

# Gemeinde Bovenau



## Studie zur Erweiterung der KA Ehlersdorf

**27.05.2024**

**Planverfasser:**

**Petersen & Partner  
Beratende Ingenieure GmbH  
Köpenicker Str. 63, 24111 Kiel  
Tel. 0431/69647-0  
Fax 0431/69647-99**

**Projekt- Nr.: EID\_2303**

## **1 VERANLASSUNG**

Die Gemeinde Bovenau betreibt in dem Ortsteil Ehlersdorf eine unbelüftete Teichkläranlage, die 1996 für eine Belastung von bis zu 160 EW genehmigt wurde.

Mittlerweile hat sich die Einwohnerzahl erhöht und ein ortsansässiges Unternehmen plant seine Kapazitäten zu erweitern. Dies führt dazu, dass zusätzliches Personal eingestellt werden soll. Die genehmigte Belastung der Teichkläranlage wird überschritten. Im Dezember 2023 hat die Wasserbehörde eine bis zum 31.12.2024 befristete Genehmigung erteilt, dass die Kläranlage mit erhöhten Einwohnerwerten belastet werden darf.. Im Folgenden wird untersucht, wie eine ordnungsgemäße Abwasserbeseitigung durchgeführt werden kann. Die Untersuchung geht von einer Belastung von 250 Einwohnerwerten (EW) aus.

## **2 SANIERUNGSVARIANTEN**

### **2.1 Variante A Ertüchtigung der Teichkläranlage**

Die vorhandene Teichkläranlage soll ertüchtigt werden. Hierzu wird den Klärteichen eine technische Reinigungsstufe vorgeschaltet, in der der 2-fache Trockenwetterzufluss behandelt wird. Der Ablauf der technischen Anlage erfolgt wieder in die Teiche. Die neue Anlage erhält eine Fällmitteldosierstation. Ziel ist es, in erster Linie die die Phosphat- und Ammoniumablaufwerte zu senken.

### **2.2 Variante B Überleitung des Schmutzwassers zu einer externen Kläranlage**

Die Variante B sieht vor, dass aus dem Zufluss zur Kläranlage die 2-fache Trockenwettermenge zu einer externen Kläranlage gefördert wird. Die vorhandenen Klärteiche würden dann als „Regenklärbecken“ weiter in Funktion bleiben. Folgende Untervarianten sind denkbar

- Förderung nach Ostenfeld und Übergabe des Schmutzwassers an den Abwasserzweckverband Wirtschaftsraum Rendsburg. Druckleitungslänge ca. 5,0 km.
- Förderung nach Bovenau (Behandlung in der KA Bovenau) Druckleitungslänge 3,0 km.
- Förderung zur KA Bovenau Druckleitungslänge rd. 3,6 km.

In der Kostenvergleichsrechnung wird im ersten Ansatz die kürzeste Leitung (3,0 km) zugrunde gelegt. Die anderen Varianten sind deutlich teurer.

### 3 KOSTENVERGLEICH

#### 3.1 Grundlagen der Vergleichsrechnung

Der Variantenvergleich wird mit Hilfe der zu erwartenden Betriebskosten geführt. Die Investitionskosten werden über die Abschreibungs- und Finanzierungskosten im Vergleich berücksichtigt.

Für die Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten der Variante A wurde ein Richtpreisangebot der Fa. Rotox eingeholt, das als Grundlage des Kostenvergleiches dient

Folgende Eingangsgrößen liegen dem Vergleich zugrunde:

Stromkosten 0,46 €/kWh

Personalkosten 50,00 €/h (interne Verrechnung)

Unterhaltungs- und Reparaturkosten 1,50 % der maschinellen Kosten  
Der Wert ergibt sich aus dem langjährigen Mittel vergleichbarer Anlagen.

## 3.2 Kostenermittlung Variante A

### 3.2.1 Investitionskosten

Für die Ermittlung der Investitionskosten wurden die Kosten des Richtpreisangebotes mit 15 % Aufschlag versehen.

#### Maschinentechnik

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| Pumpen / Belüfter             | 35.000,00 €        |
| Elektroausrüstung             | 20.000,00 €        |
| Nebenkosten (rd. 13%)         | 7.000,00 €         |
| <b>Summe Maschinentechnik</b> | <b>62.000,00 €</b> |
| MwSt. 19%                     | 11.780,00 €        |
|                               | <b>73.780,00 €</b> |

|                        |          |          |                   |
|------------------------|----------|----------|-------------------|
| Abschreibung pro Jahr  | Zeitraum | 15 Jahre | 4.918,67 €        |
| Kapitalkosten pro Jahr | Zinssatz | 3 %/a    | 1.261,33 €        |
|                        |          |          | <b>6.180,00 €</b> |

#### Bautechnik

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| Baustelleneinrichtung   | 6.000,00 €          |
| Behälter einschl Erdbau | 100.000,00 €        |
| Rohrleitungsbau         | 10.000,00 €         |
| Nebenkosten (rd. 13%)   | 15.000,00 €         |
| <b>Summe Bautechnik</b> | <b>131.000,00 €</b> |
| MwSt 19%                | 24.890,00 €         |
|                         | <b>155.890,00 €</b> |

|                        |          |          |                   |
|------------------------|----------|----------|-------------------|
| Abschreibung pro Jahr  | Zeitraum | 40 Jahre | 3.897,25 €        |
| Kapitalkosten pro Jahr | Zinssatz | 3 %/a    | 2.837,75 €        |
|                        |          |          | <b>6.735,00 €</b> |

|                                 |            |                     |
|---------------------------------|------------|---------------------|
| <b>Gesamtinvestitionskosten</b> | <b>rd.</b> | <b>230.000,00 €</b> |
| <b>Abschreibung pro Jahr</b>    |            | <b>8.815,92 €</b>   |
| <b>Kapitalkosten pro Jahr</b>   |            | <b>4.099,08 €</b>   |

### 3.2.2 Betriebskostenschätzung für die Kläranlage (aus dem Richtpreisangebot ROTOX)

#### Berechnungsgrundlagen

|  |   |
|--|---|
| Einwohnergleichwerte rechnerisch                                     | 250,00 Egw  |
| Spezifische Schmutzwassermenge                                       | 0,15 m <sup>3</sup> /Egw*d im ländlichen Raum             |
| Wohneinheiten rechnerisch  | 62,50 WE  |
| Rechnerische Schmutzwassermenge                                      | 13687,50 m <sup>3</sup> /a                                |
| Jährlicher Energieaufwand  | 10120,00 kWh/a aus der Praxis einer bauartgleichen Anlage |
| Spezif. Primär- u. Sekundärschlammabzufahrende Schlammmenge jährlich | 1,60 l/Egw*d  |
| Verbrauchte Fällungsmittelmengen in kg                               | 146,00 m <sup>3</sup> /a                                  |

#### Einheitspreise:

|  |       |
|--|-------|
| Schlammabfuhrkosten je cbm                                       | 39,00 |
| Stromkosten je kWh   | 0,46  |
| Stundenlohn f. Eigenkontrolle, Wartung und Pflege (Selbstkosten) | 29,00 |
| P-Fällungsmittel je kg   | 1,15  |

| <u>Jährliche Betriebskosten</u>                                    |                   | % d. Gesamtkosten | €/WE          | €/Egw        | €/cbm       |
|--|-------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------|
| Strom  | 4655,20           | 26,19             | 74,48         | 18,62        | 0,34        |
| Zählergrundpreis   | 600,00            | 3,38              | 9,60          | 2,40         | 0,04        |
| Fällungsmittelkosten   | 1000,00           | 5,63              | 16,00         | 4,00         | 0,07        |
| Schlammabfuhr  | 5694,00           | 32,03             | 91,10         | 22,78        | 0,42        |
| Jahreskosten f. Wartungsvertrag                                    | 1600,00           | 9,00              | 0,12          | 6,40         | 0,16        |
| Reparatur und Ersatzteile  | 2100,00           | 11,81             | 33,60         | 8,40         | 0,15        |
| Preis für Aw. - Analysen/Jahr                                      | 620,00            | 3,49              | 9,92          | 2,48         | 0,05        |
| Eigenkontrolle, Wartung und Pflege bei Arbeitsstunden/Jahr = 52,00 | 1508,00           | 8,48              | 24,13         | 6,03         | 0,11        |
| <b>Jahreskosten insgesamt</b>                                      | <b>€ 17777,20</b> | <b>100,00</b>     | <b>284,44</b> | <b>71,11</b> | <b>1,30</b> |

#### Lieferzeit nach Auftragserteilung

3,00 Monate

#### Stabil erreichbare Ablaufwerte bei Volllastung mit rein häuslichem Abwasser normaler Konzentration

|       |              |
|-------|--------------|
| BSB5  | 20,00 mg/l   |
| CSB   | 90,00 mg/l   |
| NH4-N | < 1,00 mg/l  |
| NO3-N | < 23,00 mg/l |
| N ges | < 25,00 mg/l |
| P ges | 1,50 mg/l    |

### 3.3 Kostenermittlung Variante B

#### 3.3.1 Investitionskosten

| Beschreibung                    | Menge    | Einheit  | RP                 | GP                  |
|---------------------------------|----------|----------|--------------------|---------------------|
| <b>Maschinentechnik</b>         |          |          |                    |                     |
| Vorbereitende Maßnahmen         | 1        |          | 5.000,00 €         | 5.000,00 €          |
| Betonsabierung                  | 1        |          | 20.000,00 €        | 20.000,00 €         |
| Einbau Förderpumpen             | 2        |          | 10.000,00 €        | 20.000,00 €         |
| Schaltanlage                    | 1        |          | 15.000,00 €        | 15.000,00 €         |
| Summe                           |          |          |                    | 60.000,00 €         |
| Nebenkosten (rd. 13%)           |          |          |                    | 8.000,00 €          |
| Summe Maschinentechnik          |          |          |                    | 68.000,00 €         |
| MwSt. 19%                       |          |          |                    | 11.400,00 €         |
|                                 |          |          |                    | <b>79.400,00 €</b>  |
| Abschreibung pro Jahr           | Zeitraum | 15 Jahre | 5.293,33 €         |                     |
| Kapitalkosten pro Jahr          | Zinssatz | 3 %/a    | 1.356,67 €         |                     |
|                                 |          |          | <b>6.650,00 €</b>  |                     |
| <b>Bautechnik</b>               |          |          |                    |                     |
| Druckrohrleitung                | 3.000    | m        | 200,00 €           | 600.000,00 €        |
| Summe                           |          |          |                    | 600.000,00 €        |
| Nebenkosten (rd. 13%)           |          |          |                    | 78.000,00 €         |
| Summe Bautechnik                |          |          |                    | 678.000,00 €        |
| MwSt. 19%                       |          |          |                    | 128.820,00 €        |
|                                 |          |          |                    | <b>806.820,00 €</b> |
| Abschreibung pro Jahr           | Zeitraum | 80 Jahre | 10.085,25 €        |                     |
| Kapitalkosten pro Jahr          | Zinssatz | 3 %/a    | 16.694,75 €        |                     |
|                                 |          |          | <b>26.780,00 €</b> |                     |
| <b>Gesamtinvestitionskosten</b> |          |          | rd.                | <b>886.000,00 €</b> |
| <b>Abschreibung pro Jahr</b>    |          |          |                    | <b>15.378,58 €</b>  |
| <b>Kapitalkosten pro Jahr</b>   |          |          |                    | <b>18.051,42 €</b>  |

### 3.3.2 Berechnungen zu den Betriebskosten

#### Eingangsgrößen

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| Abwassermenge ( $Q_a$ ) | 18.250,00 m <sup>3</sup> /a |
| Kosten Maschinentechnik | 79.400,00 €                 |

#### Verrechnungssätze

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 Stromkosten                        | 0,46 €/kWh  |
| 2 Personalkosten                     | 50,00 €/h   |
| 3 Unterhaltungs- und Reparaturkosten | 1,50 % der Kosten Maschinentechnik                                      |
| 4 Reinigungskosten extern            | 3,0 bis 4,0 €/m <sup>3</sup> in Abhängigkeit der annehmenden Kläranlage |

#### Berechnungen

##### 1 Energiekosten

###### Druckleitung

|  |  |
|--|--|
| Rohrleitung                            | PE 90 x 5,4                              |
| Rohrleitungslänge                      | 3.000,00 m                               |
| $k_b$                                  | 0,40 mm                                  |
| Rohrsohle Auslauf                      | 13,00 m NN                               |
| Wasserspiegel Pumpensumpf              | 3,50 mNN                                 |
| geodätische Förderhöhe ( $H_{geo}$ )   | 9,50 m                                   |
| betriebliche Förderhöhe ( $H_{betr}$ ) | 25,00 m                                  |
| Förderhöhe (H)                         | 34,50 m                                  |
| Wirkungsgrad Pumpe ( $W_P$ )           | 0,55                                     |
| Wirkungsgrad Motor ( $W_M$ )           | 0,90                                     |
| Jahresstromverbrauch =                 | $(Q_a * H) / (367 * W_P * W_M)$          |
| Jahresstromverbrauch =                 | 3.465,86 kWh/a                           |
| Jahresenergiekosten Abschnitt 1        | 3.465,86 kWh/a x 0,46 €/kWh = 1.594,29 € |

##### 2 Personalkosten

Der Unterhaltungsaufwand aus vergleichbaren Objekten beträgt 1 Stunden pro Woche

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1 h /wo x 52 wo/a =         | 52,00 h/a                                 |
| <b>Jahrespersonalkosten</b> | <b>52,00 h/a x 50,00 €/h = 2.600,00 €</b> |

##### 3 Unterhaltungs- und Reparaturkosten

Die Unterhaltungs- und Reparaturkosten werden mit einem prozentualen Anteil der Investitionskosten der Maschinentechnik berechnet

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Reparaturkosten</b> | <b>79.400,00 € x 1,50 %/a = 1.191,00 €</b> |
|------------------------|--|

### 3.4 Variantenvergleich

#### Verrechnungssätze

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Abwassermenge</b>                 | <b>9.000,00 m<sup>3</sup>/a</b>          |
| 1 Stromkosten                        | <b>0,46</b> €/kWh                        |
| 2 Personalkosten                     | <b>50,00</b> €/h                         |
| 3 Unterhaltungs- und Reparaturkosten | <b>1,50</b> % der Kosten Maschinentchnik |

|                                      | <b>Variante A</b>  | <b>Variante B</b>  |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Investitionskosten                   | 230.000,00 €       | 886.000,00 €       |
| Betriebskosten                       |                    |                    |
| 0 Abschreibung                       | 8.815,92 €         | 15.378,58 €        |
| 0 Kapitaldienst                      | 4.099,08 €         | 18.051,42 €        |
| 1 Energiekosten                      | 5.255,20 €         | 1.594,29 €         |
| 2 Personalkosten                     | 2.600,00 €         | 2.600,00 €         |
| 3 Unterhaltungs- und Reparaturkosten | 2.100,00 €         | 1.191,00 €         |
| 4 Fällmittelkosten                   | 1.000,00 €         |                    |
| 5 Schlammabfuhr                      | 5.700,00 €         |                    |
| 6 Wartungsvertrag                    | 4.000,00 €         |                    |
| 7 Analysenkosten                     | 700,00 €           |                    |
| <b>Summe</b>                         | <b>34.270,20 €</b> | <b>38.815,29 €</b> |
| Jahresabwassermenge                  | 9.000              | 9.000              |
| <b>Preis pro m<sup>3</sup></b>       | <b>3,81 €</b>      | <b>4,31 €</b>      |

zzgl. Reinigungskosten in einer externen Kläranlage. Geschätzte Kosten:  
3,00 € bis 4,00 € / m<sup>3</sup>

## 4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Vergleichsrechnung zeigt, dass die Ertüchtigung der Kläranlage (Variante A) bereits günstiger ist als das reine Überpumpen des Schmutzwassers zur nächstmöglichen Übergabestelle.

Kosten Variante A 3,81 €/m<sup>3</sup> bezogen auf 9.000 m<sup>3</sup>/a

Kosten Variante B 4,31 € m<sup>3</sup> bezogen auf 9.000 m<sup>3</sup>/a

Rechnet man noch die Reinigungskosten einer externen Kläranlage hinzu, erhöhen sich die Kosten der Variante B um weitere 3,00 bis 4,00 €/m<sup>3</sup>.

Der Reinigungspreis der Variante B ist letztlich doppelt so hoch wie der Preis der Variante A.

Wir empfehlen die Variante A weiter zu verfolgen.

Aufgestellt:  
Kiel, den 27.05.2024

**Petersen & Partner**  
Beratende Ingenieure GmbH  
Köpenicker Str. 63, 24111 Kiel  
Tel. 0431/69647-0  
Fax 0431/69647-99  
[info@petersen-partner.de](mailto:info@petersen-partner.de)