

gefördert durch



[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

Abschlußbericht

## " Wissenschaftliche Begleitung der dezentralen Abwasserentsorgung der Bergwachtdiensthütte am Rabenkopf, Bergwacht Penzberg"

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig  
Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft  
Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke

Förderkennzeichen: AZ **17400/84-23**

Leiter des Projekts:  
Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke  
HTWK Leipzig  
Fakultät Bauwesen  
Karl-Liebknecht-Straße 132  
04277 Leipzig  
Tel.: +49 341 / 3076 6305  
Fax: +49 341 / 3076 6380  
[www.iws.htwk-leipzig.de](http://www.iws.htwk-leipzig.de)  
[milke@iws.htwk-leipzig.de](mailto:milke@iws.htwk-leipzig.de)





---

## Inhaltsverzeichnis

<b><u>1. ZIEL DER WISSENSCHAFTLICHEN BEGLEITUNG .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2. ANLAGENBESCHREIBUNG .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
2.1. ZEICHNUNG .....	4
2.2. BESCHREIBUNG .....	5
<b><u>3. SITUATION HERBST 2008 .....</u></b>	<b><u>7</u></b>
3.1. FESTSTELLUNGEN .....	7
3.2. VERANLASSTE MAßNAHMEN .....	10
3.3 ABWASSERANALYSE UND INTERPRETATION .....	11
<b><u>4. SITUATION HERBST 2009 .....</u></b>	<b><u>14</u></b>
4.1. FESTSTELLUNGEN .....	14
4.2 ABWASSERANALYSE UND INTERPRETATION .....	18
<b><u>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</u></b>	<b><u>20</u></b>



## 1. Ziel der wissenschaftlichen Begleitung

Die Abwasserreinigungsanlage der Diensthütte am Rabenkopf entspricht nicht dem Stand der Technik und wurde speziell für diesen Standort entwickelt.

Deshalb genehmigte das Landratsamt Bad Tölz – Wolfratshausen den Bau und Betrieb in Verbindung mit einer zweijährigen wissenschaftlichen Begleitung. Diese soll den Betrieb dokumentieren und eventuell vorgenommene Veränderungen beschreiben.

Ziel des Zwischenberichts war, gegenüber der Behörde die veranlassten Veränderungen zu dokumentieren und zur Diskussion zu stellen – zeitlich so gelagert, dass das Amt noch vor dem bevorstehenden Frühling und somit Wiederaufnahme des Betriebes, Einfluss nehmen konnte.

Ziel des Abschlußberichtes ist, die durch die im Zwischenbericht vorgenommenen Änderungen und Anregungen zu dokumentieren und abschließend zu bewerten.

## 2. Anlagenbeschreibung

### 2.1. Zeichnung

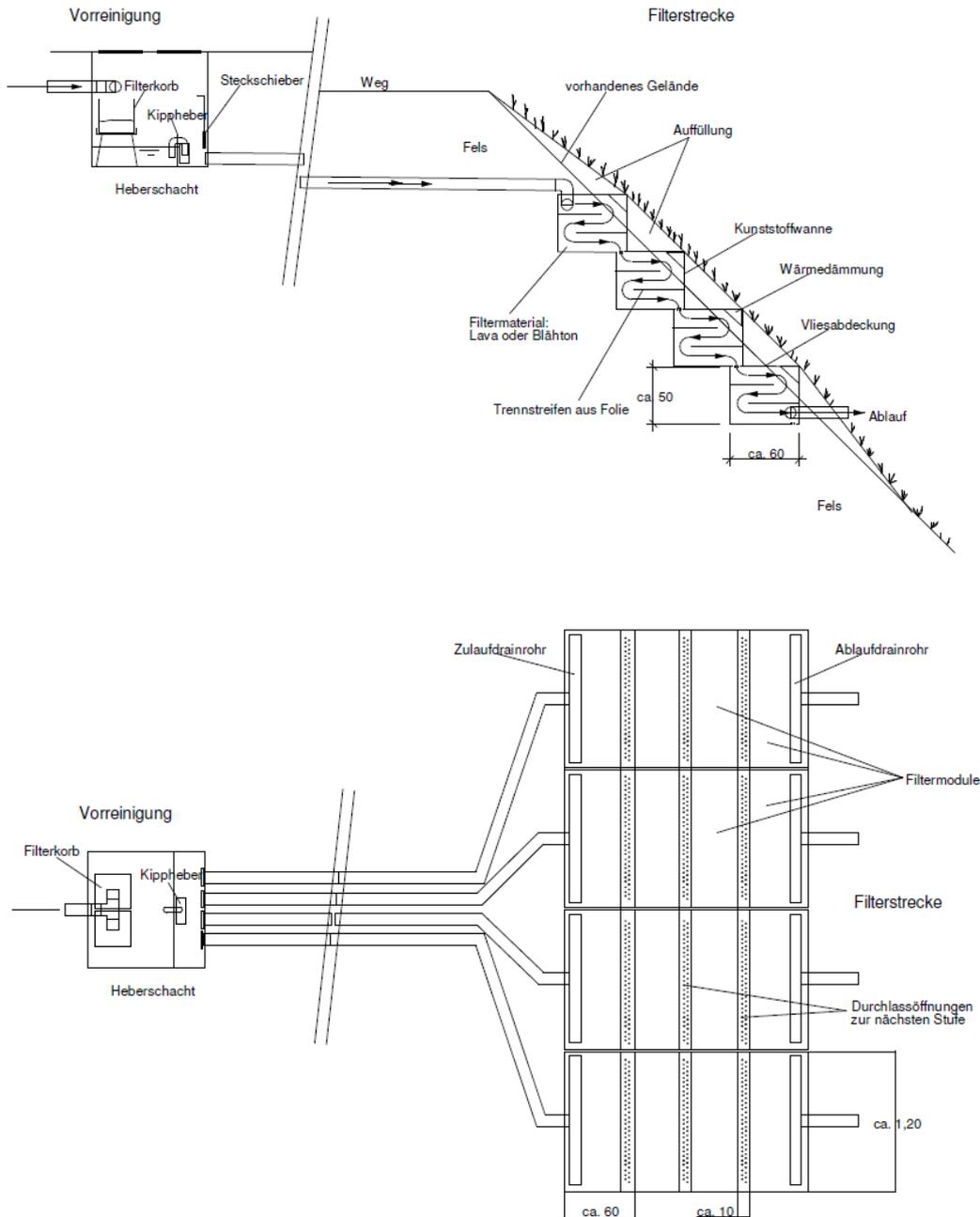


Bild 1: Auf- und Grundriß der Abwasserreinigungsanlage

## 2.2. Beschreibung

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) der Diensthütte ist eine reine Gelb- und Grauwasserreinigungsanlage. Es werden Abwässer aus der Fäkalientrennung der Trockentoilette, Urin und Fäkaltropfwasser, sowie die Grauwässer aus der Spüle in der Hütte, wie auch aus einem Ausguß- und einem Handwaschbecken in der Technik- und Trockentoilettenhütte eingeleitet. Gegenstand der wissenschaftlichen Begleitung ist lediglich die Abwasserbehandlung, nicht jedoch die Komposttoilette.

Die Abwässer werden im Rohrnetz gesammelt dem Verteilerschacht zugeführt, der eine Vorreinigung mittels befüllten Sandsäcken beinhaltet. Die beiden Säcke können abwechselnd beschickt werden und erfüllen mit einfachen Mitteln auch eine gewisse Sicherheit gegen Verstopfung der Beschickerrohre, die zu den Bodenkörperfiltern führen. An den Verteilerschacht schließen fünf Abläufe an, von denen vier zu den kaskadenartig angeordneten Bodenkörperfiltern führen, einer davon die Entleerung gewährleistet (verriegelt). Diese werden von einem Kippheber beschickt.



Bild 2: Verteilerschacht mit Filtersäcken, Kippheber und Absperrschieber zu den Verteilerrohren

Über Verteilerrohre DN 50 wird das Abwasser der ARA zugeführt. Die Behälter sind mit Sand 0/4mm in einer bestimmten Sieblinie gefüllt und werden mittels Stoß und flächiger Wasserverteilung auf der Oberfläche des ersten Behälters beschickt. Der Auslauf ist durch einen Firstziegel von der Umwelt geschützt.



Bild 3: Kaskadenartige Anordnung der Behälter mit Probeentnahmeschacht und Auslauf in Sickerrohre im Hang

Auf Grund der in Wirklichkeit geringeren Hangneigung, als die vom Ingenieurbüro angenommen wurde, wurden die Behälter doppelt so tief ausgeführt, weshalb (gegenüber der Zeichnung in Bild 1) nur 2 Behälter im Gelände angeordnet wurden.

Die Behälter sind von oben gegen Eindringen von Bewuchs mit Filtervlies abgedeckt. Das Abwasser muss in den Behälter, durch Schikanen geleitet, einen erzwungenen Weg von ca. 8 Metern nehmen, bis es in den Probeentnahmeschacht kommt und von dort in Sickerrohren im Gelände versickert wird.



---

### 3. Situation Herbst 2008

#### 3.1. Feststellungen

Bei der am 11.09. stattgefundenen Begehung von Hüttenwart Josef Streibl, Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke und Dipl.-Ing.(FH) Martin Wagner wurde folgendes festgestellt:

- Die vorgefundene Nutzung entspricht der im wasserrechtlichen Bescheid genehmigten.
- Ein Wasserzähler wurde, wie im Antrag der DBU ausdrücklich gefordert, noch nicht eingebaut.
- Die Spüle wurde eingebaut und zweckgemäß betrieben. Es wird der Anlage somit genügend Grauwasser zugeführt – d.h. die Befürchtungen, die Anlage könnte austrocknen, bewahrheiten sich nicht. Siehe auch Fettränder in den Filtersäcken auf Bild 2.
- Der Kippheber im Verteilerschacht „hängt“ und jegliches Abwasser wird ohne Schwall zur Kaskadenreinigung geschickt.
- Die Sohlhöhen der Ablaufrohre, die aus dem Verteilerschacht führen sind unterschiedlich hoch. D.h. bei derzeitiger Öffnung aller Hähne läuft das Abwasser immer nur in das am tiefsten liegende Rohr und somit wird nur eine Kaskade beschickt.



Bild 4: Verteilung des Abwassers im rechten der vier Bodenkörperfilterstrecken

- Bei länger anhaltendem Abwasserfluss sickert das Wasser auf der Vliesoberfläche des ersten Behälters nicht so durch das Vlies, sondern staut auf, bis es auf die Oberfläche (nicht ins anschließende Gelände) des zweiten Behälters überläuft. (Bild 4)
- Im Probeentnahmeschacht steht das Wasser, ein Unterstellen einer Probeentnahmeflasche ist nicht möglich. (Bild 5)



Bild 5: Probeentnahmeschacht: zwei Rohre aus den Kaskaden werden zu einem Rohr zur Versickerung zusammengeführt

- Die Vegetation auf der Versickerungsfläche lässt keine Veränderung gegenüber der Umgebungsvegetation erkennen.

### 3.2. Veranlasste Maßnahmen

- Der Einbau des Wasserzählers ist Anfang nächster Saison vorzunehmen und die Zählerstände bei Probeentnahme zu dokumentieren.
- Bei der Dokumentation der Abwasseranalysen soll immer noch die Belastungssituation mit Beschreibung z.B. der Anzahl der Personen, eventueller Feierlichkeiten mit großem Besucherandrang, o.ä. dokumentiert werden.
- Der Kippheber ist so umzubauen, dass er einen schwallartigen Abwasserstoß gewährleistet.
- Die Abwasserstränge Nr. 2 bis 5 sind zu schließen, lediglich der von unten gesehen rechte Bodenkörperfilter soll im nächsten Jahr beschickt werden.
- Die Versickerungssituation in dieser Kaskade ist nicht zufriedenstellend. Deshalb soll der Einlauf und die Versickerungsoberfläche wie auf unten stehender Skizze (Bild 6) gestaltet werden.

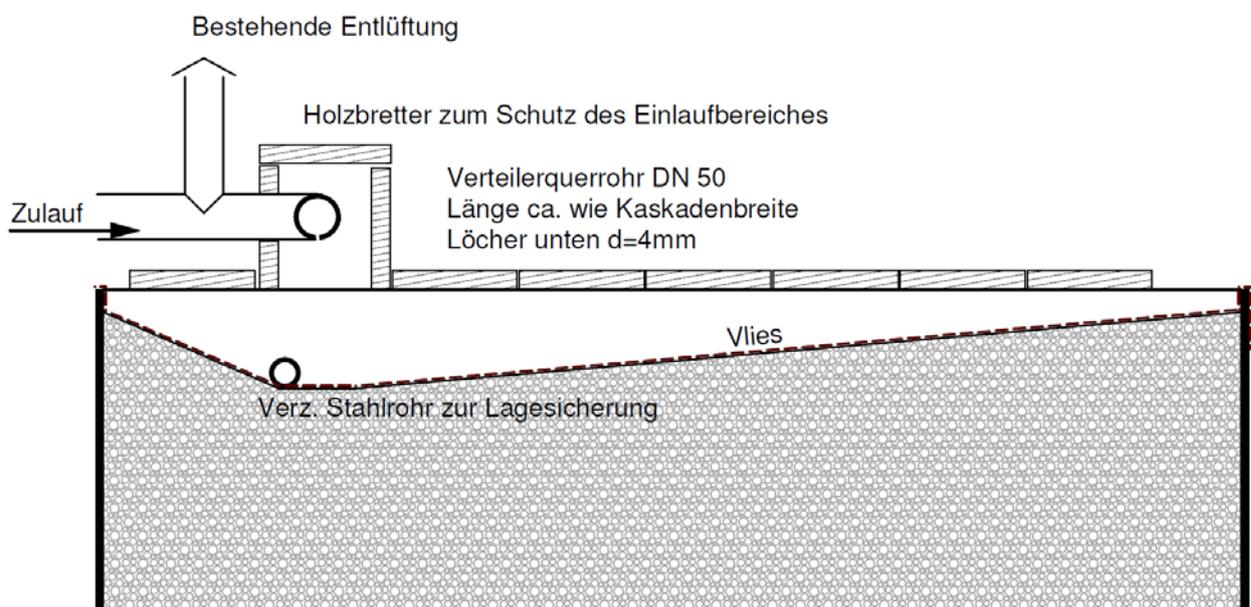
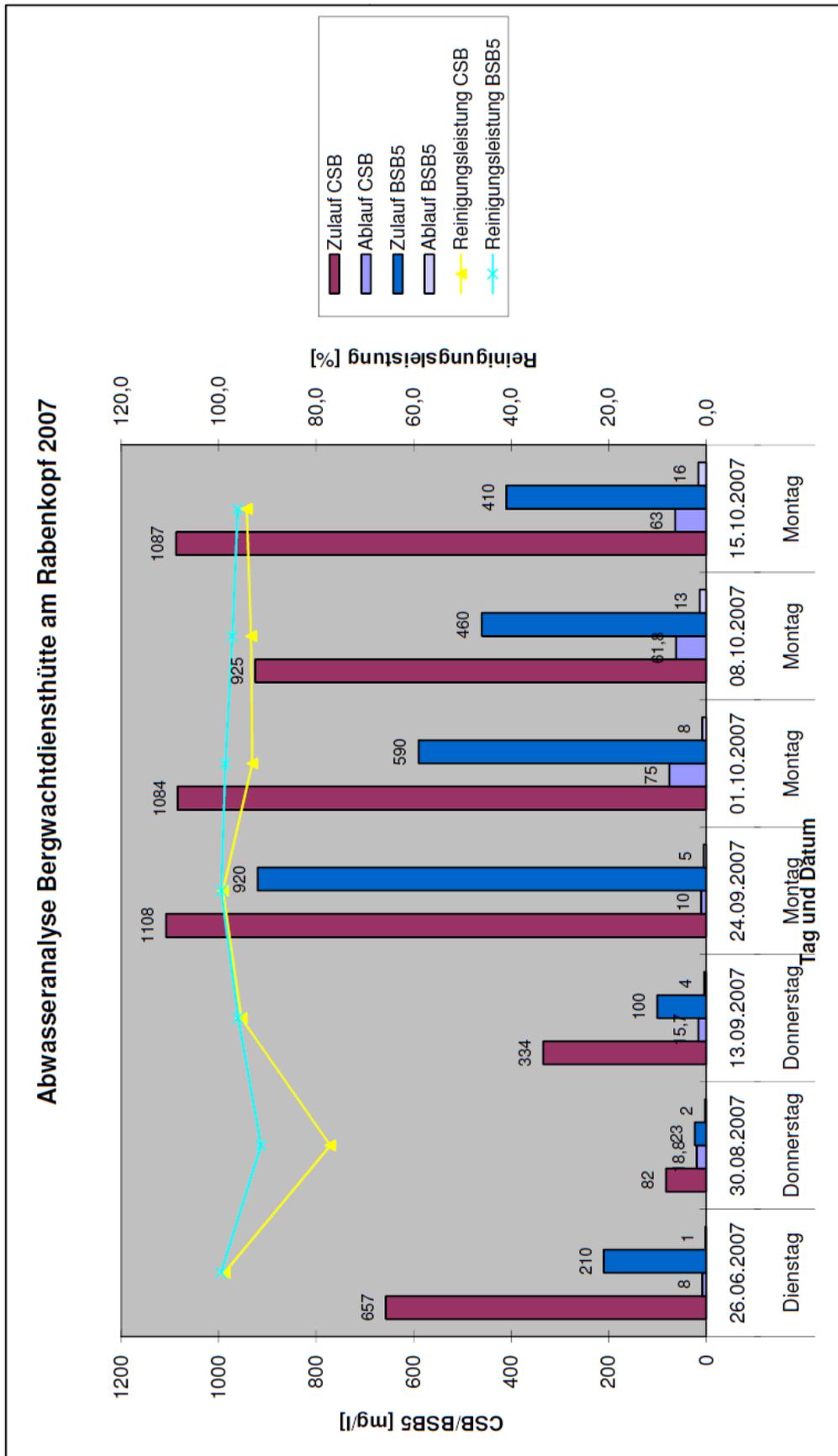
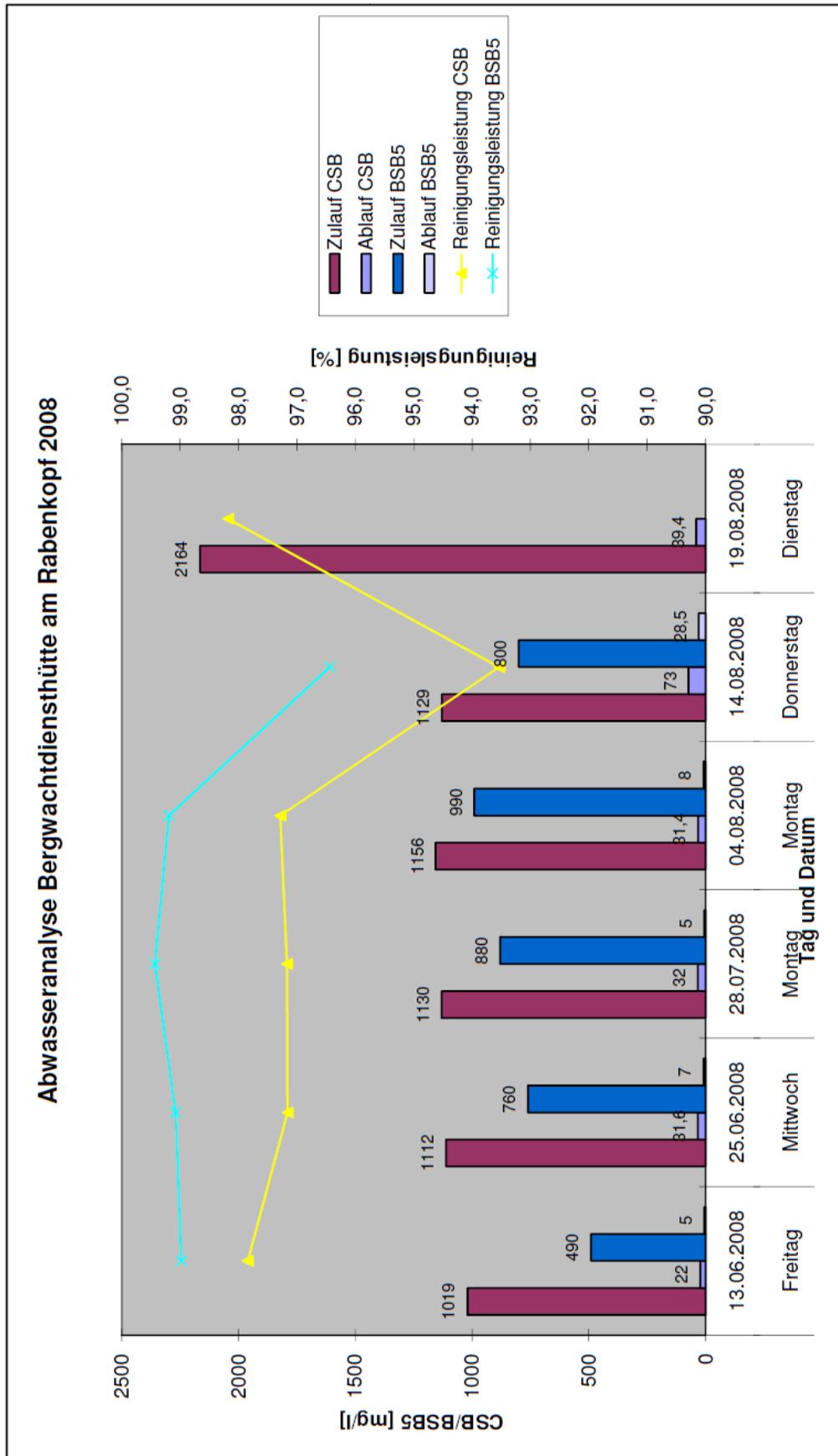


Bild 6: Umbauskizze des Einlaufbereiches des rechten Kaskadenkörpers

- Der Probeentnahmeschacht soll so umgebaut werden, dass ein Unterstellen eines Probeentnahmegefäßes möglich ist.

### 3.3 Abwasseranalyse und Interpretation







---

Die Abwasserwerte des Jahres 2007 weisen keine größeren Unstetigkeiten auf. Sie liegen weit unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte von 40 mg/l BSB<sub>5</sub> und 150 mg/l CSB. Im Jahre 2008 stellt die Analyse vom 14.08. eine Ausnahme dar, da an dem vorangegangenen Wochenende ein Fest mit voll besetzter Hütte stattfand.



## 4. Situation Herbst 2009

### 4.1. Feststellungen

Am 12.05.2010 fand eine Schlussbegehung mit Hüttenwart Josef Streibl und dem Projektleiter statt. Da die Anlage gerade erst in Betrieb ging, wurde darauf verzichtet eine Stichprobe zu nehmen. Die Situation der Anlage entspricht dem Stand des Herbstes 2009.

- Die derzeitige Nutzung entspricht weiterhin der im wasserrechtlichen Bescheid genehmigten: Die Spüle wird benutzt und somit fließt der Abwasserreinigungsanlage genügend Grauwasser zu.
- Die Trockentoilette arbeitet einwandfrei, d.h. es kommt zu planungsgemäßem Anfall von ausreichend Gelbwasser und verschwindend geringen Mengen Kompostwasser.
- Der geforderte Einbau eines Wasserzählers und die ausführlichere Dokumentation der Hüttenbelegung wurde nicht durchgeführt.
- Am Kippheber wurde zwar nachgebessert, aber eine einwandfreie Funktion ist noch nicht sichergestellt. Das damals planende Ing.-büro Ökolog, Augsburg wird sich der Sache annehmen und nach telefonischer Absprache den Kippheber austauschen und höher setzen. Siehe Bild 7.
- Im Jahr 2009 wurde bis September nur eine Kaskade beschickt, dann wieder alle vier Kaskaden
- Die Versickerung am Beginn der Kaskaden wurde nicht wie im Zwischenbericht beschrieben ausgeführt. Ausführung siehe im Bild 8.
- Der Probeentnahmeschacht wurde insoweit verbessert, dass eine Probe genommen werden kann. Siehe Bild 9.



Bild 7: Der Kippheber hängt oben und unten, d.h. beim Nachhelfen zum Kippen kippt er zwar, aber verbleibt in halbleerer Stellung, wie im Foto ersichtlich, hängen. Das Ing.-büro Ökolog nimmt sicher der Lösung des Problem es an.



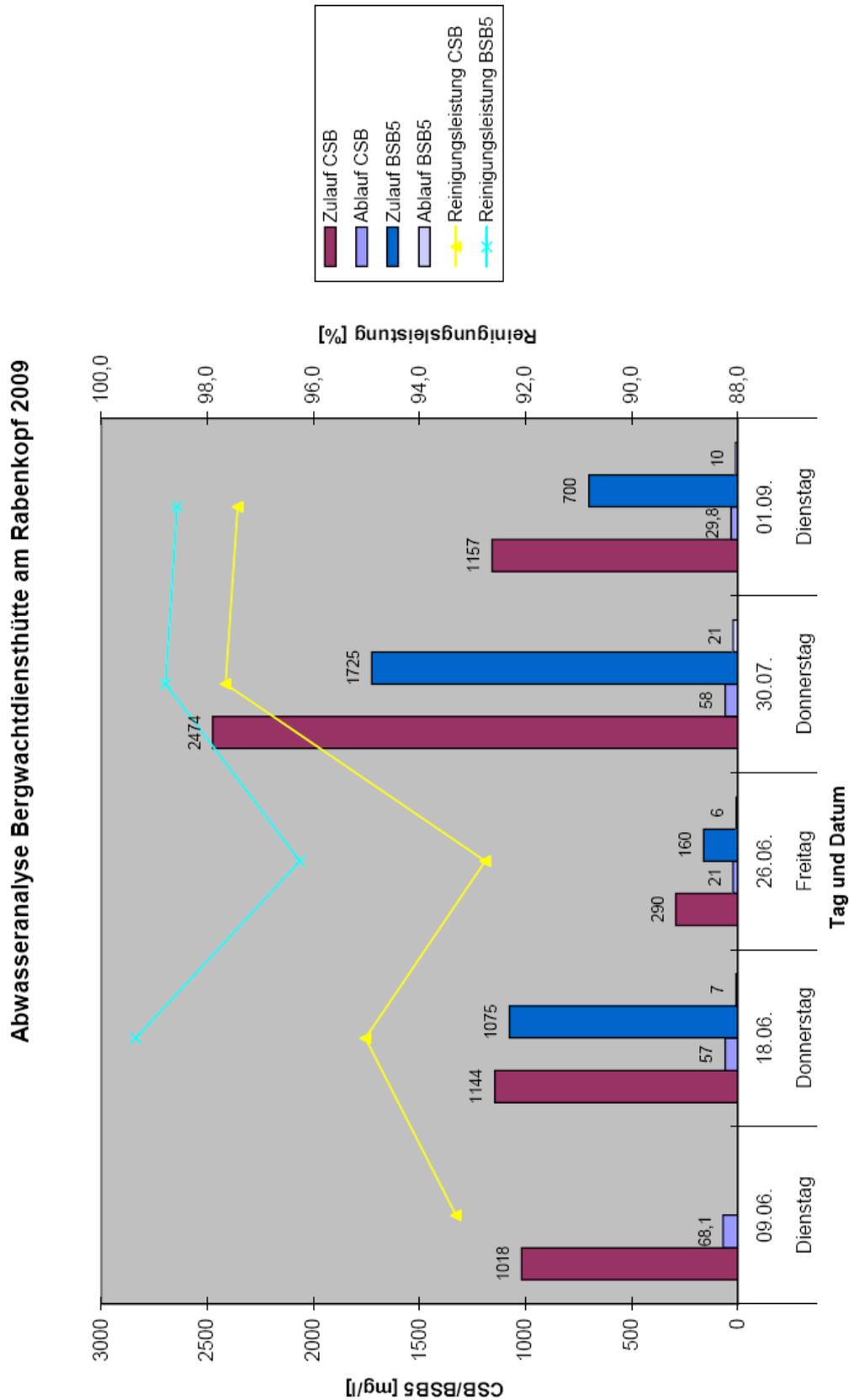
Bild 8: Verteilung auf den Kaskaden: Entlüftung, dann Verzweigung auf 2 HT-Rohre  $d=40\text{mm}$ , mit 4mm Löchern auf der Unterseite, mit Abstand zum Sand, Schutzvlies wurde in diesem Bereich aufgeschnitten, Versickerung erfolgt unmittelbar (Sichtkontrolle erfolgte)



Bild 9: Probeentnahmeschacht: Innen abgesenkter Betonboden mit Einlauf zur Probeentnahme



## 4.2 Abwasseranalyse und Interpretation





Auch die Abwasserwerte des Jahres 2009 wiesen keine Überschreitungen der Grenzwerte auf.

Es ist erkennbar, dass die Anlage nach dem langen Winter eine gewisse Anlaufzeit braucht, um auf die optimale Reinigungsleistung von etwa 95 bis 98 % zu kommen.

Auch in dieser Anlaufzeit sind die Grenzwerte bei weitem eingehalten.



## 5. Zusammenfassung

Die Anlage arbeitet prinzipiell einwandfrei und kann grundsätzlich weiter betrieben werden.

Noch zu behebbende Mängel sind: Kippebereinrichtung am Beschickungsschacht.

Die Behebung der Mängel hat unverzüglich stattzufinden und wir empfehlen diese vom Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft für KKA bei der Erstbescheinigung bestätigen zu lassen.

Wir empfehlen den modifizierten Wartungsumfang und –häufigkeit einer Pflanzenkläranlage. Dieser kann soweit adaptiert werden, bis auf den Umstand, dass kein Bewuchs vorhanden ist. Besonderes Augenmerk ist auf die Sickerfähigkeit der Sandoberfläche zu legen. Diese ist im Halbjahresturnus zu kontrollieren.

Die Essensreste des Sandfanges können der Komposttoilette zugeführt werden und müssen nicht ins Tal entsorgt werden.

Die hohe Reinigungsleistung rührt von großer bakterieller Oberfläche und Filtrationswirkung her. Die sehr gute Filtrationswirkung lässt sich im Frühjahr erkennen, und wird durch den vorgegebenen Weg durch die Kaskaden und die somit erreichte Filterlänge sichergestellt. Die in den Sommer hinein einsetzende Biologie verbessert dann die Reinigungsleistung noch um einige Prozentpunkte bis zu 98%.

Hinsichtlich der Nährstoffelimination sind ebenfalls sehr gute Abbauleistungen erzielt worden. Die Anlage hat eine sehr gute Nitrifikationsleistung, die über den gesamten Sommer stabil läuft und Nitratstickstoffkonzentrationen im Ablauf (<50mg/l) hervorruft, die zum überwiegenden Teil unterhalb der EU-Trinkwasserverordnung liegen. Lediglich in der Anlaufphase im Juni konnten die guten Werte vom Sommer und Herbst nicht erreicht werden. Die Gesamtphosphorkonzentration wird ebenfalls deutlich reduziert und führt zu Ablaufkonzentrationen von < 2mg/l. Dies entspricht einer Ablaufkonzentration, wie sie als Grenzwert an Kläranlagen zwischen 20.000 – 100.000 EG gestellt werden.

Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke

Institutsleiter  
Institut für Wasserbau und  
Siedlungswasserwirtschaft  
an der HTWK Leipzig

gez. Dipl.-Ing.(FH) Martin Wagner

Projektleiter für das  
Institut für Wasserbau und  
Siedlungswasserwirtschaft