hochviskose Phasenbildungen nicht kontinuierlich zu erfassen waren, weisen die Datensätze und somit die Grafik einige Lücken in den Messreihen auf. Des Weiteren würden sich Maxima und Minima bei einer kontinuierlichen Datenreihe weniger steil ausbilden.

Im Rahmen des Versuchs wurde zudem über unterschiedlichen Pumplaufzeiten und Taktungen versucht, die Fördermengen zu optimieren. So wurde ab dem 24.10.2014 die Anlage komplett auf Automatikbetrieb umgestellt, was durch die Erhöhung der Pumpdauer auf 24 Stunden zur Förderung von Wasserphase führte.

4.4 Resultate

Im Rahmen des Pumpversuchs wurden an etwa 77 Tagen 2.300 l Phase und ca. 3.000 l Wasserphase³ (in Anlage 2 dokumentiert) aus dem Bohrloch entnommen. Vom Anlauf der Pumpe am 15.08.2014 bis zum Wechsel in den Dauerbetrieb am 24.10.2014 war die Pumpe im täglichen Intervallbetrieb etwa 57 Stunden in Betrieb und förderte etwa 2.000 l. Die

³ Die Wasserphase wurde vom 24.10 bis 05.11.2014 gefördert, da in diesem Zeitintervall die Pumpe kontinuierlich aus dem Bohrloch förderte.

Pumplaufzeit erhöhte sich im Intervall vom 24.10 bis zum 5.11. auf ca. 210 Stunden in denen 300 l Phase gefördert wurden.

Während dieses Intervalls wurde bei einer Phasenmächtigkeit von weniger Dezimetern (ca. 18 cm) der weitaus größte Anteil an Wasserphase gefördert.

Eine Schwerphase konnte zu keinem Zeitpunkt des Versuchs durch Messung mit dem Mehrphasenlichtlot festgestellt werden (maximale Endteufe der Messstelle, gelotet am 31.07.2014, Fa. Ivers Brunnenbau, 87,12 unter BOK)

Die Bildung von zähflüssigen und damit kaum förderbaren Medien im Bohrloch ist nicht auszuschließen. Ein kausaler Zusammenhang zwischen geförderter Phasenmenge und Abwassermenge ist hierbei nicht gegeben. Unter Umständen ist die nachlaufende Phase inhomogen in ihrer Zusammensetzung und ändert daher die Viskosität.



Abbildung 8 Bildung von hochviskosen Phasenbestandteilen am Einlaufsieb

Die Phasenmächtigkeit reduzierte sich im Versuchsverlauf von anfänglich über 20 m bis auf wenige Dezimeter. Bei entsprechender Taktung (ca. 20 Sekunden) und täglicher Laufzeit der Pumpe von etwa 45 Minuten sollte jedoch ein ausreichender Phasennachlauf zu erzielen sein.

Nach vorliegenden Erkenntnissen ist die kontinuierliche Förderung von Phase aus der GMWS Sohle 2, Deponie Morgenstern, Altlast Florentz, grundsätzlich und unter dem besonderen Augenmerk der hydraulischen Verhältnisse und den zu erzielenden Austragsmengen möglich.

Bei durchlaufendem Pumpbetrieb (automatisch, 24 h) erhöhte sich der geförderte Wasserphasenanteil, so dass die zur Verfügung stehenden Aufnahmekapazitäten rasch erschöpft waren, was zu einer automatischen Abschaltung der Anlage führte.

Somit bleibt festzustellen, dass der Dauerbetrieb keine Lösung für eine ständige Phasentnahme aus der Bohrung darstellt. Die weitaus effektivere Methode ist nach Sachstand der tägliche Intervallbetrieb von etwa 45 Minuten bei einer Kolbentaktung von etwa 20 bis 24 Sekunden.

5 Ausblicke und weitere Überlegungen

Eine signifikante Abnahme der Förderleistung war nur zu Beginn und am Ende des Versuchs zu verzeichnen. Eine Erhöhung der Pumprate, bzw. der Kolbentaktung und der Laufzeit sowie der Übergang zum Dauerbetrieb führten zu einem deutlichen Absinken der Phasenhöhe in der Bohrung und zu einer deutlichen Erhöhung des Abwasseranteils (Wasserphase) in dem zu Tage geförderten Medium.

Falls ein Dauerbetrieb in Erwägung gezogen wird, kommt der Wasserphase eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Entsorgungskosten zu. Die zum jetzigen Zeitpunkt vorhandene Anlagentechnik hat diesbezüglich zu geringe Kapazitäten, was zu häufigen Stillständen und Entsorgungskampagnen führen würde. Hier sind Alternativen, wie beispielsweise die Aufbereitung der Wasserphase über zusätzliche Abscheider und Aktivkohlefilter und Einleitung in ggfs. die existierende Kanalisation anzudenken.

Da keine detaillierten Erkenntnisse über die Herkunft der Phase im hydraulischen System des aufgelassenen Bergbaus vorliegen, ist eine Prognose über in der Zukunft zu fördernde Phasenmengen schwer möglich.

Dennoch ist bei einer Pumpenlaufzeit von 45 Minuten täglich die Förderung nach derzeitigem Kenntnisstand auf einem vorerst konstanten Niveau realisierbar. Die eingesetzte Pumptechnik ist nach Sachstand für die Phasenförderung durchaus geeignet.

Damit wären auf der Basis der im Versuch gewonnenen Erkenntnis maximal etwa 30 l bis 40 l Phase täglich aus dem Bohrloch zu entnehmen, was einer Jahresleistung von ca. 10 bis 13 m³ entsprechen kann. Diese Überlegung gilt vor dem Hintergrund eines, wie bisher festgestellt, kontinuierlichen Phasennachlaufs aus dem Gebirge.

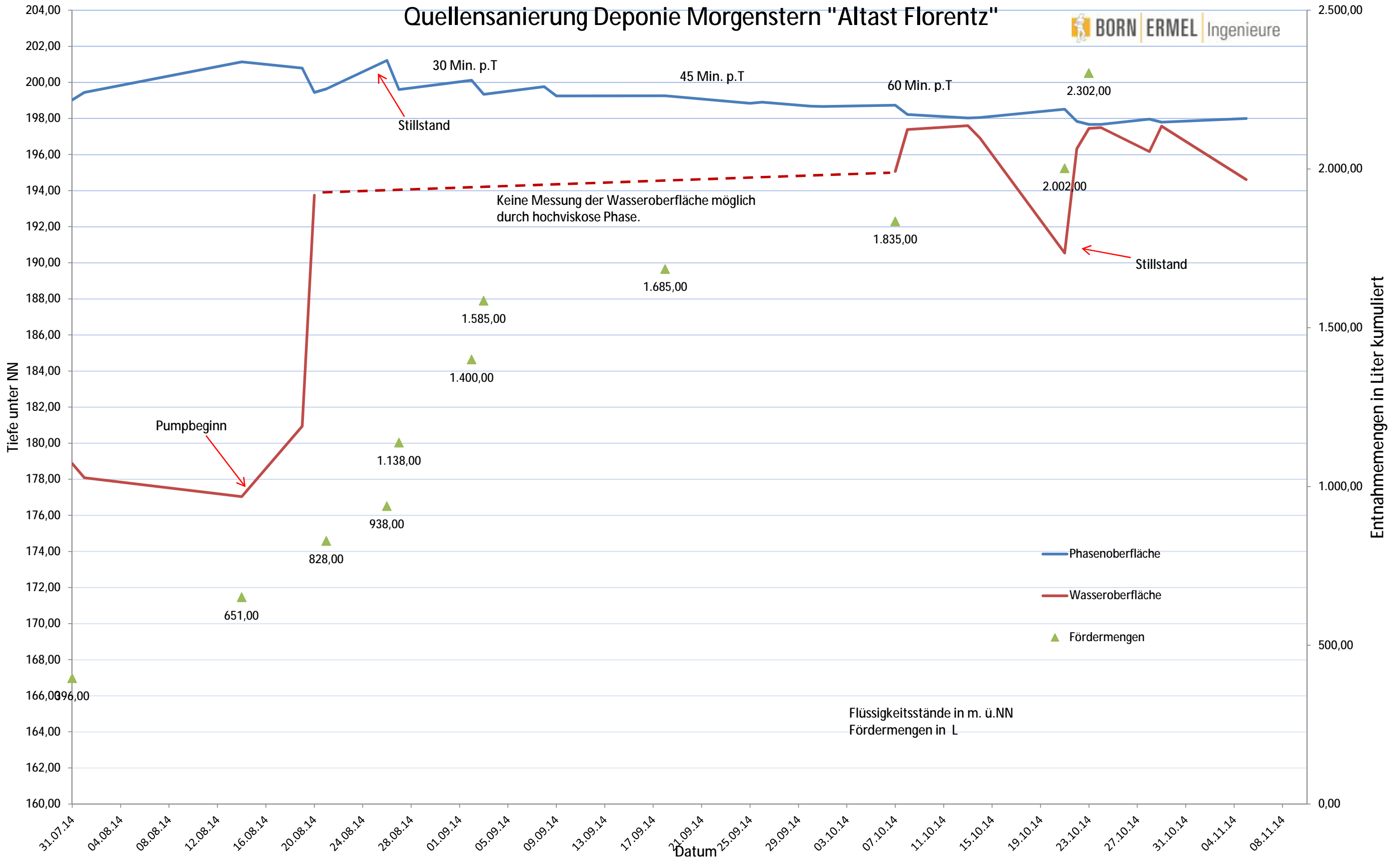
Eine solche Interpretation sollte durch weiteren Betrieb und insbesondere Messungen der Phasenmächtigkeit verifiziert werden. Hier wäre der Einsatz von kontinuierlichen Messverfahren wünschenswert. Denkbar sind hier Ultraschallmessverfahren für die Phasenoberfläche und Logger für den Wasserstand. Die Verfügbarkeit entsprechender Technik ist zu prüfen.

Über den Zeitraum bis zum Nachlassen des Phasenzulaufs bei einem täglichem 45 min-Betrieb ist derzeit keine Prognose möglich.

Aufgestellt: Dr. Born - Dr. Ermel GmbH,
Frankfurt/Main, den 02.02.2015 GEB

Geprüft: Achim, den 02.02.2014 SCHN

Quellensanierung Deponie Morgenstern "Altast Florentz"





[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
Datum / Uhrzeit	Monteur	Leichtphasen-Oberfläche (I)	Wasser-Oberfläche	=> Mächtigkeit Leichtphase	Schwerphasen-Oberfläche (II)	Bezugspunkt	Öl im LF-Abscheider (1 cm = ca. 11 l korrigiert per 26.08))
[1] 31.07.14. 16:30 Uhr	R. Krüger	59,91 m	80,07 m	20,16 m	keine	BOK (OK Schutzrohr)	keine Förderung
[2]	Brunnenendtiefe (gelotet): 87,12 m BOK (OK Schutzrohr)						
[3] 01.08.14. 09:30 Uhr	R. Krüger	59,50 m	80,63 m	21,13 m	keine	BOK (OK Schutzrohr)	
[4] 13.08.2014 ganztägig/	Montagearbeiten, Anlage, verbindenen Rohrleitungen, Kabel etc						
[5] 14.08.14 13.30 Uhr	R. Krüger	57,80 m	81,9	24,10 m			
[6] 14.08-15.08.2014 ganztägig	Krüger / Fischer	Montagearbeiten, Einbau U-Pumpe, Inbetriebnahme Pumpe, [Pumpe: 10 bar, TZ 12 s]					keine Förderung
[7] 15.08.14 11:05 Uhr	R. Krüger	57,97 m					keine Förderung
[8] 18.08.14. 17:00 Uhr	Jagusch/Fischer	58,15 m	78,00 m	19,85 m	Pumpe: 10 bar, TZ 24 s		77 Liter
[9] 19.08.14. 10:30 Uhr	Jagusch/Fischer	58,98 m	70,12 m	11,14 m			253 Liter
[10] Ziehen der Pumpe um 4 m nach oben, neue Ansauglage bei 66 m BOK							
[11] 19.08.14. 13:45 Uhr	Duddek						325 Liter
[12] 19.08.14. 15:45 Uhr	Pumpe abgestellt wegen erforderlichem Pumpenausbau						374 Liter
[13] keine LL-Messungen mehr möglich, da LL bei 65 m aufliegt, komplette Einbauten Pumpe+Leitung+DL-Leitung mussten gezogen werden (bis ca. 17:15 h) Ursache waren die aufgewickelten DL-Leitungen => Einbau weiterer Einbauten (Drucksonde etc.) wird aus Platzmangel nicht empfohlen!							374 Liter
[14] 19.08.14. 17:10 Uhr	Jagusch/Fischer	59,62 m	62,40 m	2,78 m			374 Liter
[15] Wiedereinbau der Pumpe bis 19:30 h, Einbaulage Saugöffnung auf 62 m BOK, Testbetrieb erfolgreich, Ende der Arbeiten 20:00							374 Liter
[16] 20.08.14. 09:30 Uhr	Jagusch/Fischer	59,50 m	65,20 m	5,70 m	P gezogen, Ansaugöffnung bei 62 m		380 Liter



[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
Datum / Uhrzeit	Monteur	Leichtphasen-Oberfläche (I)	Wasser-Oberfläche	=> Mächtigkeit Leichtphase	Schwerphasen-Oberfläche (II)	Bezugspunkt	Öl im LF-Abscheider (1 cm = ca. 11 l korrigiert per 26.08))
[17] 20.08.14. 14:30 Uhr	Jagusch/Fischer	59,48 m	66,19 m	6,71 m			396 Liter
[18] 20.08.14. 16:10 Uhr	Jagusch/Fischer	BOK über GOK : 1,11 m					
[19] 20.08.2014 ab 16:30	Jagusch/Fischer	59,53 m					396 l Öl umgepumpt
[20] 21.08.14 ab 08:15	Einbaulage Saugöffnung auf 60,5 m BOK. Förderung läuft, Medium nun grau-braun (statt wie vorher dunkelbraun-altölfarbig)						0 Liter
[21] 21.08.14. 09:00 Uhr	Jagusch/Fischer	59,30 m	Lotung nicht möglich, da zähes Medium			BOK	33 Liter
[22] 21.08.14. 17:00 Uhr	Jagusch/Fischer	59,33 m	Lotung nicht möglich, da zähes Medium			BOK	66 Liter
[23] 25.08.14. 13:30 Uhr	Jagusch	58,29 m	Messung nur bis 63,50 möglich, P um 0,5 m auf 60 m geogen			BOK	66 Liter
[24] 26.08.14. 08:30 Uhr	Jagusch	57,72 m	Messung nur bis 61,33 möglich			BOK	
[25] 26.08.14. 13:00 Uhr	Jagusch	59,36 m	Messung nur bis 61,35 möglich			BOK	
[26] 26.08.14. 16:30 Uhr	Jagusch	59,49 m	Messung nur bis 61,34 möglich			BOK	255 l Öl umgepumpt
[27] 27.08.14. 08:15 Uhr	Jagusch	59,33 m	Messung nur bis 61,34 möglich, P um 0,3 m auf 59,70 gezogen			BOK	22 Liter
[28] 27.08.14. 12:30 Uhr	Jagusch	59,34 m	Messung nur bis 61,34 möglich			BOK	44 Liter
[29] 29.08.14. 00:00 Uhr	Gebel						
[30] 02.09.14. 11:15 Uhr	Jagusch	58,24 m	Messung nur bis 61,04 möglich			BOK	
[31] 02.09.14. 14:00 Uhr	Jagusch	58,82 m	Messung nur bis 61,14 möglich			BOK	
[32] 02.09.14. 16:30 Uhr	Jagusch	59,22 m	Messung nur bis 61,22 möglich			BOK	178 Liter



[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
Datum / Uhrzeit	Monteur	Leichtphasen-Oberfläche (I)	Wasser-Oberfläche	=> Mächtigkeit Leichtphase	Schwerphasen-Oberfläche (II)	Bezugspunkt	Öl im LF-Abscheider (1 cm = ca. 11 l korrigiert per 26.08))
[33] 03.09.14. 08:30 Uhr	Jagusch	59,12 m	Messung nur bis 61,03 möglich			BOK	177 l Öl abgepumpt
[34] 03.09.14. 11:00 Uhr	Jagusch	59,32 m	Messung nur bis 61,12 möglich			BOK	78 Liter
[35] 03.09.14. 13:00 Uhr	Jagusch	59,60 m	Messung nur bis 61,31 möglich			BOK	110 l Öl abgepumpt
[36] 08.09.14. 12:30 Uhr	Jagusch	58,60 m	Messung nur bis 61,43 möglich				
[37] 08.09.14. 15:00 Uhr	Jagusch	59,18 m	Messung nur bis 61,03 möglich				89 Liter
[38] 08.09.14. 17:00 Uhr	Jagusch	59,49 m	Messung nur bis 61,24 möglich				133 Liter
[39] 09.09.14. 08:15 Uhr	Jagusch	59,46 m	Messung nur bis 61,14 möglich				
[40] 09.09.14. 10:45 Uhr	Jagusch	59,69 m	Messung nur bis 61,24 möglich				200 Liter
[41] 09.09.14. 17:30 Uhr	Jagusch	59,62 m	Messung nur bis 61,22 möglich				200 l Öl abgepumpt
[42] 17.09.14. 12:30 Uhr	Jagusch	58,84 m	Messung nur bis 60,81 möglich				67 Liter
[43] 17.09.14. 15:30 Uhr	Jagusch	59,40 m	Messung nur bis 61,97 möglich				
[44] 17.09.14. 17:15 Uhr	Jagusch	59,41 m	Messung nur bis 61,95 möglich				178 Liter
[45] 18.09.14. 08:15 Uhr	Jagusch	59,46 m	Messung nur bis 61,32 möglich				
[46] 18.09.14. 10:30 Uhr	Jagusch	59,52 m	Messung nur bis 61,29 möglich				
[47] 18.09.14. 12:45 Uhr	Jagusch	59,68 m	Messung nur bis 61,32 möglich		Pumpzeiten von 30 auf 45 Minuten/Tag erhöht		270 l Öl umgepumpt
[48] 25.09.14. 12:45 Uhr	Jagusch	59,96 m	Messung nur bis 61,15 möglich				122 Liter



[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
Datum / Uhrzeit	Monteur	Leichtphasen-Oberfläche (I)	Wasser-Oberfläche	=> Mächtigkeit Leichtphase	Schwerphasen-Oberfläche (II)	Bezugspunkt	Öl im LF-Abscheider (1 cm = ca. 11 l korrigiert per 26.08))
[49] 25.09.14. 14:45 Uhr	Jagusch	59,99 m	Messung nur bis 61,24 möglich				
[50] 25.09.14. 16:30 Uhr	Jagusch	60,10 m	Messung nur bis 61,22 möglich				177 l Öl umgepumpt
[51] 26.09.14. 08:00 Uhr	Jagusch	60,04 m	Messung nur bis 61,65 möglich				
[52] 26.09.14. 12:30 Uhr	Jagusch	60,04 m	Messung nur bis 61,58 möglich				
[53] 30.09.14. 11:30 Uhr	Jagusch	60,26 m	Messung nur bis 61,15 möglich				100 Liter
[54] 30.09.14. 13:45 Uhr	Jagusch	60,30 m	Messung nur bis 61,24 möglich				
[55] 01.10.14. 08:00 Uhr	Jagusch	60,21 m	Messung nur bis 61,21 möglich				
[56] 01.10.14. 11:30 Uhr	Jagusch	60,28 m	Messung nur bis 61,20 möglich				100 l Öl umgepumpt
[57] 01.10.14. 11:45 Uhr	Jagusch					Pumpzeiten von 45 auf 60 Minuten/Tag erhöht	
[58] 07.10.2014 08:00-12:00	Jagusch/Fischer					Bei Pumpenausbau ist Seil gerissen (Zugkraft > 500 kg), Ursache: Pfropfenbildung / Verklebungen? Pumpe an Förderleitung gezogen, nach Lösen der Pfropfen/Verklebung konnte Pumpe leichtgängig gezogen werden als Pumpe ausgebaut war, keine erkennbaren Verunreinigungen mehr sichtbar und Ansaugsiebe wassersauber	
[59] 07.10.2014 13:00 -14:00	Jagusch/Fischer	60,21 m	63,88 m	3,67 m		Schöpfversuche zur Gewinnung der hochviskosen Phase durchgeführt: Lotung auf Brunnenendtiefe: 85,82 m Plümper 1 auf Brunnensohle: nix drin, Plümper 1 verliert Wasser Plümper 2 (RV) auf Brunnensohle: kein Schlamm / kein Feststoff / keine hochviskosen Bestandteile, nur Wasser Plümper 2 auf Öl-Niveau: kein Schlamm / kein Feststoff / keine hochviskosen Bestandteile, nur Leichtphase, Tiefbraun, gut durchmischt, Probenahme in Glas, Probe beim AG silberfarbenen Spuren an Plümper 2=> Aluminumpigmente ? Probe auf Handschuh auf Baustelle hinterlassen	



[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
Datum / Uhrzeit	Monteur	Leichtphasen-Oberfläche (I)	Wasser-Oberfläche	=> Mächtigkeit Leichtphase	Schwerphasen-Oberfläche (II)	Bezugspunkt	Öl im LF-Abscheider (1 cm = ca. 11 l korrigiert per 26.08))
[61] 07.10.14. 16:10 Uhr	Jagusch/Fischer	60,52 m	63,40 m	2,88 m			
[62] 07.10.2014 16:30-20:00	Jagusch/Fischer	60,52 m	63,08 m	2,56 m	Pumpe wieder eingebaut, Einlaufsieb auf 61,20 m Pumpbetrieb für 5 Stunden eingestellt		
[63] 08.10.14. 09:00 Uhr	Jagusch/Fischer	60,72 m	61,55 m	0,83 m	Pumpe hoch-runter bewegt, um Veklebungen zu lösen		67 Liter
[64] 08.10.14. 14:00 Uhr	Jagusch/Fischer	60,76 m	61,24 m	0,48 m	Pumpbetrieb auf 1 x täglich 60 min eingestellt		
[65] 13.10.14. 10:30 Uhr	Jagusch	60,70 m	63,28 m	2,58 m	Pumpe angezogen		
[66] 13.10.14. 13:30 Uhr	Jagusch	60,92 m	61,34 m	0,42 m	Taktung Pumpe auf 20 s eingestellt		
[67] 13.10.14. 16:45 Uhr	Jagusch	60,90 m	61,30 m	0,40 m			155 Liter
[68] 14.10.14. 08:15 Uhr	Jagusch	60,89 m	62,03 m	1,14 m			
[69] 14.10.14. 12:30 Uhr	Jagusch	60,92 m	61,32 m	0,40 m	Pumpe außer Betrieb gesetzt wg. Umbau E-Versorgung am 20.10		
[70] 21.10.14. 08:30 Uhr	Jagusch	60,43 m	68,40 m	7,97 m			150 l Öl umgepumpt
[71] 21.10.14. 15:00 Uhr	Jagusch	61,17 m	61,52 m	0,35 m	Pumpe gezogen, Datenlogger eingebaut, Pumpe z.T. wieder eingebaut (Förderschlauch durch HDPE-EL-Ltg. ausgetauscht)		
[72] 22.10.14. 11:10 Uhr	Jagusch	61,10 m	62,62 m	1,52 m			
[73] 22.10.14. 17:30 Uhr	Jagusch	61,21 m	61,54 m	0,33 m	Pumpe rest wieder eingebaut, Einlaufsieb auf 61,50 m Pumpe auf Dauerbetrieb eingestellt		
[74] 23.10.14. 09:00 Uhr	Jagusch	61,26 m	61,47 m	0,21 m			
[75] 23.10.14. 16:00 Uhr	Jagusch	61,27 m	61,49 m	0,22 m			
[76] 24.10.14. 09:30 Uhr	Jagusch	61,27 m	61,51 m	0,24 m			132 Liter



[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
Datum / Uhrzeit	Monteur	Leichtphasen-Oberfläche (I)	Wasser-Oberfläche	=> Mächtigkeit Leichtphase	Schwerphasen-Oberfläche (II)	Bezugspunkt	Öl im LF-Abscheider (1 cm = ca. 11 l korrigiert per 26.08))
[77] 24.10.14. 12:00 Uhr	Jagusch	61,27 m	61,45 m	0,18 m	Anlage läuft im Automatikbetrieb		
[78] 28.10.14. 13:00 Uhr	Jagusch	60,98 m	62,76 m	1,78 m	Anlage außer Betrieb, da Wassertank 1 voll Umgeschaltet auf WT 2, Anlage wieder in Betrieb genommen		
[79] 28.10.14. 17:00 Uhr	Jagusch	61,22 m	61,61 m	0,39 m			167 Liter
[80] 29.10.14. 09:00 Uhr	Jagusch	61,14 m	61,45 m	0,31 m			
[81] 29.10.14. 12:45 Uhr	Jagusch	61,15 m	61,37 m	0,22 m	Anlage in Automatikbetrieb		
[82] 05.11.14. 11:30 Uhr	Fischer	60,94 m	64,33 m	3,39 m	Anlage außer Betrieb, da Wassertank 2 voll kein weiterer Betrieb möglich (WT1+WT 2 sind voll)		
[83] 05.11.14. 15:00 Uhr	Fischer						ca. 300 l Öl umgepumpt (im Sammelt: ca 2300 l)