



**Antrag auf Gewährung einer Zuwendung
gem. dem Förderprogramm
„Energieeinsparung und Energieeffizienz bei öffentlichen
Trägern der Abwasserbehandlung“**

Vorhabenbeschreibung

Energie- und CO₂-Bilanz

Stand: Oktober 2016



Gemeinde Bienenbüttel
Markplatz 1
29553 Bienenbüttel

www.bienenbuettel.de



Energieeffiziente Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung Kläranlage Bienenbüttel

| Inhaltsverzeichnis | | Seite |
|---------------------------|---|--------------|
| 1 | Antragsteller / Vorhabenträger..... | 3 |
| 2 | Zweck / Veranlassung des Vorhabens | 3 |
| 3 | Örtliche Verhältnisse..... | 5 |
| 3.1 | Allgemeines | 5 |
| 3.2 | Standort der Kläranlage..... | 5 |
| 3.3 | Beschreibung der Kläranlage | 6 |
| 3.4 | Derzeitiger Zustand der Biologie | 7 |
| 3.5 | Derzeitiger Zustand der Schlammbehandlung | 8 |
| 4 | Geplante Maßnahmen | 9 |
| 4.1 | Biologie | 9 |
| 4.2 | Schlammbehandlung | 10 |
| 5 | Art und Umfang des Vorhabens..... | 11 |
| 5.1 | Allgemeines | 11 |
| 5.2 | Verfahrensbeschreibung Biologie..... | 11 |
| 5.3 | Verfahrensbeschreibung Klärschlammvererdung | 11 |
| 6 | Biologische Reinigungsstufe Bienenbüttel | 13 |
| 6.1 | Bauliche Ausführung | 13 |
| 6.2 | Bemessung der Biologie..... | 13 |
| 7 | Klärschlammvererdungsanlage Bienenbüttel | 14 |
| 7.1 | Bauliche Ausführung | 14 |
| 7.2 | Bemessung der Klärschlammvererdungsanlage..... | 14 |
| 8 | Energie- und CO₂-Einsparungen..... | 16 |
| 9 | Durchführung und Kosten | 22 |
| 10 | Nachhaltigkeit | 23 |
| 10.1 | Allgemeines | 23 |
| 10.2 | Ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit..... | 23 |
| 11 | Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit | 25 |

Anlagen

Lageplan

Kostenschätzung

Ausgaben- und Finanzierungsplanung



1 Antragsteller / Vorhabenträger

Gemeinde Bienenbüttel
Marktplatz 1
29553 Bienenbüttel

2 Zweck / Veranlassung des Vorhabens

Die Gemeinde Bienenbüttel hat sich entschieden, ihre Abwasserreinigungsanlage teilweise zu erneuern. Der Zeitpunkt hierfür wurde bewusst gewählt, da wesentliche Teile der bestehenden Anlagen, insbesondere der biologischen Reinigungsstufe und der Schlammbehandlung, einen hohen Energiebedarf aufweisen, der nicht mehr dem Stand der Technik entspricht.

Ergänzend hierzu zwingen steigende Anforderungen an die Reststoffverwertung, veränderte Anlagenbelastungen und stetig steigende Beschaffungskosten für Energie und Hilfsstoffe zum Handeln. Mit Verabschiedung der neuen Klärschlammverordnung und Düngemittelverordnung, steigen die Anforderungen und man nähert sich dem schrittweisen Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung.

Im Rahmen dieser anstehenden Veränderungsprozesse hat sich die Gemeinde Bienenbüttel entschieden, ein Zukunftskonzept zu entwickeln, das zum einen die zukunftssichere Abwasserreinigung garantiert und einen maximalen Beitrag zu den Klimaschutzzielen der Bundesrepublik Deutschland leistet.

Die biologische Reinigungsstufe soll gänzlich erneuert werden, um langfristig und nachhaltig einen energieeffizienten und wirtschaftlichen Betrieb sicherstellen zu können.

Die derzeitige Klärschlammbehandlung soll durch den Bau einer Klärschlammvererdungsanlage und den damit verbundenen Anpassungen am Standort der Kläranlage Bienenbüttel ersetzt werden.

Mit dem Klärschlammbehandlungsverfahren der Klärschlammvererdung können folgende ökologische und wirtschaftliche Vorteile erschlossen werden:

- Energieeinsparung bei der Klärschlammbehandlung durch Wegfall der maschinellen Eindickung.
- Verringerung des Transportbedarfes und damit der Transportenergie durch Volumenreduzierung.
- Mit dem Entfall von Chemikalien wie Polymeren bei der Schlammbehandlung wird den Anforderungen der Düngemittelverordnung Rechnung getragen.



Energieeffiziente Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung Kläranlage Bienenbüttel

- Die Behandlungs- und Stapelzeit von ca. 15 Jahren vor erster Räumung gibt wertvolle Zeit zur Erschließung weiterführender Verwertungswege, insbesondere unter dem Aspekt der bisher nicht verfügbaren Technologien und Konzepte am Markt (z. B. Phosphor-Rückgewinnung)
- Planbarere Kostenentwicklung
- Erhebliche Risikominimierung in Bezug auf den Verwertungsweg

Die Integrationsmöglichkeit einer Klärschlammvererdungsanlage am Standort der Kläranlage Bienenbüttel ist aufgrund der bestehenden Verfahrenstechnik sehr gut umsetzbar. Unter Berücksichtigung der genannten Sachverhalte ist die Realisierung des Bauvorhabens ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll.



3 Örtliche Verhältnisse

3.1 Allgemeines

Die Gemeinde Bienenbüttel liegt im nördlichen Landkreis Uelzen angrenzend an den Landkreis Lüneburg. In der Kläranlage Bienenbüttel wird das Schmutzwasser von ca. 6.500 Einwohnern gereinigt. Die Kläranlage in Bienenbüttel wurde 1981/1982 für eine Anschlussgröße von 6.500 Einwohnern errichtet. Nach Auswertung der Zulauffrachten wird der Anschlussgrad mit ca. 8.000 Einwohnerwerten überschritten. Die Anlage ist damit bereits überlastet.

3.2 Standort der Kläranlage

Die Kläranlage befindet sich nordwestlich von den Ortschaften Bienenbüttel und Hohenbostel.

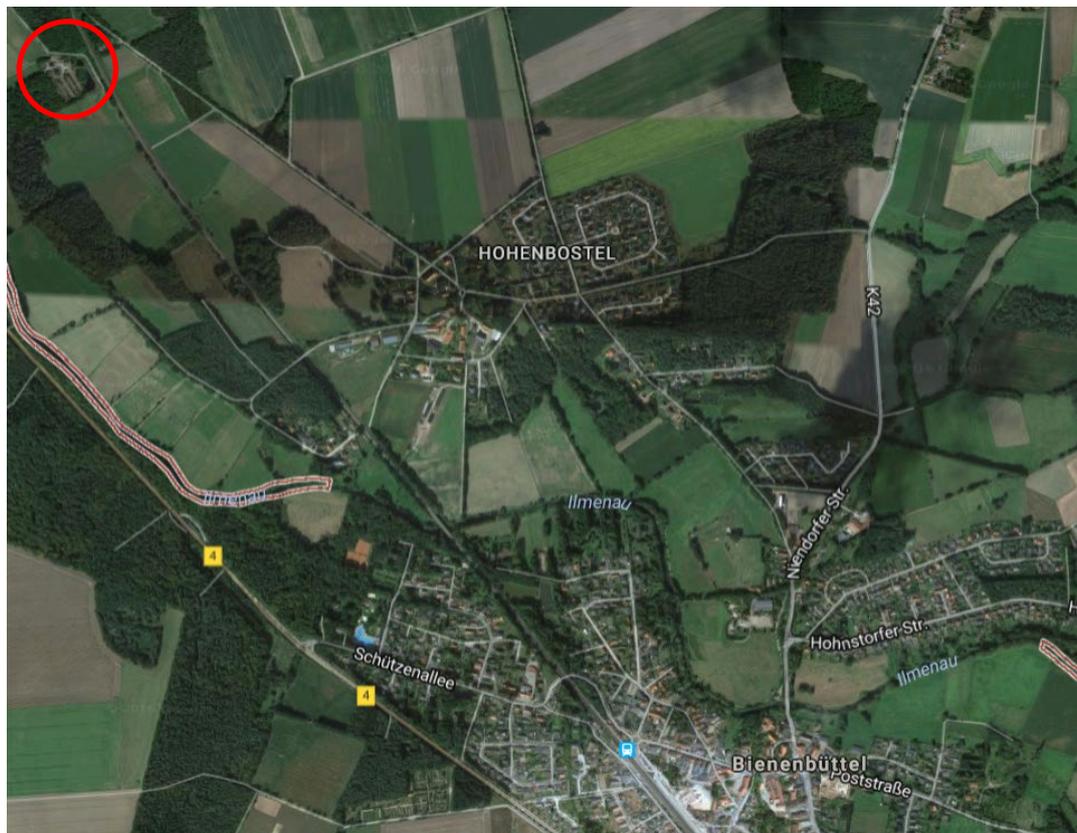


Abbildung 3-1: Lage der Kläranlage Bienenbüttel [Quelle: Google Maps]



3.3 Beschreibung der Kläranlage

Die Kläranlage Bienenbüttel ist für die Reinigung des Abwassers von 6.500 EW ausgelegt und zurzeit mit ca. 8.000 EW belastet. Die mechanische Reinigungsstufe besteht aus einer Rechenanlage und einem Rundsandfang. Die biologische Reinigungsstufe der Kläranlage Bienenbüttel wird nach dem Verfahren der aeroben Schlammstabilisation mit intermittierender Belüftung betrieben. Zur weiteren chemischen Behandlung wird dem Abwasserstrom hinter den Belebungsgraben Eisen-III-Chloridsulfat zugegeben, um die Phosphorverbindungen im Abwasser zu fällen. Um eine ausreichende Menge an biologisch aktiven Mikroorganismen im Belebungsbecken zu halten, wird abgesetzter Belebtschlamm aus der Nachklärung in die Belebungsstufe zurückgefördert und dort mit dem mechanisch vorgereinigten Abwasser vermischt. Diese Rückführung wird mithilfe des Rücklaufschlammumpferkes realisiert. Der durch Biomassewachstum und Phosphatfällung entstehende Überschussschlamm wird aus dem System ausgeschleust. Dabei zieht eine Überschussschlammpumpe den Schlamm aus dem Sammelschacht des Rücklaufschlammhebewerkes ab und fördert ihn zur maschinellen Schlammverdickung. Dort wird der Schlamm mithilfe einer Siebbandpresse und unter Zugabe von Flockungshilfsmittel auf einen Trockensubstanzgehalt von etwa 7 % TS eingedickt. Das in den Belebungsgräben behandelte Abwasser durchfließt im Nachgang die Nachklärbecken. Diese funktionieren als sogenannte Absetzbecken. Hier erfolgt die Trennung von Wasser und Feststoffe in Form von Klärschlamm.

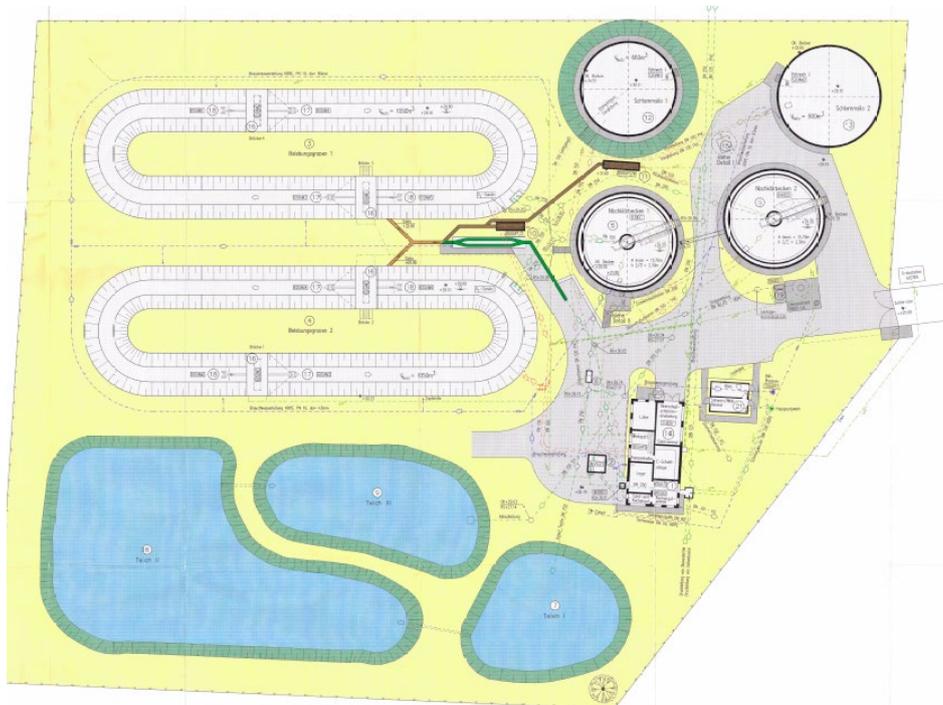


Abbildung 3-2: Lageplan KA Bienenbüttel Bestand



3.4 Derzeitiger Zustand der Biologie

Die biologische Reinigungsstufe wird nach dem Verfahren der aeroben Schlammstabilisation mit intermittierender Belüftung betrieben. Der notwendige Sauerstoff wird mechanisch über die Rotoren eingetragen. Das Belebungsbeckenvolumen von $2 \times 1.050 \text{ m}^3$ wird über die Belebungsgräben vorgehalten. Entsprechend ist die Kläranlage mit 2×2 Rotoren ausgestattet. Die Motorleistung der Rotoren beträgt pro Anlage 15 kW. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Rotoren und ergänzende Fuchsbelüfter für den Spitzenfall (provisorische Lösung).



Abbildung 3-3: Mammutrotoren der Kläranlage Bienenbüttel auf den Umlaufgräben

Eine Berechnung nach DWA ATV A131 zeigt, dass bei einem energetisch wirtschaftlichen Betrieb mit einem TS-Gehalt von ca. 4 kg/m^3 das vorhandene Belebungsvolumen nicht ausreicht, um den Stabilisierungsgrad mit einem Schlammalter >25 Tagen oder einer Schlammbelastung vom $<0,05 \text{ kg}_{\text{BSB}_5}/(\text{kg}_{\text{TS}} \cdot \text{d})$ zu erreichen.

Der spezif. Energiebedarf ist doppelt so hoch wie bei vergleichbaren Anlagen entsprechend dem Stand der Technik. Das liegt zum einen an den mechanischen Belüftungseinrichtungen und an der Beckengeometrie (u. A. geringe Wassertiefe führt zu geringen Sauerstoffkontaktzeiten).

Zur weiteren Reduzierung der chemischen Behandlung zur Phosphatelimination wird mit dem Neubau eine Bio-P Elimination realisiert.



3.5 Derzeitiger Zustand der Schlammbehandlung

Der aus dem Reinigungsprozess ausgeschleuste Überschussschlamm wird derzeit über eine Siebbandpresse mechanisch eingedickt. Hierzu werden dem Klärschlamm Polymere zugesetzt. Um den Qualitätsanforderungen zukünftig gerecht zu werden, ist geplant, die zukünftige Klärschlammbehandlung energieschonender und ohne Polymerzusätze zu realisieren. Um auch zukünftig bei der Anlagengröße weiterhin den Klärschlamm landwirtschaftlich zu verwerten, muss das zu verwertende Volumen weiter reduziert werden.



Abbildung 3-4: Maschinelle Schlammverdickung mittels Siebband und Dosierung von Flockungshilfsmitteln



4 Geplante Maßnahmen

4.1 Biologie

Das neue Belebungsbecken stellt den Bereich mit dem höchsten Energiebedarf dar. Die Geometrie der Becken wird so gewählt, dass Pfropfen- und Zwangsströmungen entstehen. Kombiniert mit der entsprechenden Impulsbelüftung und Membrantechnik werden in den Belebungsbecken keine Rührwerke benötigt. Die entsprechende Energieeinsparung kann den Energiebilanztabellen entnommen werden.

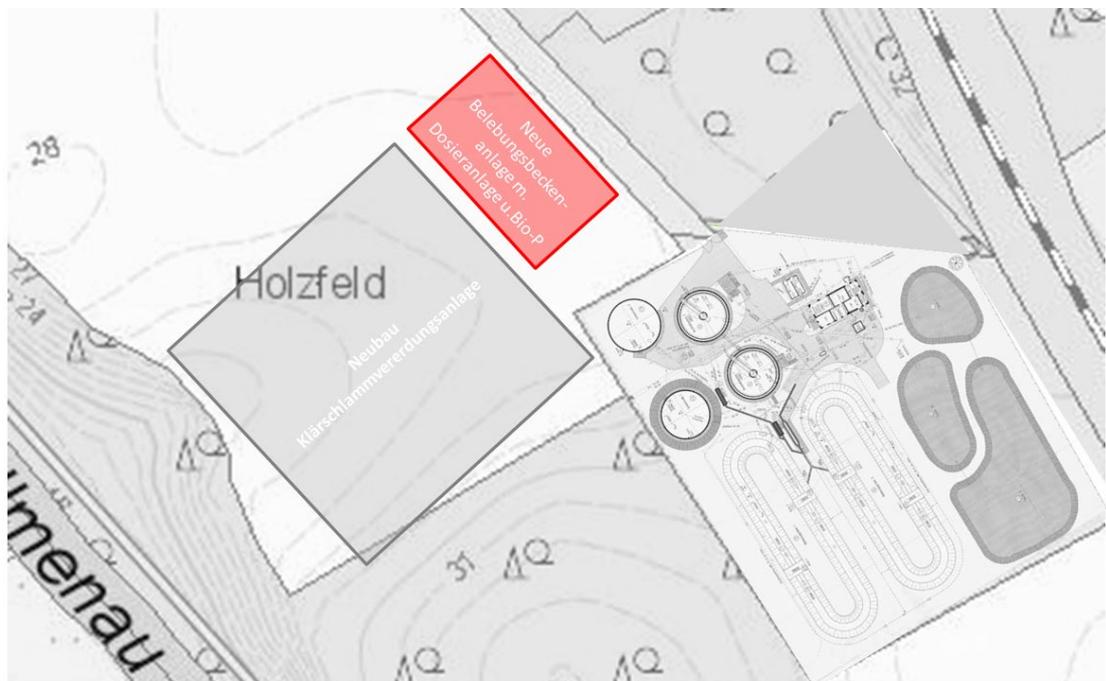


Abbildung 4-1: Lageplan der Kläranlage Bienenbüttel mit geplanten Maßnahmen 1



4.2 Schlammbehandlung

Aufgrund der Änderungen in der Klärschlammverordnung sind alternative Entsorgungs- bzw. Nutzungsmöglichkeiten für den anfallenden Klärschlamm aufzuzeigen, da eine landwirtschaftliche Verwertung für die Zukunft nicht mehr gesichert ist. Die Klärschlammverordnung stellt hierbei einen weiteren Behandlungsschritt dar, um das Endprodukt (Klärschlammerte), zurzeit Klärschlamm, ökologisch und frei von Zusatzstoffen zu entwässern. Hiermit wird ein qualitätsgesichertes Produkt entstehen, das den strengen zukünftigen Anforderungen an eine landbauliche Verwertung entspricht. Der Bau der Klärschlammvererdungsanlage soll auf den nordwestlich der Kläranlage zur Verfügung stehenden Flächen erfolgen.

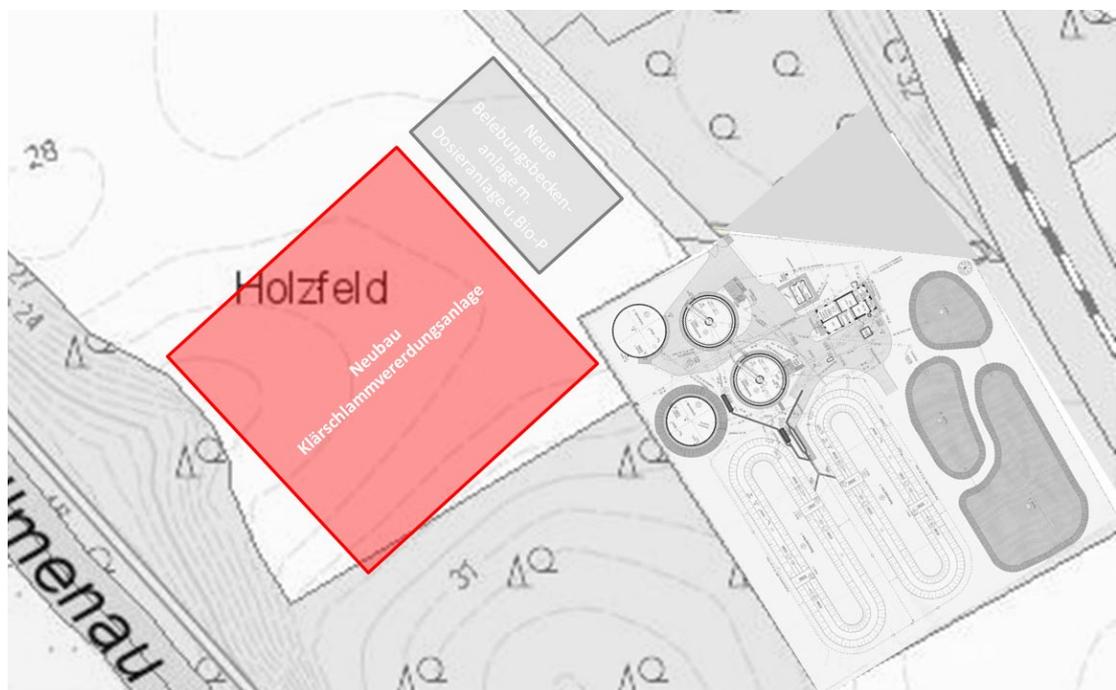


Abbildung 4-2: Lageplan der Kläranlage Bienenbüttel mit geplanten Maßnahmen 2

Die geplante Klärschlammvererdungsanlage dient als Ersatz für die bestehende maschinelle Schlammeindickung und ist darüber hinaus auch eine verfahrenstechnische Ergänzung hinsichtlich der Schlammentwässerung.



5 Art und Umfang des Vorhabens

5.1 Allgemeines

Unmittelbar nordwestlich an die Kläranlage angrenzend, befinden sich Flächen, die für eine Erweiterung in Form einer Klärschlammvererdungsanlage und Neubau der biologischen Reinigungsstufe genutzt werden können. Die Anpassungen im Abwasserstrom erfolgen auf dem Gelände der Kläranlage.

5.2 Verfahrensbeschreibung Biologie

Um eine aerobe Stabilisierung des Schlammes durch ein Schlammalter von 25 Tagen sicherstellen zu können, ist nach der Berechnung nach DWA ATV A131 bei einem Trockensubstanzgehalt von $4,00 \text{ kg/m}^3$ ein Belegungsvolumen von 2.750 m^3 erforderlich.

Sogenannte Pfropfen- und Zwangsströmungen kombiniert mit entsprechender Impulsbelüftung und flächenabdeckenden Plattenbelüftern anstatt der derzeitigen Walzenbelüftungstechnik führen dazu, dass auf Rührwerke im Becken gänzlich verzichtet werden kann, was zu einer erheblichen Energiereduzierung führt. Der Belüftungsenergieeinsatz wird durch die Installation neuer Permanentmotorantriebe der Belüftungsaggregate sowie durch die Optimierung der Mess-, Steuer- und Regeltechnik weiter erheblich sinken. Eine Ammonium- Nitratsteuerung der Belüftungsaggregate sorgt für einen optimierten frachtabhängigen Sauerstoffeintrag in die Becken.

5.3 Verfahrensbeschreibung Klärschlammvererdung

Die Klärschlammvererdung in Pflanzbeeten ist ein naturnahes Verfahren zur Entwässerung und weitergehenden Mineralisierung von Klärschlamm.

Der aus der Anlage abgezogene Überschussschlamm wird über eine Druckleitung mit entsprechenden Regelarmaturen in die Vererdungsbecken (Pflanzbeete) eingeleitet. Die Verteilung des Schlammes ist automatisiert (Absperrschieber mit E-Antrieb), so dass eine optimale Auslastung der Becken gewährleistet werden kann.

Durch die alternierende Beschickung wird der Schlammkörper in jedem Becken gleichmäßig aufgebaut. Nach jedem Beschickungsvorgang passiert das im Nassschlamm enthaltene Wasser den Klärschlamm-/ Klärschlammkörper sowie die Filter- und Dränschicht und wird von einem Dränagerohrsystem aufgenommen und zum Filtratpumpwerk geleitet.

Bei der Passage des Bodenkörpers erfolgt durch aerobe Prozesse ein zusätzlicher Abbau der organischen Substanz. Über ein Filtratpumpwerk mit Druckleitung wird das Drän-/Filtratwasser zurück zum Zulauf der Kläranlage gefördert.



Beim Verfahren der Klärschlammvererdung können durch Entwässerung und den Abbau organischer Substanz innerhalb von ca. 15 Jahren Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalt) von 30 bis 50% erreicht werden.

Voraussetzung hierfür ist, dass die Beete für den zum aeroben Abbau benötigten Sauerstoff durchgängig sind. Um dies zu erreichen, werden die Vererdungsbecken mit speziell für das vorhandene Milieu adaptierten Schilfpflanzen bestückt. Nach Erreichen des maximalen Füllstandes im Becken erfolgt eine Ruhephase von 6 bis 12 Monaten, in dem die abschließende Entwässerung erfolgt. Danach wird die Schilfbepflanzung abgemäht, die humusähnliche Klärschlammmerde (Endprodukt) mit geeigneten Ladegeräten aus den Becken entnommen und einer weiteren Verwertung zugeführt.

Eine Nachpflanzung der Schilfpflanzen ist nicht erforderlich, da die Rhizome in dem verbleibenden Restsubstrat im Becken verbleiben und zu Beginn der Vegetationsphase wieder austreiben. Eine zusätzliche Volumenreduzierung kann erzielt werden, wenn die Klärschlammmerde auf einem Rotteplatz für ca. 6 Monate zwischengelagert wird. In dieser Zeit reduziert sich das Volumen der Klärschlammmerde durch die Verrottung der pflanzlichen (Schilf-) Bestandteile noch einmal um ca. 25 bis 30%.

Durch die erreichte Volumenreduzierung ist eine wirtschaftliche Weiterverwertung möglich, da die anfallenden Mengen und damit die verbundenen Transport- und Verwertungskosten wesentlich reduziert werden. Auf diese Weise wird der Verbrauch von Primärenergieträgern (Kraftstoff) reduziert.

Die Klärschlammvererdung ermöglicht somit eine ökologisch sinnvolle Integration des durch den Abbau der Trockensubstanz mineralisierten Klärschlammes in den Stoffkreislauf.

Der Abbau der Trockensubstanz wird dabei ohne den Einsatz fossiler Energieträger oder anderen Hilfsstoffe (z.B. Fällmittel o.ä.) erreicht. Durch die naturnahe Gestaltung der Klärschlammvererdungsanlage als Erdbecken mit einer großflächigen Schilfbepflanzung und die nur geringe technische Ausstattung kann die Vererdungsanlage gut in die vorhandene Landschaft eingepasst werden.



6 Biologische Reinigungsstufe Bienenbüttel

6.1 Bauliche Ausführung

Das Abwasser wird in zwei Belebungsbeckenstraßen aufgeteilt und durchfließt diese nach dem Prinzip des idealen Reaktors, der Pfropfenströmung. In Verbindung mit dem Wechsel von belüfteten und unbelüfteten Phasen (intermittierend), zur weitergehenden Abwasserreinigung, ergibt sich ein effizienter, sequentieller Abbau der Abwasserinhaltsstoffe. Da die belüftete Phase immer zwischen den beiden Straßen wechselt (alternierend), können die Prozessluftaggregate lastabhängig kontinuierlich durchlaufen. Somit wird Wartungsaufwand und Energie eingespart. Die Prozessluft wird über Membranplattenbelüfter am Beckenboden feinblasig eingetragen. Für den Prozesslufteintrag werden Turboverdichter eingesetzt. Über eine Sauerstoffregelung werden Prozessluftmengen angefordert, die dann stufenlos von den Verdichtern geliefert werden. Somit ist eine optimale Sauerstoffversorgung des Belebtschlammes mit kleinstmöglichem Energieeinsatz gewährleistet.

6.2 Bemessung der Biologie

Zur Auslegung der Biologie wurde eine Berechnung nach DWA ATV A 131 zu Grunde gelegt. Ein Trockensubstanzgehalt des Belebtschlammes von 4 kg/m^3 , ein Rücklaufverhältnis von 1 mit einem Schlammindex von 100 mL/g und die vorgegebene Schlammbelastung von $< 0,05 \text{ kg}_{\text{BSB5}}/(\text{kg}_{\text{TS}} \cdot \text{d})$ sowie das Schlammalter von 25 Tagen ergeben ein Mindestvolumen der Biologie von ca. 2.800 m^3 . Aufgeteilt auf zwei Belebungsbecken ergibt sich ein Volumen pro Becken von 1.400 m^3 .

Tabelle 6-1: Lastfalltabelle zur Auslegung der Biologie KA Bienenbüttel

| | RV | TS _{BB} | ISV | t _{TS} | B _{TS} [kg _{BSB5} /(kg _{TS} *d)] | V _{BB} [m ³] |
|------------------------|----------|----------------------|------------|-----------------|--|--------------------------------------|
| | [-] | [kg/m ³] | [mL/g] | [d] | | |
| Lastfall 1 IST-Zustand | 4,55 | 4,55 | 171 | 21,4 | 0,0498 | 2100 |
| Lastfall 2 | 1 | 3,96 | 120 | 18,2 | 0,0572 | 2100 |
| Lastfall 3 | 1 | 4,75 | 100 | 22,4 | 0,0477 | 2100 |
| Lastfall 4 SOLL | 1 | 4,00 | 100 | 25 | 0,0432 | 2800 |



7 Klärschlammvererdungsanlage Bienenbüttel

7.1 Bauliche Ausführung

Für eine weitergehende Klärschlammbehandlung mittels Klärschlammvererdung wurden die unmittelbar nordwestlich an die Kläranlage angrenzenden Flächen vorgesehen. Die Vererdungsbecken werden als künstlich abgedichtete Erdbecken hergestellt. Unterhalb der Abdichtung wird zur Schaffung einer ausreichenden Tragfähigkeit für die Dämme und die Befahrung zur Entleerung der Vererdungsbecken eine mineralische Tragschicht ($d = 20 \text{ cm}$) profilgerecht hergestellt. Die Beckensohle wird als Dachprofil ausgebildet, um eine verbesserte Entwässerung zu erreichen. Auf die mineralische Tragschicht wird die Abdichtungsfolie (PE, min. 2 mm) verlegt.

Der Drainagesammler verläuft zum Schutz vor Durchwurzelung unterhalb der Folie und ist im Bereich der Kontrollschächte über Bodenabläufe mit dem Drainagesystem oberhalb der Folie verbunden. Zur Sicherung der Drainagewirkung sowie zur Sicherung der Dränage gegen mechanische Einflüsse werden die Drainageleitungen in eine filterstabile Schicht aus Drainagekies eingebettet.

Auf diese Drainageschicht wird dann ein auf den auf der Kläranlage Bienenbüttel anfallenden Klärschlamm abgestimmtes Substrat aufgebracht und mit speziell adaptierte Schilfpflanzen besetzt. Das vorgenannte Substrat (Schichtdicke ca. 20 cm) verbleibt auch nach den Entleerungsvorgängen dauerhaft in den Vererdungsbecken. Durch die Dränage- und verbleibende Substratschicht wird sowohl die künstliche Abdichtung als auch das Drainagesystem gegen die Belastungen aus der zeitweiligen Befahrung geschützt.

7.2 Bemessung der Klärschlammvererdungsanlage

Für die Bemessung der Vererdungsbecken wurde das jährlich anfallende Klärschlammvolumen zugrunde gelegt. Dieses beträgt nach den vorliegenden Messungen für die letzten Betriebsjahre durchschnittlich ca. 22.000 m³/a mit einem TS-Gehalt von ca. 0,63 %. Hierbei wird ein maximaler spezifischer Beschickungswert von 30 kg/(m²·a) angenommen. Die alternierende Beschickung der einzelnen Becken, die erforderliche 6-monatige Ruhephase vor Ausfuhr der Klärschlammmerde sowie die Verwurzelung des Klärschlammmerdekörpers sind jeweils als Sicherheitsfaktoren zu berücksichtigen.



Energieeffiziente Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung
Kläranlage Bienenbüttel

Tabelle 7-1: Auslegung der Klärschlammvererdungsanlage KA Bienenbüttel

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| <u>Schlammengen</u> | | |
| ÜSS-Menge jährlich (stat. eingedickt + FHM) | 22.000 | m ³ /a |
| TS-Gehalt ÜSS | 6,30 | kg/m ³ |
| | 0,63 | % |
| TS-Fracht jährlich | 138.600 | kg/a |
| | | |
| <u>Schlammvererdungsbeete</u> | | |
| Maximale Schlammaufbringung | 30,00 | kg/(m ² ·a) |
| Vererdungsfläche erforderlich | 4.620,00 | m ² |
| Flächenzuschlag pauschal | 10,00 | % |
| | 462,00 | m ² |
| Vererdungsfläche gesamt | 5.082,00 | m² |
| Vererdungsfläche gewählt | 5.100,00 | m² |
| Anzahl Schlammbeete | 3 | Stück |
| Fläche pro Beet | 1.700,00 | m ² |



8 Energie- und CO₂-Einsparungen

Durch die zuvor beschriebenen Änderungen in den Bereichen Biologie und Schlammbehandlung mittels Klärschlammvererdung anstelle einer maschinellen Eindickung, lässt sich Primärenergie in Form von Strom einsparen. Darüber hinaus lässt sich durch die deutliche Volumenreduzierung des Schlammes bei der Klärschlammvererdung Primärenergie in Form von Kraftstoff einsparen. Beide Einsparpotenziale führen zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen. Die jährliche erwartete Einsparung an Energie bzw. an CO₂-Äquivalenten wird in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Beim Abtransport (siehe Tabelle 8-2) ist zu beachten, dass der eingedickte Schlamm mit ca. 5,6% TS ein flüssiger bis dickflüssiger Stoff ist, welcher üblicherweise mit einem „Güllefass“ transportiert wird. Der Schlamm aus der Vererdungsanlage ist am Ende ein fester erdähnlicher Stoff, welcher auf Ladeflächen von LKWs transportiert wird.

Für die Umrechnung des Energieverbrauches in CO₂-Ausstoß hat das Deutsche Institut für Urbanistik im Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ Emissionsfaktoren für verschiedene Energieträger dargestellt. Diese wurden für die nachfolgenden Berechnungen herangezogen.

Tabelle 8-1: Energie- und CO₂-Einsparung bei der Schlammbehandlung

| Überschussschlamm | | |
|--|----------------------|--|
| | Ist-Zustand | Klärschlamm- |
| | Bandeindicker | vererdungsanlage |
| Energie | | |
| Verbrauch | 24.855 kWh/a | 3.494 kWh/a |
| Einsparung | | <u>21.361</u> kWh/a |
| CO ₂ -Emissionsfaktor (Bundes-Mix 2009) | | 0,595 kg CO ₂ /kWh |
| CO ₂ -Einsparung | | 12.710 kg CO₂/a |
| | = | <u>12,71</u> t CO₂/a |



Tabelle 8-2: Energie- und CO₂-Einsparung beim Schlammabtransport KA Bienenbüttel

| <u>Entwässerter Schlamm</u> | | |
|---|---|--|
| | Ist-Zustand | Klärschlamm- vererdungsanlage |
| - | Bandeindicker | |
| - | | |
| TS-Gehalt | 5,58 % | 50 % |
| Schlammmenge | 2.584 m ³ /a | 288 m ³ /a |
| <u>LKW</u> | | |
| Menge pro Fahrt | 18 m ³ | 18 m ³ |
| Fahrten pro Jahr | 144 | 16 |
| gewählt | 144 | 16 |
| Motor | 150 kW | 150 kW |
| Leistungsfaktor | 0,70 | 0,70 |
| Dauer pro Tour | 2 h | 2 h |
| <u>Energie</u> | | |
| Verbrauch | 30.240 kWh/a | 3.360 kWh/a |
| Einsparung | <u>26.880 kWh/a</u> | |
| CO ₂ -Emissionsfaktor (Diesel) | 0,319 kg CO ₂ /kWh | |
| CO ₂ -Einsparung | <u>8.575 kg CO₂/a</u> | |
| | = <u>8,57 t CO₂/a</u> | |

Im nächsten Schritt soll die Beräumung des Schlammes bzw. die Beladung der für den Transport vorgesehenen Fahrzeuge energetisch betrachtet werden (siehe nachfolgende 2 Tabellen). Dabei wird das Abpumpen des Schlammbehälters in ein „Güllefass“ betrachtet. Im Vergleich dazu wird das Entleeren der Schlammbecken mittels Kettenbagger gegenüber gestellt. Beide Beräumungsprozesse unterscheiden sich nur unwesentlich im CO₂-Ausstoß voneinander.

Die Vererdungsanlage hat 3 Schlammbecken. Es wird pro Jahr immer nur ein Becken geräumt, so dass das erste Becken nach 14 Jahren, das zweite Becken nach 15 Jahren und das dritte Becken nach 16 Jahren Stapelzeit entleert wird. Das mittlere Räumintervall beträgt somit 15 Jahre. Der dadurch erzeugte Energieverbrauch bzw. CO₂-Ausstoß wird zur Vergleichbarkeit umgerechnet auf ein Jahr.



Tabelle 8-3: Energie- und CO₂-Verbrauch bei der Räumung der Vererdungsbecken mittels Kettenbagger

| <u>Räumung Vererdungsbecken</u> | | Klärschlamm- vererdungsanlage |
|--|---|---------------------------------------|
| - | | |
| - | | |
| TS-Gehalt | | 50 % |
| Schlammmenge | | 288 m ³ /a |
| Mittlere Stapelzeit (Räumintervall) | | 15 a |
| Gesamtschlammmenge | | 4.320 m ³ |
| <u>Beeträumung mit Kettenbagger</u> | | |
| Grabenräumerschaukel, ca. | | 1,8 m ³ |
| Menge pro Stunde, ca. | | 60 m ³ |
| Dauer der Anlagenentleerung | | 72,00 h |
| Gerundet | | 72,00 h |
| Motor | | 125 kW |
| Leistungsfaktor | | 0,70 |
| <u>Energie</u> | | |
| Kraftstoffverbrauch | | 6.300 kWh/15a |
| Kraftstoffverbrauch | | 420,00 kWh/a |
| CO ₂ -Emissionsfaktor (Diesel) | | 0,319 kg CO ₂ /kWh |
| CO ₂ -Einsparung | | 134 kg CO₂/a |
| | = | <u>0,13 t CO₂/a</u> |



Tabelle 8-4: Energie- und CO₂-Verbrauch bei der Entleerung des Schlammspeichers mittels Pumpe und „Güllefass“

| | |
|--|---|
| <u>Entleerung Schlammspeicher</u> | |
| - | Ist-Zustand |
| - | Bandeindicker |
| TS-Gehalt | 5,58 % |
| Schlammmenge | 2.584 m ³ /a |
| <u>Abtransport mit Güllefass</u> | |
| Volumen | 18 m ³ |
| Anzahl der Befüllungen | 143,56 Stk/a |
| gewählt | 144 Stk/a |
| Dauer pro Befüllung | 0,5 h |
| Gesamtdauer der Befüllungen | 72 h/a |
| Schlammpumpe zur Befüllung | 4 kW |
| Leistungsfaktor | 0,80 |
| <u>Energie</u> | |
| Verbrauch | 230 kWh/a |
| CO ₂ -Emissionsfaktor (Bundes-Mix 2009) | - 0,595 kg CO ₂ /kWh |
| CO ₂ -Einsparung | 137 kg CO₂/a |
| | = <u>0,14 t CO₂/a</u> |

Der ermittelte CO₂-Ausstoß beim Abpumpen des Schlammbehälters beträgt ca. 0,14 t CO₂ pro Jahr. Die Räumung der Klärschlammvererdungsanlage erzeugt einen CO₂-Ausstoß von etwa 0,13 t CO₂ pro Jahr. Somit werden pro Jahr ca. 10 kg CO₂ weniger produziert.



Tabelle 8-5: Energie- und CO₂-Einsparung bei der biologischen Reinigungsstufe

| Biologische Reinigungsstufe | | |
|---|--------------------|--|
| | Ist-Zustand | Zukünftig |
| Energie | | |
| Verbrauch | 303.360 kWh/a | 157.747 kWh/a |
| Reduzierung des Energieverbrauches durch Erneuerung der Biologie, Außerbetriebnahme der Rührwerke und Umrüstung der Belüftungstechnik | | ca. 48% |
| Einsparung | | <u>145.613 kWh/a</u> |
| CO ₂ -Emissionsfaktor (Bundes-Mix 2009) | | 0,595 kg CO ₂ /kWh |
| CO ₂ -Einsparung | | 86.640 kg CO₂/a |
| | | = <u>86,64 t CO₂/a</u> |

Referenzanlagen in der Größenordnung der Kläranlage Bienenbüttel zeigen einen spezifischen Stromverbrauch der Biologie von 20 kWh/EW. Bei der angeschlossenen Einwohnerzahl in Bienenbüttel von 7.900 EW ergibt sich somit ein Stromverbrauch von 158.000 kWh/a. Damit werden jährlich 48% der eingesetzten Energie zur biologischen Reinigung gegenüber dem Istzustand eingespart.



Energieeffiziente Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung Kläranlage Bienenbüttel

Anhand der Berechnungen zeigt sich bei der Klärschlammbehandlung ein Einsparpotenzial von 12,71 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr gegenüber dem Ist-Zustand. Für den Klärschlammabtransport wird eine Einsparung von 8,57 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr berechnet. Durch die Beräumung der Schlammbecken ergibt sich eine weitere Einsparung von 0,01 t CO₂ pro Jahr im Vergleich zur herkömmlichen Entleerung des Schlammbehälters. Im Bereich der biologischen Reinigungsstufe wird ist mit der größten Energieeinsparung zu rechnen. Hier können durch Außerbetriebnahme der Rührwerke und Umstellung der Belüftungstechnik 48% der eingesetzten Energie eingespart werden, was einer Reduzierung von 86,64 Tonnen CO₂-Äquivalenten entspricht.

Zusammengefasst ergibt sich folgende Aufstellung:

| Betrachteter Bereich | Einsparung |
|--|----------------------------------|
| Schlammbehandlung (Tab. 8-1) | 12,71 t CO ₂ /a |
| Schlammabtransport (Tab. 8-2) | 8,57 t CO ₂ /a |
| Schlammräumung-/beladung (Tab. 8-3, 8-4) | 0,01 t CO ₂ /a |
| Biologische Reinigungsstufe (Tab. 8-5) | 86,64 t CO ₂ /a |
| Gesamt | 107,93 t CO₂/a |

In Summe ergibt sich somit eine jährliche **CO₂-Einsparung von mind. 107,93 t/a.**



9 Durchführung und Kosten

Die geplanten Maßnahmen zur Herstellung einer Klärschlammvererdungsanlage und Neubau der biologischen Reinigungsstufe auf der Kläranlage Bienenbüttel sollen in den Jahren 2017 / 2018 / 2019 realisiert werden.

Die Ausschreibung / Vergabe der Baumaßnahme soll nach VOB/A erfolgen.

Eine Tabelle mit den geschätzten Baukosten liegt als Anlage bei.

Insgesamt ist mit Investitionen von ca. **2,87 Mio. Euro** inkl. MwSt. zu rechnen.



10 Nachhaltigkeit

10.1 Allgemeines

Nachhaltigkeit bedeutet, dass den Bedürfnissen der heutigen Generation in der Form Rechnung getragen wird, so dass auch zukünftige Generationen ihre Bedürfnisse befriedigen können. Sie lässt sich im Wesentlichen in drei Dimensionen (sozial, ökonomisch und ökologisch) einteilen. Diese drei Teilbereiche unterliegen gegenseitigen Wechselwirkungen, welche langfristig einer Ausgewogenheit bedürfen.

Da es sich in dieser Unterlage um ein Konzept zur Energie- und CO₂-Einsparung für eine Kläranlage handelt, ist die Dimension der sozialen Nachhaltigkeit faktisch nicht vertreten und wird aus diesem Grunde hier nicht weiter betrachtet.

10.2 Ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit

Die geplante Klärschlammvererdungsanlage dient einerseits als Ersatz für die bestehende maschinelle Schlammeindickung und ist darüber hinaus auch eine verfahrenstechnische Ergänzung hinsichtlich der Schlammentwässerung. Die Vererdung ist ein naturnahes Verfahren (Schilfbeete) und vereint zwei Prozessstufen (Schlammeindickung und –entwässerung) in sich. Mithilfe der Klärschlammvererdungsanlage lassen sich die folgenden ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile im Sinne der Nachhaltigkeit erschließen:

- Energieeinsparung bei der Klärschlammbehandlung durch Wegfall der maschinellen Entwässerung.
- Verringerung des Transportbedarfes und damit der Transportenergie durch Volumenreduzierung.
- Mit dem Entfall von Chemikalien wie Polymeren bei der Schlammbehandlung wird den Anforderungen der Düngemittelverordnung Rechnung getragen.
- Die Behandlungs- und Stapelzeit von ca. 15 Jahren vor erster Räumung gibt wertvolle Zeit zur Erschließung weiterführender Verwertungswege, insbesondere unter dem Aspekt der bisher nicht verfügbaren Technologien und Konzepte am Markt (z. B. Phosphor-Rückgewinnung)
- Planbarere Kostenentwicklung
- Erhebliche Risikominimierung in Bezug auf den Verwertungsweg



Energieeffiziente Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung Kläranlage Bienenbüttel

Die Erneuerung und damit Optimierung der biologischen Reinigungsstufe ermöglicht nachhaltig einen sicheren Betrieb bezüglich der einzuhaltenden Ablaufwerte unter Berücksichtigung einer energieeffizienten Fahrweise.

Durch die Umstellung der Betriebsweise auf intermittierende Stickstoffelimination mit Pfropfenströmung können die Stromverbräuche, belegt durch Referenzanlagen, um bis zu 40% gesenkt werden. Weitere positive Effekte sind nachfolgend aufgelistet.

- Entfall Instandhaltung und Wiederbeschaffung der Rührwerke
- Verfahrensbedingt zu keiner Jahreszeit Probleme mit Fadenbakterien
- Keine Schaumbildung auf den Belebungsbecken
- Verbesserung des Schlammindex
- Stark reduzierte Schwimmschlamm-Bildung auf den Nachklärbecken
- Steigerung der Entwässerbarkeit des Überschussschlammes



11 Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit

Da es von hoher Bedeutung ist, das Thema „Energieeffizienz bzw. Energie- und CO₂-Einsparungen“ in der Bevölkerung bekannt zu machen sowie gesellschaftliches Interesse bzw. eine breite Akzeptanz hinsichtlich der erforderlichen Klimaschutzmaßnahmen zu erlangen, sollte auch bereits während der Planungs- und Bauphase des vorliegenden Abwasser-Konzeptes aktiv Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden. Dabei lässt sich die Öffentlichkeitsarbeit in vier Bereiche gliedern, welche nachfolgend kurz erläutert werden.

Vorstellung des Konzeptes Online

Im Rahmen der Umsetzung des Konzeptes für die Kläranlage Bienenbüttel ist eine Internetseite zur Vorstellung des Projektes zu erstellen. Darin wird ein kurzer Überblick über die Veranlassung, die Ziele und die einzelnen Maßnahmen des Konzeptes gegeben. Weiterhin werden die geplante Vorgehensweise sowie die Links zum Projektträger auf der Seite integriert.

Einbindung von kommunalen Schulen

Ergänzend zum Konzept zur Energie- und CO₂-Einsparung der Kläranlage Bienenbüttel ist eine aktive Zusammenarbeit mit den örtlichen Schulen geplant. Gerade was die langfristige Ausrichtung der Klimaschutzinitiative angeht, sind Schulen wichtige Partner. Insbesondere die Kinder und Jugendlichen von heute spielen beim Klimaschutz eine tragende Rolle, denn sie stehen vor der Herausforderung die langfristigen Ziele der Klimaschutzinitiative zu erreichen und somit die erforderliche Nachhaltigkeit für zukünftige Generationen zu schaffen.

Zu diesem Zweck wird eine Vorlage erarbeitet, um das Thema „Energie- und CO₂-Einsparung“ z. B. in Form von Projekttagen in den Lehrplan zu integrieren. Dazu wird eine Unterlage erstellt, in der – angepasst an verschiedene Klassenstufen – das Thema Energie- und CO₂-Einsparung mit verschiedenen Fragestellungen in den Unterricht eingebaut werden kann. Darüber hinaus wurden verschiedene altersgerechte Info-Materialien zum Thema Abwasser bereitgestellt, um eine inhaltliche Verknüpfung zum Konzept der Kläranlage Bienenbüttel zu ermöglichen.

Das Konzept für die Zusammenarbeit mit den örtlichen Schulen im Gebiet der Gemeinde Bienenbüttel und Umland sollte an einen zentralen Ansprechpartner bei der Gemeinde bzw. des Landkreises übergeben werden, um somit gezielt auf die jeweiligen Schulen zugehen zu können. Ergänzend dazu sollte auch die Möglichkeit angeboten werden, theoretisch vermittelte Lehrinhalte durch praktische Anschauung auf der Kläranlage Bienenbüttel zu festigen bzw. zu vertiefen.

Presseartikel



Energieeffiziente Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung Kläranlage Bienenbüttel

Das Thema Energie- und CO₂-Einsparung auf der Kläranlage bzw. die damit verbundenen Maßnahmen für die Kläranlage Bienenbüttel sollte in verschiedenen regionalen Zeitungen mittels Presseartikeln bekannt gemacht werden.

„Tag der offenen Tür“

Um der Bevölkerung aus dem Gebiet der Gemeinde Bienenbüttel und auch darüber hinaus Einblicke in die Prozesse auf der Kläranlage Bienenbüttel zu ermöglichen, wäre ein „Tag der offenen Tür“ auf der Kläranlage sinnvoll. In diesem Rahmen könnten auch das Konzept bzw. die Maßnahmen zur Energie- und CO₂-Einsparung der Kläranlage Bienenbüttel vorgestellt werden. An einem separaten Informationsstand könnten interessierte Bürger fragen zum Konzept stellen.

Aufgestellt:

01.11.2016

Entwurfsverfasser:

Antragsteller:

Bienenbüttel, 22.11.2016

Gemeinde Bienenbüttel