

# GEMEINDE BÜCHEN

## Kläranlage Büchen

### Erweiterung

### mit energetischer Optimierung

## Bedarfsplanung

bearbeitet von:



**B-H-G Ingenieure GmbH & Co. KG**

Bad Schwartau, den 17.09.2014

.....

Botterstieg 3  
23611 Bad Schwartau  
Tel.: 0451-293060  
Fax: 0451-2930666  
[mailbox@b-h-g.eu](mailto:mailbox@b-h-g.eu)

im Auftrag der:



Amtsplatz 1  
21514 Büchen  
Tel.: 04155-8009249  
Fax: 04155-8009999  
[www.amt-buechen.eu](http://www.amt-buechen.eu)

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ZUSTANDSERFASSUNG</b>	<b>5</b>
2.1	Vorreinigung.....	5
2.1.1	Schneckenhebewerk.....	5
2.1.2	Rechenanlage.....	6
2.1.3	Sandfang.....	7
2.1.4	Ausgleichsbecken (AB).....	8
2.2	Belebung.....	9
2.2.1	Belebungsbecken.....	9
2.2.2	Gebläse-Haus.....	9
2.3	Schlammstrecke.....	11
2.3.1	Nachklärbecken.....	11
2.3.2	Filtration.....	12
2.3.3	Faulungsanlage.....	12
2.3.4	Schlammmentwässerung.....	13
2.4	Weitere Anlagenteile.....	15
2.4.1	Maschinen- und Betriebsgebäude.....	15
2.4.2	Trafostation – Notstrom.....	16
2.4.3	Havariebecken.....	16
2.4.4	Brauchwasseranlage.....	16
2.4.5	Ablaufleitung zum Vorfluter.....	16
<b>3</b>	<b>BEDARFSPLANUNG ZUR ERWEITERUNG DER KLÄRANALGE</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>REGENERATIVE ENERGIEN – ALLGEMEIN</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>24</b>

# ANLAGENVERZEICHNIS

<b>Anlage 1</b>	<b>Verfahrenskonzept vom 12.09.2014, aufgestellt PIK / B-H-G</b>	
<b>Anlage 2</b>	<b>Kosten</b>	
<b>Ablage 3</b>	<b>Zeichnungen</b>	
1	Lageplan Bestand	M 1:500
2	Lageplan Bestand mit Zustandserfassung	M 1:500
3	Ausbaulageplan Variante SaS	M 1:500
4	Ausbaulageplan Variante AnS	M 1:500

## 1 ALLGEMEINES

B-H-G Ingenieure GmbH & Co. KG erhielt von der Gemeinde Büchen den Auftrag, für die bestehende Kläranlage Büchen eine Bedarfsplanung zur Erweiterung und energetischen Optimierung aufzustellen.

In der Anlage 1 wurden zwei verschiedene Verfahrensvarianten für die zukünftige Abwasserreinigung und der Schlammsschiene unter Berücksichtigung der Reinigungsanforderungen, der Betriebskosten sowie der Prozessstabilität ausgearbeitet.

Im Folgenden wird als Grundlage für die Festlegung eines Kostenrahmens die Zustandserfassung auf der Kläranlage Büchen sowie die erforderlichen Um- und Ausbaumaßnahmen für die zwei verschiedenen Reinigungsverfahren dargestellt. Die vorhandene Kläranlage ist mit den derzeitigen Anschlüssen voll ausgelastet. Ausbaumaßnahmen sind grundsätzlich erforderlich, wenn weitere Neuanschlüsse (Ortslagen oder Gewerbebetriebe mit abwasserreichen Betrieb) erfolgen sollen.

Die Abschätzung der erforderlichen Investitionskosten ist in der Anlage 2 aufgeführt. Hierzu muss angemerkt werden, dass es sich um eine grobe Kostenabschätzung im Zuge einer Bedarfsplanung handelt. Eine Kostenberechnung wird erst mit der Festlegung der endgültigen Bauwerksabmessungen sowie erforderlichen Maschinenleistungen, ggf. erforderliche zusätzliche Gründungsmaßnahmen auf Grund der vorhandenen Bodenverhältnisse, das gewünschte Ausstattungsniveau des Betriebsgebäudes usw. im Zuge der Entwurfsbearbeitung aufgestellt. Auch der tatsächliche Sanierungsbedarf an den mit Abwasser oder Schlamm gefüllten Becken und Behältern lassen sich zurzeit nur grob abschätzen.

Anhand von realisierten, vergleichbaren Ausbaumaßnahmen auf anderen Kläranlagen wurde unter Berücksichtigung der Preissteigerung der heutige Investitionsbedarf für die Erweiterung der Kläranlage Büchen (siehe Anlage 2) wie folgt ermittelt:

Investitionsbedarf gesamt, Variante ohne Faulung	brutto € 5.140.000,-
Investitionsbedarf gesamt, Variante mit Faulung	brutto € 5.580.000,-
zzgl. Option z.B. Schlamm-trocknungsanlage	brutto € 780.000,-
zzgl. Option Erdgas-Hausanschluss	brutto € 36.000,-

Unter Punkt 5 erfolgt eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, die neben den Investitionskosten auch die Betriebskosten und die Abschreibungssätze berücksichtigt.

Die Umsetzung der Maßnahme muss im laufenden Betrieb erfolgen und kann somit nur in zeitlich aufeinander folgenden, einzelnen Bauabschnitten realisiert werden. In Abhängigkeit der bereit gestellten Haushaltsmittel (Zeitpunkt und Volumen) kann die Genehmigungsplanung für die Erweiterung der Kläranlage Büchen mit Einholung der wasserrechtlichen Erlaubnis und soweit erforderlich die ersten genehmigten Bauanträge im Jahr 2015 vorliegen. Es folgt die Ausführungsplanung und Vorbereitung der Vergabe (Ausschreibungsverfahren), so dass mit den ersten Bautätigkeiten im Jahr 2016 begonnen werden kann. Je nach Verfahrensvariante, Haushaltsmittel und tatsächlichen Sanierungsumfang wird der Ausbau der Kläranlage im laufenden Betrieb in einem Zeitraum zwischen 2016 bis 2020 erfolgen können.

## 2 ZUSTANDSERFASSUNG

### 2.1 Vorreinigung

#### 2.1.1 Schneckenhebewerk

3 Schnecken Baujahr 1996, FU-Betrieb 60 Hz, Aufstellwinkel rd. 60°, was zu einem erhöhten Rückfluss führt und die vorgesehenen Leistungen laut Typenschild (siehe unten) nicht erreicht werden.

Schnecke 1 – Links            50 l/s            Schnecke und Trog komplett überholt 2006\*)

Schnecke 2 – Mitte           25 l/s            Betrieb in den Nachtstunden, überholt 2006\*)

Schnecke 3 – Rechts        17-50 l/s        doppelt gewendelt, neues Fuß-Lager 2013

\*) Die Edelstahltröge wurden im Zuge der Überholung 2006 auf Grund des engen Zeitfensters (Rückstau des Zulaufes) nicht untergossen und neigen zur Ausdehnung durch Temperaturänderung.

Im Zulaufbereich ist eine pH-Sonde vorhanden.

#### Baulich

Baujahr 1978; Betonkosmetik und in Einzelflächen Sanierung erforderlich



### 2.1.2 Rechenanlage

Ein Siebrechen ist vorhanden, jedoch keine Rechengutwäsche. Die Siebanlage ist fast 20 Jahre alt und abgeschrieben.

#### Baulich

Das Rechengebäude ist ein Anbau an das Betriebsgebäude. Die Dachkonstruktion des Rechengebäudes ist zu überprüfen / abgängig. Der Wandaufbau besteht aus einem halbsteinigen Mauerwerk mit Styroporverkleidung (rieselt raus) und äußerer Blechverkleidung.



### 2.1.3 Sandfang

Der Sandfang ist auf Grund des defekten Räumers seit über 10 Jahren nur eingeschränkt in Betrieb.

Das durchströmende Abwasser wird belüftet. Für die Belüftung stehen 2 Gebläse im Rechenbauwerk, wovon 1 defekt ist. Die Räumung erfolgt jedoch zurzeit 1-mal im Jahr durch einen Saugwagen. Abfuhr rd. 50 m<sup>3</sup>/a. Bedingt hierdurch ist der Sandklassierer (Standort Rechengebäude) außer Betrieb.

#### Baulich

Der Sandfang ist abgängig. Alternativ sind am Sandfang, Baujahr 1978 erhebliche Sanierungsaufwendungen zu betreiben.



#### 2.1.4 Ausgleichsbecken (AB)

Der gesamte Zulauf wird über das AB gefahren und kontinuierlich der Belebung zu gepumpt (Konzentrationsausgleich). Hierdurch wird i.d.R. nur noch ein Gebläse für das Belebungsbecken (BB) benötigt. Schlammablagerungen finden nicht statt.

Der Energiebedarf ist nach Aussage des KA-Betriebes gegenüber der früheren Verfahrensweise (Mengenausgleich) neutral. Das Mehr an Pumpenleistung hebt sich mit den Einsparungen bei der Gebläseleistung auf.

Früher wurde nur ein Abschlag in das AB gegeben. Hierdurch erfolgte eine unregelmäßige Beschickung / Belastung der BB, was durch ein ständiges Hoch- und Herunterfahren der Gebläse (1 bis 2 parallel) erkennbar war. Ursprünglich waren für die Regelung die Gebläse 2-4 vorgesehen.

#### Baulich

Baujahr 1996; Keine Auffälligkeiten



## 2.2 Belebung

### 2.2.1 Belebungsbecken

2011 wurde eine Straße außer Betrieb genommen, um die Kerzen (erhöhte Gebläseleistung) zu wechseln und die Belüftungsfläche zu vervollständigen (Erhöhung der Belegungsichte). Dabei wurde festgestellt, dass Sandablagerungen die Kerzen abdeckten. Der Sand wurde entfernt und die Kerzen ausgetauscht. 2012 erfolgte das Gleiche in der 2. Straße.

Im Zuge dieser Arbeiten wurden die Rührwerke in der DN-Zone erneuert.

Der TS-Gehalt im Belebungsbecken liegt im Betrieb bei 3,5-4,0 g TS/l.

Anfang 2012 wurde im Zulaufbereich zur Biologie eine Hoch-Energie-Desintegration, Fabrikat Vogelsang BioCrack (Durchsatz 20 m<sup>3</sup>/h) installiert. Zufluss über eine Pumpe (Verstopfung der Pumpe rd. 1-mal wöchentlich, Aggregat störungsfrei), Zu- und Ablauf über Schlauchleitung. Hierdurch hat sich die Biomasse vergrößert. Es werden statt 120-130 m<sup>3</sup>/d ÜS nun 160 m<sup>3</sup>/d ÜS abgezogen. Die Schlamm entwässerung mittels Zentrifuge läuft jedoch homogener, im Flockmitteleinsatz muss nicht mehr von Sommer- auf Winterbetrieb umgestellt werden und der Schlamm lässt sich besser entwässern. (TS z.Z. 39 %; Massenreduktion nach Einbau des Bio Cracks rd. 80-87 %; - krümelig).

Durch Einsparungen in der Schlamm-Entsorgung hat sich das Aggregat nach rd. 2,5 Jahren amortisiert.

### Baulich

Baujahr 1996; Keine Auffälligkeiten

### 2.2.2 Gebläse-Haus

Ursprünglich waren 4 Gebläse, Baujahr 1996 vorhanden. Davon 2 für Grundlast und 2 für Spitzenlast. Die Grundlastgebläse laufen über FU mit 70 Herz. Die 2 Gebläse für Spitzenlast sind auf 3-flügelige Drehkolben umgerüstet worden. 1 Grundlastgebläse ist bereits ausgetauscht und das Zweite wurde im Dezember 2013 neu bestellt.

Das Abluftkonzept ist komplett zu überarbeiten.

### Baulich

Die Schalldämmplatten unter der Decke sind versprödet / ausgetrocknet/ rissig und fallen aus der Halterung.

### E-Technik

Die Schaltschränke sind aus Altersgründen weitgehend abgängig.



## 2.3 Schlammstrecke

### 2.3.1 Nachklärbecken

Das Nachklärbecken zeigt im heutigen Normalbetrieb keine Probleme. Bei erhöhtem Zulauf, ab rd. 140 m<sup>3</sup>/h kann jedoch nicht ausreichend Rücklaufschlamm abgezogen werden.

Die Verteilerbleche im Zulaufgerinne sind demontiert. Da sich hier früher extrem Schwimmschlamm aufgebaut hat (stichfest), wurden durch den Betrieb Belüfterkerzen im Zulaufgerinne installiert, die über eine Schlauchleitung mit Luft aus dem Gebläse-Haus gespeist werden.

#### Baulich

NKB 1: (links mit türkisen Anstrich) Betonsanierung speziell im Kronenbereich, in den Dehnungsfugen und im Ablaufbereich zwingend erforderlich.

NKB 2 (rechts im Bild ) Sanierung im Ablaufbereich erforderlich.



### 2.3.2 Filtration

Die Filtration wurde 1996 gebaut und für einen hydraulischen Zulauf von 180 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Im derzeitigen Normalbetrieb mit einem Zulauf von rd. 110 m<sup>3</sup>/h weist die Filtration keine Probleme auf. Bei einem Zulauf von über 130 m<sup>3</sup>/h kommt es jedoch zu Verwirbelungen im Sandfilter bis hin zum Sandaustrag.

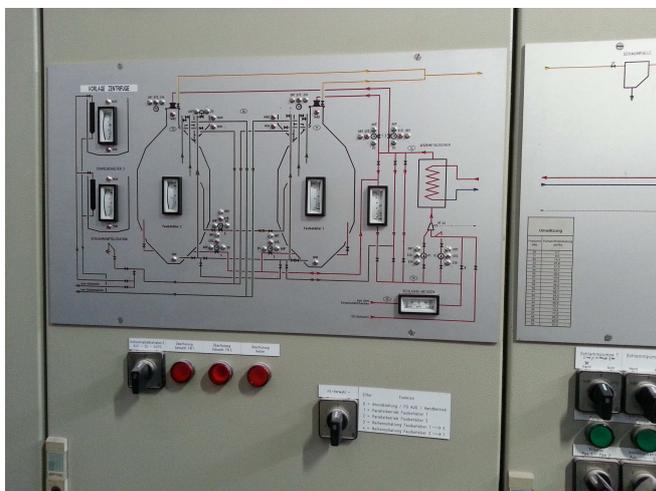
### 2.3.3 Faulungsanlage

Vorhanden ist eine komplette Faulungsanlage mit Gasspeicher, Gasfackel und Faulgas-Öl-Brenner (Typ Buderus G 305 125 kW), jedoch ohne BHKW.

Die erforderliche Maschinenteknik ist im Kellergeschoss des Schlammbehandlungsgebäudes installiert. Auf Grund der Leitungsführung können die zwei Faulbehälter nicht parallel umgewälzt bzw. beschickt werden:

- 1 Zulaufpumpe für Beschickung FB
- 1 Umwälzpumpe
- 1 Wärmetauscher

Die Faulbehälter, Baujahr 1996, sind mit einem Schwimmschlammzerstörer ausgerüstet und werden heute nur als kalte Schlamm-Stapelbehälteranlage genutzt (1 x 400 m<sup>3</sup> als ÜS-Vorlage und 1 x 400 m<sup>3</sup> als Notfall-Speicherung). Die Buderus Heizung ist auf Heizöl eingestellt und wird für die Wärmeerzeugung für das Maschinen + Betriebs-Gebäude (M+B) genutzt.



## Baulich

Auf Grund des Alters der Faulbehälter (18 Jahre), muss davon ausgegangen werden, dass nach einer Entleerung mit anschließender Sichtkontrolle ein Betonsanierungsbedarf und ein erforderlicher Teilaustausch der Verrohrung festgestellt wird.

### 2.3.4 Schlammwässerung

Die Zentrifuge wurde nach 10-jährigem Betrieb Ende 2013 grund-instandgesetzt. Die Flockmittelansatzstation steht im EG; die Lagerbehälter des Flockmittelkonzentrats sind in das KG umgesetzt worden.



## Baulich

Wie das Rechengebäude besteht der Wandaufbau des SE-Gebäudes aus einem halbsteinigen Mauerwerk mit Styroporverkleidung (rieselt raus) und äußerer Blechverkleidung. In den Anschlussbereichen Wände / Dach sind Undichtigkeiten erkennbar.



## 2.4 Weitere Anlagenteile

### 2.4.1 Maschinen- und Betriebsgebäude

#### Baulich

Wie das Rechengebäude besteht der Wandaufbau des M+B-Gebäudes aus einem halbsteinigen Mauerwerk mit Styroporverkleidung (rieselt raus) und äußerer Blechverkleidung. Die frostsichere Gründung ist nicht gegeben. In der kalten Jahreszeit hebt sich der Fußboden, so dass u. a. die Eingangstür am hochgefrorenen Fußboden stoppt. Die Heizungsanlage wird mit dem Faulgas-Öl-Brenner aus dem Schlammbehandlungsgebäude über Öl betrieben.

Das Gebäude ist für heutige Anforderungen zu klein und weist altersbedingt erhebliche Mängel auf. Die Vorgaben der Arbeitsstättenrichtlinien werden nicht erfüllt:

- Fehlende Schwarz/Weiß-Trennung
- Fehlender Aufenthalts-/Besprechungsraum
- Fehlende Warte (nur E-Raum)
- Fehlender Notstromraum
- Zu kleines Labor
- Zu kleine Werkstatt bzw. nur 1 Werkstattplatz für Schlosser und Elektriker
- Allgemeine bauliche Mängel durch Alterung (Wärmedämmung, Verglasung...)

Durch die Gemeinde wurde bereits in früheren Jahren über eine Aufstockung des Gebäudes nachgedacht. Dies erlaubt jedoch die Statik nicht.

#### E-Technik

Die Elektrotechnik der Kläranlage Büchen ist insgesamt aus Altersgründen weitgehend abgängig, hierzu gehören im Wesentlichen die Schaltschränke, die zentral im M+B-Gebäude aufgestellt sind (sowie dezentral siehe Gebläsehaus und Filtration). Ferner sind die Speichrogrammmerbare Steuerungen (SPS) und Messtechniken veraltet.

Eine Prozessvisualisierung (kein Prozessleitsystem) ist vorhanden. Eine Fernüberwachung der externen SW-Pumpwerke (75 Stück) ist nicht vorhanden.

#### 2.4.2 Trafostation – Notstrom

Die Trafostation muss erneuert werden. Eine Notstromanlage ist nicht mehr vorhanden obwohl ursprünglich gebaut und genehmigt. Die Notwendigkeit von Notstromanlagen im Bereich der Abwasserbehandlung ist rechtlich nicht fixiert. Trotzdem halten die meisten Kläranlagen Notstrom vor, da die Stromversorgung in den letzten Jahren schlechter geworden ist und ein Stromausfall keine Ausrede bei schlechten Ablaufwerten ist. Ein Stromausfall gilt im Abwasserrecht als einfache, technisch zu beherrschende Betriebsstörung.

#### 2.4.3 Havariebecken

Die Sanierung der Räumerei-Kette wurde Ende 2013 durchgeführt.

#### E-Technik

Die Sanierung der Schaltanlage steht noch aus.

#### Baulich

Sanierung im Ablaufbereich erforderlich.

#### 2.4.4 Brauchwasseranlage

Auf dem KA-Gelände im Eckbereich vom Rechengebäude und Ausgleichbecken befindet sich ein Brauchwasserbrunnen. Die Brauchwasserdruckerhöhung steht im KG des SE-Gebäudes und speist in das Brauchwassernetz ein.

Die Brauchwasserleitung hat verschiedene Entnahmestellen. U.a. ist sie direkt an die Rechenanlage zum automatischen Spülen / Reinigen der Anlage angeschlossen. Ein Parallelbetrieb mit einem Hochdruckreiniger für Reinigungszwecke auf dem Kläranlagengelände ist nicht möglich, da die Brauchwasseranlage hierzu zu klein ist.

#### 2.4.5 Ablaufleitung zum Vorfluter

Die Ablaufleitung weist undichte Muffen (Wurzeleinwuchs) auf.

### 3 BEDARFSPLANUNG ZUR ERWEITERUNG DER KLÄRANALGE

Gemäß Verfahrenskonzept (siehe Anlage 1) wird es erforderlich werden, die Kläranlage mit einer derzeitigen Belastung von 14.200 EW um rd. 27% auf eine Ausbaugröße von 18.000 EW (1 EW = 120 g CSB / (EWxd)) zu erweitern.

Als Grundlagenermittlung haben wir zunächst in dem Bestandslageplan mit Zustandserfassung den grundsätzlich erforderlichen Investitionsbedarf für die Kläranlage zeichnerisch dargestellt. Erkennbar ist, dass sich der größte Sanierungsbedarf an den bestehenden Anlagenteilen im Zulaufbereich mit anschließender Vorreinigung (Rechen und Sandfang) und angebautem Maschinen- und Betriebsgebäude befindet. Also alle Einrichtungen vor dem Ausgleichsbecken. Da jeglicher Umbau im laufenden Betrieb einer Kläranlage mit erheblichen zusätzlichen Kosten für die Aufrechterhaltung des Kläranlagenbetriebs verbunden ist, kann unter Berücksichtigung der baulichen Substanz aus wirtschaftlicher Sicht nur ein Neubau empfohlen werden. Denn auch während des Umbaus muss die Kläranlage ihre Aufgaben erfüllen und die Einleitwerte müssen eingehalten werden. Dafür sind dann erforderlich:

- provisorische Pumpwerke,
- provisorischer Sandfang,
- provisorische Verbindungsleitungen
- provisorisches Labor
- provisorische Sozialräume
- Erhöhter Reinigungsaufwand in den weiteren Reinigungsstufen

Für die Erweiterung gibt es nach dem Verfahrenskonzept (Anlage 1) zwei Varianten in der Verfahrenstechnik:

**Variante SaS:** vorhandenes Verfahren wird um eine Belebungsstraße (BB) erweitert

**Variante AnS:** die Faulbehälter werden in Betrieb genommen

Unter Berücksichtigung, dass das vorhandene Maschinen- und Betriebsgebäude (M+B) sowohl räumlich als auch wegen der in die Jahre gekommenen Bausubstanz (Energiesparverordnung) anderweitig genutzt oder abgerissen werden muss, wird zunächst in der folgenden Tabelle der erforderliche Raumbedarf für eine Erweiterung der Kläranlage Büchen für beide Varianten dargestellt:

erf. Raumbedarf für	Variante (BB)	SaS	Variante (FB)	AnS	
Schaltwarte	X		X		Betriebs-Gebäude
Bürraum	X		X		
Labor	X		X		
Aufenthaltsraum	X		X		
Sozialräume	X		X		
Werkstatt	X		X		Maschinen-Gebäude*)
Notstromaggregat	X		X		
NSV, Prozessleitsystem	X		X		
VKB (80 m <sup>3</sup> )			X		Neubau
Masch. Eindickung (ME)			X		Anbau
BHKW			X		*)Neu/Anbau
BB (2.000 m <sup>3</sup> )	X				Neubau
Gebläse	X				Anbau
Mengenverteilung	X				Schacht
Erweiterungsbedarf Filtration und RS	X		X		Neu/Anbau

Unter Berücksichtigung der vorhandenen Platzverhältnisse (siehe Bestandslageplan) und der erforderlichen hydraulischen Einbindung der neuen Bauwerke wird es erforderlich sein, Anlagenteile, die außer Betrieb sind und nicht mehr benötigt werden, abzureißen. Hierzu gehören der Tropfkörper sowie das Zwischenklärbecken.

An Hand der tabellarischen Übersicht für den erforderlichen Raumbedarf und den Ausbaulageplänen 3 und 4 zu den beiden Verfahrens-Varianten ist erkennbar, dass der Platzbedarf für die Variante SaS durch das Belebungsbecken wesentlich höher ist, als bei der Variante AnS. Die Investitionskosten entstehen zum größten Teil durch zusätzliche Bauwerke.

Dem gegenüber steht jedoch, dass die Variante AnS hohe Investitionskosten für die Maschinen- und Elektrotechnische Ausrüstung verursacht.

Für beide Ausbauvarianten muss langfristig weiteres Geld investiert werden, da zukünftig das Aufbringen des Klärschlammes auf landwirtschaftlichen Feldern nicht mehr möglich sein wird. Der Klärschlamm ist dann in u.a. Verbrennungsanlagen zu entsorgen. Um die Kosten für die weiten Transportwege zu minimieren, wird es dann erforderlich werden, die Klärschlammmenge am Entstehungsort durch weitere Entwässerungsmaßnahmen zu reduzieren. Dies könnte durch ein Vererdungsbecken oder durch eine Schlamm-trocknungsanlage erfolgen. Die natürliche Vererdung ist sehr flächenintensiv, weshalb außerhalb des Kläranlagengeländes entsprechende Flächen benötigt werden. Auf dem Kläranlagengelände ist jedoch für eine Schlamm-trocknungsanlage ausreichend Platz vorhanden.

Für die eigentliche Erweiterung der Kläranlage Büchen spielt die Schlamm-entsorgung derzeit eine untergeordnete Rolle, weshalb eine Schlamm-trocknungsanlage zur Reduzierung der Mengen nur als Option in den Kosten berücksichtigt wird.

Zur Entscheidungsfindung, welche Verfahrens-Variante zur Erweiterung der Kläranlage realisiert werden soll, muss jedoch auch folgender Aspekt berücksichtigt werden. Für eine Schlamm-trocknungsanlage muss externe Wärme zur Verfügung gestellt werden. Aus wirtschaftlichen Gründen kann die Wärme durch ein BHKW-Modul erzeugt werden, welches über regenerative Energien wie z.B. Faulgas oder Öko-Gas betrieben wird. Für die Nutzung von Öko-Gas ist ein Gashauseschluss erforderlich.

#### **4 REGENERATIVE ENERGIEN – ALLGEMEIN**

Im Folgenden werden die verschiedenen Formen zur Nutzung von regenerativen Energien auf dem Standort der Kläranlage Büchen kurz dargestellt und kommentiert.

##### Faulgasproduktion:

Durch den Betrieb der Faulbehälter (Variante AnS) kann regenerative Energie (Faulgas) erzeugt und zu 100 % selbst genutzt werden (Strom und Wärme). Die eigene Stromerzeugung (ca. 290.000 kWh/anno) führt zur Reduzierung der laufenden Stromkosten. Die Wärme kann zum Aufheizen der Faulbehälter und für das Betriebsgebäude genutzt werden. Dem gegenüber stehen jedoch die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten; siehe nächsten Punkt Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Durch eine zusätzliche Annahme externer Fette ist eine Erhöhung der Gasproduktion und damit verbunden eine bessere Energieausbeute möglich. Diese Option wurde jedoch in der Ermittlung des Kostenrahms für die Erweiterung der Kläranlage und in der Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht berücksichtigt.

Für den Betrieb der Faulbehälter ist zum Anfahren der Behälter und als Notsystem eine Zweitenergie erforderlich. Ein Erdgasanschluss ist auf Grund der weiten Entfernung zum Versorgungsnetz nicht vorhanden (Kostenpunkt netto rd. € 30.000). Hierfür bietet sich alternativ Propangas oder Heizöl an.

##### Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung macht Sinn, sofern keine Faulgas-BHKW-Anlage installiert wird, also bei der Variante (SaS).

##### Kleine PV- Anlage

Eine Photovoltaik (maximal 30 kW) kann auf einem neuen Betriebsgebäude eingesetzt werden. Die Leistung beträgt ca. 28.000 kWh/anno und kann zu 100% selbst verbraucht werden. Das ist technisch durchaus sinnvoll und wirtschaftlich.

### Große PV Anlage

Eine große Freiflächen-PV Anlage wäre denkbar, da der erzeugte, elektrische Strom bis ca. 60 KW installierte Leistung unter Einsatz eines Speicherbeckens selbst verbraucht werden kann. Auf Grund der angrenzenden, bewaldeten Flächen wird die Leistung durch den Schattenwurf der Bäume reduziert. Nachteilig ist auch der hohe Flächenverbrauch.

### Windkraft

Durch Bäume und der Tallage ist die Kläranlage eher ein schlechter Standort für eine Windkraftanlage. Technisch sinnvoll wäre höchstens eine sehr große und sehr hohe Anlage, die aber aufgrund der nahen Wohnbebauung auszuschließen ist. Die Genehmigungsfähigkeit muss angezweifelt werden.

### Wärmerückgewinnung aus Abwasser

Je höher die Abwassertemperatur, desto besser arbeitet die biologische Abwasserreinigung. Aus diesem Grund ist eine Wärmerückgewinnung aus Abwasser nur im Kläranlagenablauf schlüssig. Da in unmittelbarer Nähe jedoch keine Verbrauchsstellen sind, werden die Investitionskosten für Gewinnung – Verteilung – Nutzung unwirtschaftlich.

### Sonstiges

Rapsöl- und Palmölmotor oder Holzverbrennung ist nicht wirtschaftlich; da Rohstoffe gekauft werden müssten.

## 5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Unabhängig von den Verfahrensvarianten ergeben sich grundsätzliche Investitionskosten (Kosten-Tabelle 1) für die Sanierung und Instandsetzung der Kläranlagenteile für eine Ausbaugröße von vorhanden 14.000 EW. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird auf die wesentlichen neuen Anlagenteile der beiden Verfahrensvarianten für die Erweiterung der Kläranlage auf eine Anschlussgröße von 18.000 EW eingegangen.

Es wird die Annahme getroffen, dass die Stromkosten zukünftig 25 Cent /kWh betragen.

### Variante SaS

Für die Belüftung der dritten Straße werden zusätzlich rd. 290 kgO<sub>2</sub>/d benötigt. Hieraus errechnet sich ein zusätzlicher Stromverbrauch von

$$290 \text{ kgO}_2/\text{d} \times 365 \text{ d} / 2,0 \text{ kgO}_2/\text{kWh} = 52.925 \text{ kWh/a}$$

bzw. zusätzliche Stromkosten von

$$52.925 \text{ kWh/a} \times 0,25 \text{ Cent/kWh} = + 13.230,- \text{ €/a}$$

Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten werden zusätzliche Arbeitszeiten für das Kläranlagenpersonal entstehen.

$$\text{Für die Belegung sind ca. 20 h/Mon anzusetzen} \quad + 6.770,- \text{ €/a}$$

Die Investitionskosten (Kosten-Tabelle 2) entstehen überwiegend durch die erforderlichen Bauwerke, weshalb ein Mittewert für die Abschreibung von 25 Jahren angesetzt wird (AFA 4 %) zzgl. Kapitalkosten 4% im Halbzinsverfahren (= 2%). Die Voll-AFA beträgt somit

$$6\% \text{ von } \text{€ } 1.730.000,- = + 103.800,- \text{ €/a}$$

$$\text{Gesamt ca.} \quad \underline{\underline{+ 123.800,- \text{ €/a}}}$$

## Variante AnS

Bei der Inbetriebnahme der Faulung wird nur unwesentlich mehr Strom verbraucht. Im Gegenteil, durch die Faulgasproduktion von i.M. 370 Nm<sup>3</sup>/d (siehe Anlage 1) kann Energie (2/3 Wärme und 1/3 Strom) erzeugt werden. Das Stromerzeugungspotenzial liegt gemäß Anlage 1 bei

$$370 \text{ Nm}^3/\text{d} \times 6,5 \text{ kWh/m}^3 \times 0,33 \times 365 \text{ d/a} = 289.680 \text{ kWh/a}$$

bzw. Einsparung in den Stromkosten

$$289.680 \text{ kWh/a} \times 0,25 \text{ Cent/kWh} = - 72.420,- \text{ €/a}$$

Die Wärme vom BHKW wird für die Beheizung des Betriebsgebäudes genutzt, was zu weiteren Einsparungen führt, rd.

$$- 3.000,- \text{ €/a}$$

Für die Stromerzeugung gibt es kWk-G -Zuschlag (Subvention)

$$289.680 \text{ kWh/a} \times 0,0541 \text{ €/kWh} = \text{ rd. } - 15.660,- \text{ €/a}$$

Dem gegenüber stehen zusätzliche Versicherungs- und externe Wartungskosten für den Betrieb von Gasanlagen und Ex-Schutzanlagen in Höhe von

$$\text{Wartung extern BHKW ca.} \quad + 10.000,- \text{ €/a}$$

$$\text{Wartung extern sonstiger Gasanlagen ca.} \quad + 8.000,- \text{ €/a}$$

$$\text{Versicherungskosten von ca.} \quad + 2.000,- \text{ €/a}$$

Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten am Faulbehälter, BHKW, Gas- und Ex-Schutzanlagen werden zusätzliche Arbeitszeiten für das Kläranlagenpersonal entstehen.

$$\text{Arbeitszeit rd. 80 h/Mon} \quad +26.880,- \text{ €/a}$$

Die Investitionskosten (Kosten-Tabelle 3) entstehen überwiegend durch die Maschinenteknik, weshalb ein Mittelwert für die Abschreibung von 20 Jahren angesetzt wird (AFA 5 %) zzgl. Kapitalkosten 4% im Halbzinsverfahren (= 2%). Die Voll-AFA beträgt somit

$$7\% \text{ von } \text{€ } 2.170.000,- \quad = \quad + 151.900,- \text{ €/a}$$

Gesamt ca. **+107.700,- €/a**

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

In der Gesamtwirtschaftlichkeit aller Kostenarten zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen dem Betrieb mit und ohne Faulbehälter / BHKW. Für die Variante AnS (Faulbehälter) spricht die Energie- und Umweltbilanz, siehe Anlage 1.

Variante	Investitionskosten	Wirtschaftlichkeit
SaS (Erweiterung Belebung)	1.730.000,- €	123.800,- €/a
AnS (Faulbehälterbetrieb)	2.170.000,- €	107.700,- €/a

Die angesetzten wirtschaftlichen Daten unterliegen insgesamt einer erheblichen Unsicherheit. Für die Bedarfsplanung mussten Annahmen getroffen werden für Baukosten, Sanierungskosten, Zinskosten, Stromkosten sowie Entsorgungskosten. Auch in der Verfahrenstechnik musste abgeschätzt werden, welches Faulgaspotenzial sich im Klärschlamm befindet. In der Anlage 1 wurde vorsichtig mit einer niedrigen Gasausbeute gerechnet, da die Schlamm-Abbauraten im Faulbehälter mit 25 % eher gering angesetzt wurde. Die in der Regel eintretende Schlammreduzierung durch den Faulbehälterbetrieb fand somit in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung keine Berücksichtigung.

Eine Erhöhung der Schlammabbaurate von 25 % auf 28 % ist möglich und bringt bereits eine Kostenersparnis bei der jährlichen Schlamm Entsorgung von

$$\text{ca. } 44 \text{ t TS/a} \times 450,- \text{ €/t TS} = -19.800,- \text{ €/a}$$

Eine Verbesserung in der Schlammabbaurate bewirkt gleichzeitig eine Erhöhung der Gasproduktion, wodurch wiederum die Energieausbeute mit dem BHKW steigt. Dies führt zu weiteren Stromkostenersparnissen.

## Empfehlung

Auf Grund der Umweltbilanz, der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Berücksichtigung der zukünftig unsicheren Stromkosten und in Hinblick auf die zukünftige Schlamm Entsorgung empfiehlt es sich, die Faulbehälter wieder in Betrieb zu nehmen.

Diese Entscheidung muss mit dem Wissen getroffen werden, dass die Betriebsabläufe, bedingt durch den hohen Anteil an Maschinen- und Elektrotechnik, personalaufwendiger sind, als bei einer Erweiterung der Belegung. Zurzeit steht nur eingeschränkt Personal mit Kenntnissen für den Betrieb einer Faulungsanlage und den zugehörigen Anlagenteilen (Gasproduktion und Verwertung) zur Verfügung und eine neue Arbeitsstelle für den Kläranlagenbetrieb ist ausgeschrieben. Das bedeutet, vorhandenes Personal muss geschult und bei einer Neuanstellung sollte die gewählte Verfahrensvariante für die Erweiterung des Kläranlagenbetriebs berücksichtigt werden.

Bad Schwartau, den 17.09.2014

.....  
B-H-G Ingenieure GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. (FH) B. Jüppner