



Stadt Friesoythe

Kläranlage Friesoythe

**Prüfung der Wirtschaftlichkeit der
unterschiedlichen Möglichkeiten
zur zukünftigen Schlammbehandlung**

Stand: 17.12.2012

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1.	Erläuterungen	3
2.	Anlagenbeschreibung	4
2.1	Betrieb einer Schlammmentwässerung	4
2.2	Betrieb einer Schlammeindickung	5
3.	Lastdatenzusammenstellung	6
4.	Anlagenbemessung	7
4.1	Schlammmentwässerungsanlage	7
4.2	Schlammeindickanlage	9
5.	Investitionskostenermittlung	10
5.1	Investitionskosten zur Schlammmentwässerung	10
5.2	Investitionskosten zur Schlammeindickung	12
6.	Wirtschaftlichkeitsberechnungen	13
6.1	Grundlagen zur Berechnung	13
6.2	Methodische Grundlagen der Kostenvergleichsuntersuchung	13
6.3	Grundlagedaten für die Vergleichskostenermittlung	15
6.3.1	Kapitaldienstkosten	15
6.3.2	Betriebskosten	16
6.4	Jahresbetriebskosten	17
6.4.1	Jahresbetriebskosten bei Schlammmentwässerung	17
6.4.1.1	Jahresbetriebskosten zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen	17
6.4.1.2	Jahresbetriebskosten zur Endbelastung	18
6.4.2	Jahresbetriebskosten bei Schlammeindickung	19
6.4.2.1	Jahresbetriebskosten zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen	19
6.4.2.2	Jahresbetriebskosten zur Endbelastung	19
6.4.3	Zusammenstellung der Jahresbetriebskosten	20
7.	Kostenvergleichsrechnung	21
7.1	Kostenvergleichsrechnung zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen	21
7.1.1	Projektbeschreibung	21
7.1.2	Beschreibung der Projektalternativen	21
7.1.3	Kostenermittlung	21
7.1.4	Finanzmathematische Aufbereitung	22
7.1.5	Kostengegenüberstellung	24
7.2	Kostenvergleichsrechnung zur Endbelastung	25
7.2.1	Projektbeschreibung	25
7.2.2	Beschreibung der Projektalternativen	26
7.2.3	Kostenermittlung	26
7.2.4	Finanzmathematische Aufbereitung	27
7.2.5	Kostengegenüberstellung	29
8.	Abschließendes	30

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Fließschema zur Schlammmentwässerung
Anlage 2	Fließschema zur Schlammeindickung

1. Erläuterungen

Die Kläranlage Friesoythe soll umfangreich erweitert werden. Im Zuge dieser Maßnahmen sind unterschiedliche betriebliche Optimierungen zur Verbesserung der Reinigungsleistung und Energieeffizienz geplant.

Da die vorhandene Schlammmentwässerungsanlage abgängig ist, soll geprüft werden, welche Form der Schlammbehandlung und Schlammverwertung / -entsorgung für die Stadt Friesoythe dauerhaft die wirtschaftlichste Lösung darstellt. Neben einer Schlammmentwässerung mit Zwischenlagerung, wie derzeit betrieben, bei anschließender landwirtschaftlicher oder landbaulicher Verwertung kommt alternativ die Verwertung als Nassschlamm in Frage. Auch die Andienung entwässerter Schlämme zur Trocknung und weitergehenden thermischen Nutzung über die Firma OBK, Kampe, ist wie der Bau und Betrieb einer Klärschlammvererdung denkbar.

Zur Übernahme der entwässerten Schlämme durch die Firma OBK, Kampe, liegt ein Richtpreisangebot vor. Ausschließlich des Transports und der Mehrwertsteuer verlangt die Firma 40,00 €/t, so dass sich abgeschätzt für ein solches Vorgehen rd. 50,00 - 52,00 €/t an Entsorgungskosten einstellen würden. Derzeit wird der Schlamm zu brutto 47,50 €/t landbaulich verwertet. Damit ist die Übernahme durch die Firma OBK, Kampe, zur Zeit nicht wirtschaftlicher als die derzeitige Verwertung. Die Wirtschaftlichkeit kann sich jedoch zukünftig einstellen, sofern die Kosten zur direkten landbaulichen Verwertung deutlich ansteigen. Im Wirtschaftlichkeitsvergleich werden für die Verwertung der entwässerten Schlämme die günstigsten Kosten angesetzt.

Eine Klärschlammvererdung als Alternative kann am Standort nicht errichtet werden. Da in der näheren Umgebung für eine solche Anlage auch keine Flächen zur Verfügung stehen, kann auf die weitere Betrachtung dieser Möglichkeit ebenfalls verzichtet werden.

Die Varianten der Schlammmentwässerung und Schlammeindickung werden nachfolgend unter wirtschaftlichen Aspekten geprüft und gegenüber gestellt.

Die Berechnungen erfolgen mit den entsprechenden Ansätzen für:

1. Ausbau der Kläranlage mit Übernahme des Abwassers aus dem Ortsteil Markhausen
2. Ausbau der Kläranlage auf die Endausbaugröße bei Übernahme des Abwassers aus den Ortsteilen Markhausen und Gehlenberg

Die Grundlagendaten werden aus dem Konzept zur Erweiterung und Optimierung der Kläranlage von Dezember 2012 herangezogen. Es erfolgt zukünftig bei Aufgabe der Vorklärung ausschließlich die Behandlung von aerob stabilisiertem bzw. mit Erreichen der Endausbaustufe aerob teilstabilisiertem Überschussschlamm.

2. Anlagenbeschreibung

2.1 Betrieb einer Schlammmentwässerung (siehe auch Anlage 1)

Die gesamten Anlagen zur Schlammmentwässerung sind abgängig. Neben der Sanierung des Bauwerks wird es erforderlich, die gesamte Maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung zu erneuern. Ebenfalls komplett erneuert werden muss der Schlamm lagerplatz, um zukünftig sicherzustellen, dass kein Sicker- und Zentratwasser unkontrolliert abfließen kann.

Mit der Installation einer Schlammmentwässerungsanlage wird der vorhandene Schlamm speicher als Dünnschlammvorlagebehälter genutzt. Der Überschuss schlamm wird, wie bisher, über das Überschuss schlamm pumpwerk in den Schlamm speicher gefördert. Der Pumpensumpf wird baulich saniert, das Überschuss schlamm pumpwerk, ausgeführt mit trocken aufgestellten Pumpen, die nach dem Verdrängerprinzip arbeiten, wird komplett erneuert.

Der Dünnschlamm wird zur Überbrückung von Wochenenden, Feiertagen und zu Wartungs- und Reparaturzwecken an der Schlammmentwässerung im vorhandenen Schlamm speicher zwischengepuffert. Gleichzeitig dient der Speicher zur Vergleichsmäßigung der Schlammqualitäten, damit optimale Entwässerungsergebnisse möglich werden.

Die Schlammmentwässerung, als Zentrifuge oder Siebbandpresse ausgeführt, wird über eine regelbare Verdrängerpumpe beschickt. In der Saugleitung wird eine TS-Online-Messung eingebaut, über die die zulässige Trockensubstanzfracht in Verbindung mit einer in der Schlammleitung zur Entwässerung installierten Mengemesung eingestellt wird. Die Aufgabepumpe wird in der Drehzahl auf die voreingestellte zulässige TS-Fracht geregelt. Neben der optimalen Ausnutzung der Maschinenleistung wird so sichergestellt, dass das zu dosierende Polymer immer im Verhältnis zur Trockensubstanzfracht steht und somit auch im Hinblick auf den Polymerverbrauch eine Optimierung erreicht wird.

Das bei der Schlammmentwässerung anfallende Zentrat wird über das vorhandene Entwässerungssystem zum Zulauf der Kläranlage abgeleitet. Dieses Zentrat wird auf Grund der erforderlichen Zwischenspeicherung der Schlämme vor der Entwässerung erhöhte Belastungen an Stickstoff und Phosphor aufweisen, da es bei der Zwischenspeicherung zu Rücklösungen aus dem Schlamm in die flüssige Phase kommt. Diese interne Belastung führt unter anderem zur Verschlechterung des für den Stickstoffabbau erforderlichen Kohlenstoff- / Stickstoffverhältnis. Durch die Aufgabe der Vorklärung, wie im Konzept vorgeschlagen, wird dieses Verhältnis jedoch wieder ausgeglichen, so dass durch die Rückbelastungen keine Verschlechterung der Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsschiene erwartet wird. Die Rückbelastungen führen jedoch zu erhöhtem Energiebedarf in der Belebungsanlage.

Im Austrag des Schlammmentwässerungsaggregates wird ein Zwangsmischer vorgesehen, über den dem entwässerten Schlamm Branntkalk zur weitergehenden Stabilisierung und TS-Gehaltserhöhung zugemischt wird. Der Branntkalk wird in einem Silo vorgehalten und über eine Dosierschnecke nach voreingestellter Menge in den Mischer zudosiert.

Der TS-Gehalt im entwässerten Schlamm wird voraussichtlich bei rd. 18 - 19 % liegen. Durch die Zudosierung von Branntkalk ist eine Aufkonzentration auf ca. 24 - 25 % durchzuführen. Schlämme mit diesen TS-Gehalten besitzen eine Formstabilität, die erwarten lässt, dass der Schlamm auf der Lagerfläche ordnungsgemäß zwischengelagert werden kann und nicht ausbricht.

Der mit Branntkalk vermischte Klärschlamm fällt im Austrag des Mischers auf einen Gurtförderer, über den der Schlamm auf einen neu gestalteten Schlammagerplatz transportiert wird.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen erhält der Schlammagerplatz eine Überbauung aus Stahlprofilen mit Trapezblechabdeckungen. Die Lagerfläche wird als Betonfläche ausgebildet. Die Seitenwände werden ebenfalls als Betonwände hergestellt.

Die Verwertung der anfallenden Klärschlämme erfolgt weiterhin durch Verladung auf LKW mittels Radlader und landwirtschaftlicher oder landbaulicher Nutzung. Auf Grund der Platzverhältnisse besteht nicht die Möglichkeit, den entwässerten Schlamm über einen Zeitraum > 180 Tage zwischenzulagern. Es muss sichergestellt sein, dass das Schlammverwertungsunternehmen auch in vegetationsfreien Zeiten den Klärschlamm abnehmen kann und gegebenenfalls auf eigenen Flächen zwischenspeichern kann.

2.2 Betrieb einer Schlammeindickung (siehe auch Anlage 2)

Die Installation eines Schlammeindickreaktors, vorzugsweise als vollautomatisiert arbeitender Bändeindicker ausgeführt, erfolgt in dem baulich sanierten Schlamm-entwässerungsgebäude.

Der einzudickende Überschussschlamm wird direkt als frischer Überschussschlamm aus dem Rücklaufschlammverteiler abgezogen. Dadurch werden Rückbelastungen mit Stickstoff und Phosphor, die bei Zwischenspeicherungen zwangsläufig auftreten, im Trübwasser vermieden.

Die Beschickung der maschinellen Schlammeindickung erfolgt mit einer Verdrängerpumpe. Über ein voreinstellbares Zeitfenster, in dem die Anlage betrieben werden kann sowie in Abhängigkeit des TS-Gehaltes in der Belebungsanlage, startet die Anlage bzw. schaltet sie sich ab. Zum optionalen Betrieb des Eindickers und zur optimalen Nutzung des zur Eindickung zu dosierenden Flockungshilfsmittels wird in die Zulaufleitung zur Dünnschlammpumpe eine TS-Online-Messung und ein Mengemessgerät installiert. Mit Hilfe dieser Messungen wird die Feststofffracht auf die voreingestellte Polymerdosiermenge eingestellt, in dem die Dünnschlammpumpe in ihrer Leistung entsprechend angepasst wird.

Das bei der Schlammeindickung anfallende Trübwasser wird über das vorhandene Entwässerungssystem zum Zulauf der Kläranlage abgeleitet. Der eingedickte Überschussschlamm - es werden TS-Gehalte von 6 - 8 % erreicht - wird mittels Dickeschlammpumpe in den vorhandenen Schlammbehälter gefördert, aus dem die Verwertung erfolgt.

Der vorhandene Schlamm-speicher auf der Kläranlage Friesoythe weist ein Speichervolumen von $V = 950 \text{ m}^3$ auf. Dieses Volumen ist nicht ausreichend, die geforderte Zwischenspeicherzeit von > 180 Tagen, zur Überbrückung vegetationsfreier Zeiten, sicherzustellen. Die Entsorgung muss durch entsprechende Verträge mit Verwertungsbetrieben für eine ganzjährige Abholung bei zeitweiser externer Zwischenspeicherung sichergestellt werden.

Mit zunehmender Belastung der Kläranlage wird eine vollständige Stabilisierung des Klärschlammes nicht mehr möglich. Zu diesem Zeitpunkt muss die Verwertung über eine weitergehende Schlammbehandlung erfolgen. Dieses wird dazu führen, dass die Entsorgungskosten ansteigen. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnungen wird dieser Umstand berücksichtigt.

3. Lastdatenzusammenstellung

Die Lastdaten, die für die durchzuführenden Anlagenauslegungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen herangezogen werden, beruhen auf Berechnungen aus dem Konzept zur Erweiterung der Kläranlage Friesoythe unter Berücksichtigung der Abwasserüberleitung aus den Ortslagen Markhausen und Gehlenberg / Neuvrees.

1. Ausbau der Kläranlage für 15.700 EW einschließlich der Abwasserübernahme aus Markhausen
2. Ausbau der Kläranlage für 22.650 EW einschließlich der Abwasserübernahme aus Markhausen und Gehlenberg

Hinsichtlich der Schlammanfallsmengen werden die Daten aus den Berechnungen zu den Wochenmittelbelastungen herangezogen.

Lastdaten zum Ausbau für 15.700 EW

Mit den Wochenmittelbelastungen von 12.250 EW sind verbunden:

$$\begin{aligned} \ddot{U}_d &= 699,0 \text{ kg TS/d} \\ TS_{RS} &= 7,7 \text{ kg/m}^3 \\ Q_{\ddot{U}S} &= \frac{\ddot{U}_d}{TS_{RS}} = \frac{699 \text{ kg TS/d}}{7,7 \text{ kg/m}^3} = \underline{91 \text{ m}^3/\text{d}} \end{aligned}$$

Lastdaten zum Ausbau für 22.650 EW

Mit der Wochemittelbelastung von 17.600 EW_{60} sind verbunden:

$$\begin{aligned} \ddot{U}_d &= 1.014,0 \text{ kg TS/d} \\ TS_{RS} &= 8,8 \text{ kg/m}^3 \\ Q_{\ddot{U}S} &= \frac{\ddot{U}_d}{TS_{RS}} = \frac{1.014 \text{ kg TS/d}}{8,8 \text{ kg/m}^3} = \underline{115 \text{ m}^3/\text{d}} \end{aligned}$$

4. Anlagenbemessung

4.1 Schlammmentwässerungsanlage

Es wird beispielhaft die Installation einer Entwässerungszentrifuge beschrieben und bemessen. Die Anlage ist auf die zu erwartende Endbelastung der Kläranlage auszulegen. Dabei muss der Betrieb innerhalb der Regelarbeitszeiten einschließlich Anfahr- und Abfahrbetrieb erfolgen. Mit dieser Vorgabe ergeben sich arbeitstäglich zu behandelnde Schlammengen von:

$$Q_{Ad} = \frac{115 \text{ m}^3/\text{d} \times 7 \text{ d/Wo}}{5 \text{ d/Wo}} = \underline{\text{rd. } 160 \text{ m}^3/\text{d}}$$

Bezogen auf die Trockensubstanzfracht ergibt sich

$$TS_{Ad} = \frac{1.014 \text{ kg TS/d} \times 7 \text{ d/Wo}}{5 \text{ d/Wo}} = \underline{\text{rd. } 1.420 \text{ kg TS/Ad}}$$

Die reinen Betriebszeiten werden mit 5 h/Ad angesetzt. Damit ergeben sich ausreichende Zeitfenster, in denen auch Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden können.

$$Q_h = \frac{160 \text{ m}^3/\text{Ad}}{5 \text{ h/Ad}} = \underline{32 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$TS_h = \frac{1.420 \text{ kg TS/Ad}}{5 \text{ h/Ad}} = \underline{\text{rd. } 285 \text{ kg TS/h}}$$

gewählt: Zentrifuge mit einer Leistung von
 $Q = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. 300 kg TS/h

Der Anlagenaufbau stellt sich wie folgt dar:

- Überschussschlammumpwerk (Neuausrüstung)
- Schlamm Speicher (vorhanden)
- Dünnschlammpumpe, einschließlich TS- und Mengenmessung (geplant)
- Entwässerungszentrifuge (geplant)
- Flockungshilfsmittelanlage (geplant)
- Schlammtransportschnecke (geplant)
- Doppelwellenpaddelmischer (geplant)
- Kalksilo (vorhanden)
- Kalkdosiereinrichtung (geplant)
- Gurtförderer (geplant)

Schlammmenge nach Entwässerung zur Ist-Lastung einschließlich Markhausen

$$Q_d = \frac{115 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 7,7 \text{ kg/m}^3}{190 \text{ kg/m}^3} = \underline{4,7 \text{ m}^3/\text{Ad}}$$

$$Q_a = 4,7 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 5 \text{ d/Wo} \times 52 \text{ Wo/a} = \underline{\text{rd. } 1.220 \text{ m}^3/\text{a}}$$

Schlammmenge nach Entwässerung im Endausbau

$$Q_d = \frac{160 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 8,8 \text{ kg/m}^3}{190 \text{ kg/m}^3} = 7,4 \approx \underline{7,5 \text{ m}^3/\text{Ad}}$$

$$Q_a = 7,5 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 5 \text{ d/Wo} \times 52 \text{ Wo/a} = \underline{\text{rd. } 1.950 \text{ m}^3/\text{a}}$$

Durch die Nachkonditionierung des entwässerten Schlammes mit Branntkalk zur Erhöhung des TS-Gehaltes von 19 % auf rd. 25 % werden folgende Effekte erzielt:

- Durch die Kalkzugabe wird die Kompostierungsfähigkeit, da die Scherfestigkeit zunimmt und der Nährstoffanteil Kalk zugeführt wird, verbessert.
- Durch die pH-Wert-Anhebung werden coliforme Bakterien abgetötet.

Durch die Reaktion des Branntkalks mit dem Schlammwasser wird einerseits eine bestimmte Menge Wasser gebunden, andererseits bewirkt der Löscheffekt eine erhebliche Temperaturerhöhung, wodurch ein gewisser Wasseranteil verdampft. Darüber hinaus wird trotz Erhöhung des Feststoffgehaltes durch die Branntkalkzugabe nur eine unwesentliche Vergrößerung des Schlammvolumens erzielt.

Aus 100 kg Feinkalk (CaO) werden durch die chemische Reaktion mit dem im Schlamm enthaltenen Wasser ca. 130 kg Kalkhydrat (Ca(OH)₂) gebildet, die als TS-Zunahme einzusetzen sind. Je Kubikmeter entwässertem Schlamm (19 % TS) werden rd. 100 kg CaO benötigt, um einen Trockensubstanzgehalt von > 25 % zu erreichen. Daraus folgt:

Schlammmenge zur Entsorgung zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen

$$\text{CaO}_d = 4,7 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 100 \text{ kg/m}^3 = \underline{470 \text{ kg/Ad}}$$

$$\text{CaO}_a = \frac{1.220 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 100 \text{ kg/m}^3}{1.000} = \underline{122 \text{ t/a}}$$

Schlammmenge zur Entsorgung:

$$Q_a = 1.220 \text{ m}^3 \times 1,2 \text{ t/m}^3 + 122 \text{ t/a} = \underline{\text{rd. } 1.580 \text{ m}^3/\text{a}}$$

$$\text{TR}_a = \frac{1.580 \text{ m}^3/\text{a} \times 250 \text{ kg TS/m}^3}{1.000} = \underline{\text{rd. } 395 \text{ Mg TR/a}}$$

Schlammmenge zur Entsorgung zum Endausbau

$$\text{CaO}_d = 7,5 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 100 \text{ kg/m}^3 = \underline{750 \text{ kg/Ad}}$$

$$\text{CaO}_a = \frac{1.950 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 100 \text{ kg/m}^3}{1.000} = \underline{195 \text{ t/a}}$$

Schlammmenge zur Entsorgung:

$$Q_a = 1.950 \text{ m}^3 \times 1,2 \text{ t/m}^3 + 195 \text{ t/a} = \underline{\text{rd. } 2.535 \text{ m}^3/\text{a}}$$

$$TR_a = \frac{2.535 \text{ m}^3/\text{a} \times 250 \text{ kg TS}/\text{m}^3}{1.000} = \underline{\underline{\text{rd. 635 Mg TR/a}}}$$

Polymerverbrauch zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen

Der Polymerverbrauch für die Entwässerung aerob stabilisierter Schlämme muss angesetzt werden zu rd. 14 g FHM/kg TS. Damit berechnet sich der Bedarf zu:

$$Q_{\text{Poly, a}} = \frac{1.220 \text{ m}^3/\text{a} \times 190 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,014 \text{ kg}/\text{kg}}{1.000} = \underline{\underline{3,25 \text{ t/a}}}$$

Polymerverbrauch zum Endausbau

Der Polymerverbrauch für die Entwässerung aerob teilstabilisierter Schlämme muss angesetzt werden zu rd. 18 g FHM/kg TS. Damit berechnet sich der Bedarf zu:

$$Q_{\text{Poly, a}} = \frac{1.950 \text{ m}^3/\text{a} \times 190 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,018 \text{ kg}/\text{kg}}{1.000} = \underline{\underline{6,70 \text{ t/a}}}$$

4.2 Schlammeindickanlage

Bei der Bemessung der Anlage wird von der Installation eines Bandfilters, ausgelegt für die Endausbaugröße, ausgegangen. Diese Anlage wird vollautomatisiert im vorhandenen, zuvor sanierten Schlamm-entwässerungsgebäude, untergebracht. Die Auslegung erfolgt für einen arbeitstäglichen Betrieb über 8 Stunden je Arbeitstag.

$$Q_{\text{Ad}} = \frac{115 \text{ m}^3/\text{d} \times 7 \text{ d}/W_o}{5 \text{ d}/W_o} = \underline{\underline{\text{rd. 160 m}^3/\text{Ad}}}$$

$$Q_h = \frac{160 \text{ m}^3/\text{Ad}}{8 \text{ h}/\text{Ad}} = \underline{\underline{20 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

gewählt: Bandeindicker mit einer Leistung von
 $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$

Die mittlere Eindickleistung wird mit 6,5 % \Rightarrow 65 kg TS/m³ angesetzt.

Der Anlagenaufbau stellt sich wie folgt dar:

- Dünnschlammpumpe, einschließlich TS- und Mengenmessung (geplant)
- Bandeindicker mit Mischreaktor (geplant)
- Flockmittelanlage (geplant)
- Dickschlammpumpe (geplant)
- Schlamm-speicher (vorhanden)

Schlammmenge nach Eindickung zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen

$$Q_d = \frac{115 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 7,7 \text{ kg}/\text{m}^3}{65 \text{ kg}/\text{m}^3} = \underline{\underline{\text{rd. 14,0 m}^3/\text{Ad}}}$$

$$Q_a = 14,0 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 5 \text{ d}/\text{Wo} \times 52 \text{ Wo}/\text{a} = \underline{3.640 \text{ m}^3/\text{a}}$$

Schlammmenge nach Eindickung im Endausbau

$$Q_d = \frac{160 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 8,8 \text{ kg}/\text{m}^3}{65 \text{ kg}/\text{m}^3} = \underline{\text{rd. } 22,0 \text{ m}^3/\text{Ad}}$$

$$Q_a = 22,0 \text{ m}^3/\text{Ad} \times 5 \text{ d}/\text{Wo} \times 52 \text{ Wo}/\text{a} = \underline{5.720 \text{ m}^3/\text{a}}$$

Polymerverbrauch zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen

Der Polymerverbrauch für die Entwässerung aerob stabilisierter Schlämme muss angesetzt werden zu rd. 3,0 g FHM/kg TS. Damit berechnet sich der Bedarf zu:

$$Q_{\text{Poly, a}} = \frac{3.640 \text{ m}^3/\text{a} \times 65 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,003 \text{ kg}/\text{kg}}{1.000} = \underline{\text{rd. } 0,70 \text{ t}/\text{a}}$$

Polymerverbrauch zum Endausbau

Der Polymerverbrauch für die Entwässerung aerob teilstabilisierter Schlämme muss angesetzt werden zu rd. 4,0 g FHM/kg TS. Damit berechnet sich der Bedarf zu:

$$Q_{\text{Poly, a}} = \frac{5.720 \text{ m}^3/\text{a} \times 65 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,004 \text{ kg}/\text{kg}}{1.000} = \underline{\text{rd. } 1,50 \text{ t}/\text{a}}$$

5. Investitionskostenermittlung

Für die beiden Varianten zur zukünftigen Schlammbehandlung und -Verwertung werden nachfolgend die zu erwartenden Investitionskosten abgeschätzt.

5.1 Investitionskosten zur Schlammentwässerung

Bauliche Maßnahmen

a) Sanierung ÜS-Pumpenvorlage	12.000,00 €
b) Schlammentwässerungsgebäude	
- Demontage und Gebäudeentkernung	15.000,00 €
- Rohbauarbeiten	28.000,00 €
- Metallbauarbeiten	13.000,00 €
- Schlosserarbeiten	4.000,00 €
- Dachsanierung	7.000,00 €
- Fliesenarbeiten	8.000,00 €
- Verbindende Leitungen	3.000,00 €

c) Schlamm lagerplatz	
- Abbrucharbeiten Schlamm lagerplatz	15.000,00 €
- Entwässerungsleitungen	8.000,00 €
- Betonsohle	30.000,00 €
- Betonwände	24.000,00 €
- Stahlstützkonstruktion	28.000,00 €
- Trapezblechüberdachung	25.000,00 €
- Straßen, Wege	<u>12.000,00 €</u>
	netto 232.000,00 €

Maschinelle Ausrüstung

- Überschussschlamm pumpwerk	25.000,00 €
- Dünnschlamm pumppe	9.000,00 €
- Zentrifuge	117.000,00 €
- Förderschnecke	11.000,00 €
- Doppelwellen paddelmischer	21.000,00 €
- Flockungsmittelstation	24.000,00 €
- Kalkdosieranlage	19.000,00 €
- Gurtförderer	26.000,00 €
- Anlagenverrohrung	18.000,00 €
- Abluftanlage	<u>7.000,00 €</u>
	netto 277.000,00 €

Elektro-, Mess- und Steuertechnik

- allgemeine Gebäudeinstallation, Ex-Warnanlage	10.000,00 €
- Blitzschutz / Potentialausgleich	2.000,00 €
- Schaltschrank zur Einspeisung	6.000,00 €
- Schaltanlage Schlamm entwässerung	54.000,00 €
- Einbindung PLT	9.000,00 €
- Inbetriebnahme / Sonstiges	<u>4.000,00 €</u>
	netto 85.000,00 €

Nebenkosten, Ingenieurleistungen

- rd. 16 % des Investments	95.000,00 €
----------------------------	-------------

Gesamt, netto	689.000,00 €
+ 19 % Mehrwertsteuer	<u>130.910,00 €</u>
Gesamt, brutto	819.910,00 €
gerundet	<u>820.000,00 €</u>

5.2 Investitionskosten zur SchlammeindickungBauliche Maßnahmen

a) Schlammeindickgebäude		
- Demontage und Gebäudeentkernung		15.000,00 €
- Rohbauarbeiten		28.000,00 €
- Metallbauarbeiten		13.000,00 €
- Schlosserarbeiten		4.000,00 €
- Dachsanierung		7.000,00 €
- Fliesenarbeiten		8.000,00 €
- Verbindende Leitungen		3.000,00 €
b) Schlamm lagerplatz		
- Abbrucharbeiten Schlamm lagerplatz		15.000,00 €
- Straßen, Wege		<u>12.000,00 €</u>
	netto	105.000,00 €

Maschinelle Ausrüstung

- Dünnschlammpumpe		9.000,00 €
- Bandeindicker		32.000,00 €
- Dickschlammpumpe		5.000,00 €
- Flockungsmittelstation		16.000,00 €
- Anlagenverrohrung		11.000,00 €
- Abluftanlage		2.000,00 €
- Inbetriebnahme / Sonstiges / Leihanlage		<u>19.000,00 €</u>
	netto	94.000,00 €

Elektro-, Mess- und Steuertechnik

- allgemeine Gebäudeinstallation, Ex-Warnanlage		10.000,00 €
- Blitzschutz / Potentialausgleich		2.000,00 €
- Schaltschrank zur Einspeisung		6.000,00 €
- Schaltanlage Schlamm entwässerung		46.000,00 €
- Einbindung PLT		9.000,00 €
- Inbetriebnahme / Sonstiges		<u>4.000,00 €</u>
	netto	77.000,00 €

Nebenkosten, Ingenieurleistungen

- rd. 16 % des Investments		<u>44.000,00 €</u>
----------------------------	--	--------------------

Gesamt, netto	320.000,00 €
+ 19 % Mehrwertsteuer	<u>60.800,00 €</u>
Gesamt, brutto	380.800,00 €
gerundet	<u>380.000,00 €</u>

6. Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Zu den möglichen Varianten der zukünftigen Schlammbehandlung und -verwertung sind jeweils die Betriebs- und Jahreskosten zu ermitteln und eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung durchzuführen.

6.1 Grundlagen zur Berechnung

In diesem Kapitel werden zunächst die methodischen Grundlagen der Kostenvergleichsuntersuchung vorgestellt. Aufbauend auf diese Grundlagen wird die Ermittlung von Vergleichskosten für die verschiedenen Einzelverfahrensschritte innerhalb der Prozessketten aufgezeigt. Durch deren Zusammenfassung entsprechend der Prozessketten wird ein Kostenvergleich der unterschiedlichen Schlammbehandlungsvarianten ermöglicht.

6.2 Methodische Grundlagen der Kostenvergleichsuntersuchung

Grundlage für die Kostenvergleichsuntersuchungen sind Kostendaten zu den jeweiligen Behandlungsschritten, die, soweit dies möglich ist, nach Kostenarten unterschieden werden in:

Investitionskosten:	baulicher Anteil maschineller Anteil
Laufende Kosten:	Personalkosten Energiekosten Sonstiges (Sachkosten, Wartung, etc.) Entsorgungskosten

Ist eine Aufgliederung nicht möglich, kann mit einem „Entgelt“ gerechnet werden, das pauschal alle entstehenden Kosten abdeckt. Dies wird z. B. dann erforderlich, wenn es sich, wie z.B. bei der Mitverbrennung von Klärschlamm, um Fälle der „verbundenen Produktion“ handelt, d. h. eine verursachungsgerechte Zuordnung der Kosten zum mitverbrannten Klärschlammanteil nicht möglich ist. Die mögliche Genauigkeit der Kostenermittlung hängt vom Stand der Planung ab. Für Kostenvergleichsuntersuchungen auf allgemeiner Ebene muss, wenn keine festen Kostenrichtwerte vorliegen, von Kostenschätzungen ausgegangen werden. Für den Vergleich von konkreten Planungsvarianten bilden detaillierte Kostenberechnungen die Grundlage des monetären Vergleichs.

Die finanzmathematische Aufbereitung der Kosten wird entsprechend der von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) herausgegebenen „Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen“ vorgenommen und ermöglicht

Aussagen über die kostenmäßige Vorteilhaftigkeit einer Alternative beim Vergleich unterschiedlicher Prozessketten.

Es ist zu betonen, dass die Variantenauswahl alleine auf Grund von Kostenvergleichen nicht hinreichend ist, da nichtmonetären Einflussgrößen im konkreten Anwendungsfall von starker Bedeutung sein können.

Weiterhin ist das von der LAWA empfohlene Verfahren als rein vergleichende Kostenrechnung deutlich von Haushalts- und Finanzplanung abzugrenzen.

Die finanzmathematische Aufbereitung bezieht die entstehenden Kosten auf gleiche Kaufkraftverhältnisse zu einem einheitlichen Bezugszeitpunkt und macht sie dadurch untereinander vergleichbar. Es ist möglich, alle während eines festzulegenden Betrachtungszeitraums anfallenden Kosten als Jahreskosten anzugeben, die bezogen auf den jährlichen Durchsatz der Verfahrensschritte zu spezifischen Verfahrenskosten (€/tTR) führen.

Notwendige Investitionen werden hierfür unter Berücksichtigung ihrer Nutzungszeiträume in Jahreskosten umgerechnet. Ist der Nutzungszeitraum kleiner als der Betrachtungszeitraum, so sind Reinvestitionen zu berücksichtigen.

Die Umrechnung von Einzelkosten in Jahreskosten erfolgt mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor

$$\text{KFAKR}_{(i,n)} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

wobei i der reale Zinssatz und n die Nutzungsdauer ist.

Im Fall von notwendigen Reinvestitionskosten, werden die zu diesem späteren Zeitpunkt zusätzlich anfallenden Kosten zunächst auf den Bezugszeitpunkt transformiert (diskontiert). Dies geschieht mit dem Diskontierungsfaktor für einmalige Kosten

$$\text{DFAKE}_{(i,n)} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Die Berechnung der Jahreskosten erfolgt dann mittels des Kapitalwiedergewinnungsfaktor über die Summe aus Erstinvestition und der diskontierten Reinvestition.

Die laufenden Kosten gehen ebenso wie die Entgelte zunächst ohne weitere Aufbereitung als Jahreskosten in die Kostenvergleichsrechnung ein. Sollen jedoch für einzelne Teilkosten (z. B. Energiekosten) reale Preissteigerungen berücksichtigt werden, müssen diese zunächst als Kostenbarwerte auf den Bezugszeitpunkt umgerechnet werden. Dies geschieht durch Multiplikation mit dem Diskontierungsfaktor für progressiv jährlich steigende Kostenreihen.

$$\text{DFAKRP}_{(r,i,n)} = \frac{(1+r) \times (1+i)^n - (1+r)^n}{(1+i)^n \times (i-r)}$$

Die so erhaltenen Kostenbarwerte werden wiederum mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor in Jahreskosten umgerechnet. Die Einbeziehung von realen Preissteigerungen ist besonders für Sensitivitätsanalysen von Interesse mit denen die Auswirkungen verschiedener Steigerungsraten auf die Kosten der zu vergleichenden Varianten untersucht wird.

6.3 Grundlagedaten für die Vergleichskostenermittlung

Für die Durchführung der Vergleichskostenermittlung werden folgende Berechnungsgrundwerte für die zu bewertenden Prozessketten vorgegeben:

6.3.1 Kapitaleinkosten

Verzinsung/Abschreibung:

- Kapitalzins

Als langfristiger realer Zinssatz wird 3,0 % p.a. als Standardwert zugrunde gelegt. Bei notwendigen Reinvestitionen wird unter Annahme von Kompensationseffekten durch Produktivitätsfortschritt und Qualitätsverbesserung durch technologische Weiterentwicklung eine Preissteigerung von 2 % angenommen, gleiches gilt für die Betriebskosten.

Eventuelle Beihilfen und Zuschüsse bleiben ebenso wie Restbuchwerte unberücksichtigt.

- Abschreibung

In den Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser aus 1994 sind folgende durchschnittliche Nutzungsdauern für Bauwerke und technische Anlagenteile von Kläranlagen angegeben:

- Bauwerke/Bautechnik	25 bis 50 Jahre
- Maschinelle Schlammwässerung / -eindickung	10 bis 20 Jahre
- Elektro- und MSR-Technik	10 bis 25 Jahre

Unter Berücksichtigung der betriebsspezifischen und örtlichen Besonderheiten werden für die Kapitalkostenbetrachtung folgende Abschreibungszeiten gewählt:

- Bauwerke/Bautechnik	30 Jahre
- Maschinelle Schlammwässerung / -eindickung	15 Jahre
- Elektro- und MSR-Technik	15 Jahre

Für die verschiedenen Abschreibungszeiträume errechnet sich die jeweilige Annuität zu (siehe hierzu auch LAWA-Richtlinie: Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i, n):

$$\begin{array}{lclclcl}
 P_{(15)} & = & 0,08994 & = & 9,0 \% \\
 P_{(30)} & = & 0,05783 & = & 5,8 \%
 \end{array}$$

6.3.2 Betriebskosten

Personalkosten:

Die Bedienung und Betreuung der Schlammbehandlungsanlagen verursachen Personalkosten. Folgende Bedienstunden werden auf Basis des DWA-Merkblattes A 271 „Personalbedarf für den Betrieb kommunaler Kläranlage“ angesetzt.

Schlammbehälter	1,0 h/Ad
Maschinelle Schlammwässerung	2,5 h/Ad
Maschinelle Schlammeindickung	1,0 h/Ad

Die Personalkosten werden mit 36,00 €/Arbeitsstunde angesetzt.

Energiekosten:

Die mittleren spezifischen elektrischen Energiekosten einschließlich Bereitstellungskosten werden mit brutto 0,22 €/kWh angesetzt.

Betriebsmittel/Hilfsstoffkosten:

Als Hilfsstoff wird Flockungshilfsmittel bei der maschinellen Schlammeindickung bzw. -entwässerung eingesetzt.

Die spezifischen Flockungshilfsmittelkosten werden mit 5,50 € pro kg Wirksubstanz angesetzt.

Wartungs- und Instandhaltungskosten:

- Für Bauteile werden Wartungs- und Instandhaltungskosten von 0,5 % der baulichen Investitionskosten angesetzt.
- Für die maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung der Schlammeindickung werden 1,0 % der Investitionskosten für Wartung und Instandhaltung gewählt.
- Für die maschinen- und elektrotechnischen Ausrüstungen der Schlammwässerung werden 3,0 % der Investitionskosten für Wartung und Instandsetzung angesetzt. Dieser Ansatz begründet sich aus der Notwendigkeit der wiederkehrenden gesetzlich vorgeschriebenen Überprüfung der Anlagen und aus dem zu erwartenden höheren Verschleiß als dieser bei einer Eindickung vorliegt.

Kosten für Versicherung:

Für die Versicherung der Anlagen werden 0,5 % der Investitionskosten (ohne Ingenieurleistungen und Nebenkosten) angesetzt.

Klärschlamm Entsorgungskosten:

Grundlagen hierfür ist der zur Zeit gültige Klärschlamm Entsorgungsvertrag der Stadt Friesoythe mit einem Entsorgungsunternehmen für den entwässerten

Schlamm sowie Kostenansätze wie zur Zeit an anderen Standorten im Landkreis Vechta, Cloppenburg und Oldenburg geltend.

Klärschlammverwertung 20 - 25 %	⇒ 47,50 €/m ³
Klärschlammverwertung 6,0 - 8,0 %	⇒ 26,00 €/m ³ (stabilisiert)
Klärschlammverwertung 6,0 - 8,0 %	⇒ 30,00 €/m ³ (teilstabilisiert)

6.4 Jahresbetriebskosten

6.4.1 Jahresbetriebskosten bei Schlammwässerung

6.4.1.1 Jahresbetriebskosten zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen

Personalkosten:

Schlammbehälterbewirtschaftung
260 Ad/a x 1,0 h/Ad x 36,00 €/h = 9.360,00 €/a

Schlammwässerung
260 Ad/a x 2,5 h/Ad x 36,00 €/h = 23.400,00 €/a

Energiekosten:

130 kWh/Mg TR

395 Mg TR/a x 130 kWh/Mg TS x 0,20 €/kWh = 10.270,00 €/a

Flockungshilfsmittel:

3,25 t/a x 5.500 €/t = 17.875,00 €/a

Klärschlammverwertung:

1.580 m³/a x 47,50 €/m³ = 75.050,00 €/a

Wartung und Instandhaltung:

baulich:
232.000,00 € x 1,19 x 0,5 % = 1.380,00 €/a

Maschinen- und Elektrotechnik:
362.000,00 € x 1,19 x 3,0 % = 12.920,00 €/a

Versicherung:

$$(232.000,00 \text{ €} + 362.000,00 \text{ €}) \times 1,19 \times 0,5 \% = 3.530,00 \text{ €/a}$$

$$\text{Jahresbetriebskosten} = \underline{\underline{153.875,00 \text{ €/a}}}$$

6.4.1.2 Jahresbetriebskosten zur EndbelastungPersonalkosten:

$$\begin{array}{l} \text{Schlammbehälterbewirtschaftung} \\ 260 \text{ Ad/a} \times 1,0 \text{ h/Ad} \times 36,00 \text{ €/h} \end{array} = 9.360,00 \text{ €/a}$$

$$\begin{array}{l} \text{Schlammentwässerung} \\ 260 \text{ Ad/a} \times 2,5 \text{ h/Ad} \times 36,00 \text{ €/h} \end{array} = 23.400,00 \text{ €/a}$$

Energiekosten:

130 kWh/Mg TR

$$635 \text{ Mg TR/a} \times 130 \text{ kWh/Mg TS} \times 0,20 \text{ €/kWh} = 16.510,00 \text{ €/a}$$

Flockungshilfsmittel:

$$6,70 \text{ t/a} \times 5.500 \text{ €/t} = 36.850,00 \text{ €/a}$$

Klärschlammverwertung:

$$2.535 \text{ m}^3/\text{a} \times 47,50 \text{ €/m}^3 = 120.410,00 \text{ €/a}$$

Wartung und Instandhaltung:

baulich:

$$232.000,00 \text{ €} \times 1,19 \times 0,5 \% = 1.380,00 \text{ €/a}$$

Maschinen- und Elektrotechnik:

$$362.000,00 \text{ €} \times 1,19 \times 3,0 \% = 12.920,00 \text{ €/a}$$

Versicherung:

$$(232.000,00 \text{ €} + 362.000,00 \text{ €}) \times 1,19 \times 0,5 \% = 3.530,00 \text{ €/a}$$

$$\text{Jahresbetriebskosten} = \underline{\underline{224.360,00 \text{ €/a}}}$$

6.4.2 Jahresbetriebskosten bei Schlammeindickung**6.4.2.1 Jahresbetriebskosten zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen**Personalkosten:

Schlammbehälterbewirtschaftung
 $260 \text{ Ad/a} \times 1,0 \text{ h/Ad} \times 36,00 \text{ €/h} = 9.360,00 \text{ €/a}$

Schlammeindickung
 $260 \text{ Ad/a} \times 1,0 \text{ h/Ad} \times 36,00 \text{ €/h} = 9.360,00 \text{ €/a}$

Energiekosten:

8 kWh/Mg TR

$237 \text{ Mg TR/a} \times 8 \text{ kWh/Mg TS} \times 0,20 \text{ €/kWh} = 380,00 \text{ €/a}$

Flockungshilfsmittel:

$0,70 \text{ t/a} \times 5.500 \text{ €/t} = 3.850,00 \text{ €/a}$

Klärschlammverwertung:

$3.640 \text{ m}^3/\text{a} \times 26,00 \text{ €/m}^3 = 94.640,00 \text{ €/a}$

Wartung und Instandhaltung:

baulich:

$105.000,00 \text{ €} \times 1,19 \times 0,5 \% = 620,00 \text{ €/a}$

Maschinen- und Elektrotechnik:

$117.000,00 \text{ €} \times 1,19 \times 1,0 \% = 1.390,00 \text{ €/a}$

Versicherung:

$(105.000,00 \text{ €} + 117.000,00 \text{ €}) \times 1,19 \times 0,5 \% = 1.320,00 \text{ €/a}$

Jahresbetriebskosten 120.920,00 €/a

6.4.2.2 Jahresbetriebskosten zur EndbelastungPersonalkosten:

Schlammbehälterbewirtschaftung
 $260 \text{ Ad/a} \times 1,0 \text{ h/Ad} \times 36,00 \text{ €/h} = 9.360,00 \text{ €/a}$

Schlammeindickung 260 Ad/a x 1,0 h/Ad x 36,00 €/h	=	9.360,00 €/a
<u>Energiekosten:</u>		
8 kWh/Mg TR		
372 Mg TR/a x 8 kWh/Mg TS x 0,20 €/kWh	=	595,00 €/a
<u>Flockungshilfsmittel:</u>		
1,50 t/a x 5.500 €/t	=	8.250,00 €/a
<u>Klärschlammverwertung:</u>		
5.720 m ³ /a x 30,00 €/m ³	=	171.600,00 €/a
<u>Wartung und Instandhaltung:</u>		
baulich:		
105.000,00 € x 1,19 x 0,5 %	=	620,00 €/a
Maschinen- und Elektrotechnik:		
117.000,00 € x 1,19 x 1,0 %	=	1.390,00 €/a
<u>Versicherung:</u>		
(105.000,00 € + 117.000,00 €) x 1,19 x 0,5 %	=	1.320,00 €/a
		<hr/>
Jahresbetriebskosten		<u>202.495,00 €/a</u>

6.4.3 Zusammenstellung der Jahresbetriebskosten

Die im Zuge der weiteren Wirtschaftlichkeitsberechnung heranzuziehenden und in einen Vergleich zu setzenden Jahresbetriebskosten ergeben sich zu:

Ist-Belastung einschließlich Markhausen:

Schlammwässerung	153.785,00 €/a
Schlammeindickung	120.920,00 €/a
Differenz	<u>32.865,00 €/a</u>

Endbelastung:

Schlammwässerung	224.360,00 €/a
Schlammeindickung	202.495,00 €/a
Differenz	<u>21.865,00 €/a</u>

7. Kostenvergleichsrechnung

7.1 Kostenvergleichsrechnung zur Ist-Belastung einschließlich Markhausen

7.1.1 Projektbeschreibung

Prüfung der Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Möglichkeiten zur zukünftigen Schlammbehandlung, Ist- Belastung einschl. Markhausen

7.1.2 Beschreibung der Projektalternativen

- Alternative 1
Schlammentwässerung und landwirtschaftliche/ landbauliche Verwertung
- Alternative 2
Schlammeindickung und landwirtschaftliche/ landbauliche Verwertung

7.1.3 Kostenermittlung

Der Kostenermittlung liegt der Preisstand von Ende 2012 zugrunde. Sie erfolgt für die Vorplanung.

Bei der durchschnittlichen Nutzungsdauer der einzelnen Anlagenteile wird von folgenden Werten ausgegangen:

Baulich	30 Jahre
Maschinen/ Elt	15 Jahre
Maschinen/ Elt.	15 Jahre

Die Kostenermittlung für die einzelnen Alternativen gliedert sich wie folgt:

Alternative 1

Investitionskosten IK

Baulich		
Investition im Bezugszeitpunkt (01.01.2012) :		
320.300,00 * 1,00	=	320.300 EUR
Maschinen/ Elt.		
Investition im Bezugszeitpunkt (01.01.2012) :		
499.700,00 * 1,00	=	499.700 EUR
499.700,00 * 1,00	=	499.700 EUR

Reinvestitionskosten RK

Baulich
 $320.300,00 * 1,00 * 1,00 = 320.300 \text{ EUR}$

Maschinen/ Elt.
 $499.700,00 * 1,00 * 1,00 = 499.700 \text{ EUR}$

Reinvestition nach 15 Jahren (2027) :
 $499.700,00 * 1,00 * 1,00 = 499.700 \text{ EUR}$

Laufende Kosten LK

Alternative 1
 $153.785,00 * 1,00 = 153.785 \text{ EUR/a}$

Alternative 2

Investitionskosten IK

Baulich
 Investition im Bezugszeitpunkt (01.01.2012) :
 $145.000,00 * 1,00 = 145.000 \text{ EUR}$

Maschinen/ Elt
 Investition im Bezugszeitpunkt (01.01.2012) :
 $235.000,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$
 $235.000,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$

Reinvestitionskosten RK

Baulich
 $145.000,00 * 1,00 * 1,00 = 145.000 \text{ EUR}$

Maschinen/ Elt
 $235.000,00 * 1,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$

Reinvestition nach 15 Jahren (2027) :
 $235.000,00 * 1,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$

Laufende Kosten LK

Alternative 2
 $120.920,00 * 1,00 = 120.920 \text{ EUR/a}$

7.1.4 Finanzmathematische AufbereitungKalkulationsparameter

Der Zinssatz wird mit real 3 % p.a. angesetzt, der Untersuchungszeitraum mit 30 Jahren. Der Bezugszeitpunkt ist Anfang 2012.

Folgende reale Preissteigerungsraten werden vorgegeben:

Kosten 2,00 % p.a.

Laufende Kosten LK

1 Alternative 1

Laufende Kosten von Jahr 0 bis Jahr 30:

$$153.785,00 * 1,00 * DFAKRP(2,00;3,00;30) = 153.785,00 * 1,00 * 25,8818 = 3.980.231 \text{ EUR}$$

Projektkostenbarwert 5.231.902 EUR

Alternative 2

Investitionskosten IK

1.1 Baulich

$$145.000,00 * 1,00 = 145.000 \text{ EUR}$$

1.2 Maschinen/ EIt

$$235.000,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$$

Reinvestitionskosten RK

Reinvestition nach 15 Jahren (2027) :

$$235.000,00 * 1,00 * 1,00 * AFAKE(2,00;15) * DFAKE(3,00;15) = 235.000,00 * 1,00 * 1,00 * 0,8639 = 203.007 \text{ EUR}$$

Laufende Kosten LK

1 Alternative 2

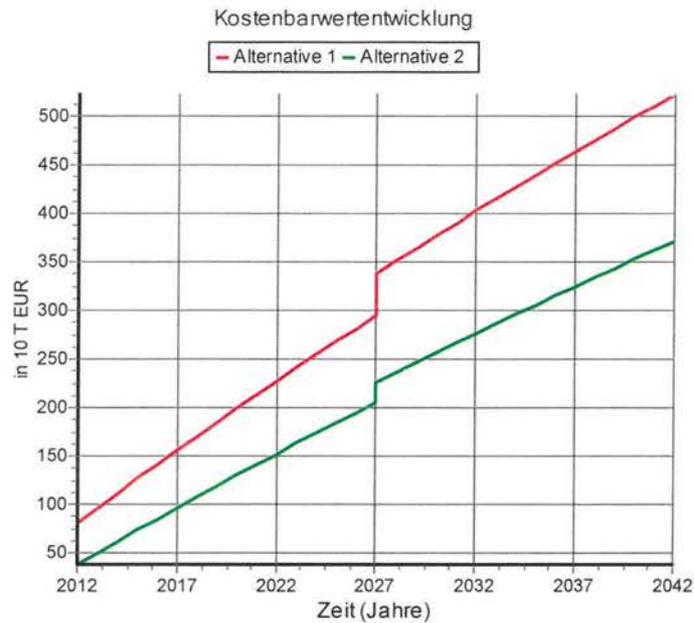
Laufende Kosten von Jahr 0 bis Jahr 30:

$$120.920,00 * 1,00 * DFAKRP(2,00;3,00;30) = 120.920,00 * 1,00 * 25,8818 = 3.129.626 \text{ EUR}$$

Projektkostenbarwert 3.712.633 EUR

7.1.5 Kostengegenüberstellung

	Kostenbarwert EUR	Jahreskosten EUR/a:	Gestehungskosten EUR/? Ber. nicht möglich!
Alternative 1	5.231.902	266.928	
Alternative 2	3.712.633	189.416	



Hinweis: Im Ergebnisbericht sollten die Kosten sinnvoll gerundet werden.

Der Vergleich der Projektkostenbarwerte der restlichen Alternativen zu Alternative ergibt folgende kapitalisierte Kostenersparnisse

$$\begin{aligned} &\text{Alternative 'Alternative 1' - Alternative 'Alternative 2'} \\ &= 5.231.902 - 3.712.633 = 1.519.269 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Der Vergleich der Jahreskosten ergibt folgende durchschnittliche jährliche Ersparnisse der restlichen Alternativen zu Alternative 'Alternative 2' :

$$\begin{aligned} &\text{Alternative 'Alternative 1' - Alternative 'Alternative 2'} \\ &= 266.928 - 189.416 = 77.512 \text{ EUR/a} \end{aligned}$$

Die Berechnungen weisen aus, dass die maschinelle Schlammeindickung und landwirtschaftliche bzw. landbauliche Verwertung für die Ist- Belastung einschl. Markhausen die wirtschaftlichste Lösung darstellt.

7.2 Kostenvergleichsrechnung zur Endbelastung

7.2.1 Projektbeschreibung

Prüfung der Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Möglichkeiten zur zukünftigen Schlammbehandlung, Endbelastung einschl. Markhausen und Gehlenberg

Alternative 2

Investitionskosten IK

Baulich

Investition im Bezugszeitpunkt (01.01.2012) :
 $145.000,00 * 1,00 = 145.000 \text{ EUR}$

Maschinen/ Elt

Investition im Bezugszeitpunkt (01.01.2012) :
 $235.000,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$
 $235.000,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$

Reinvestitionskosten RK

Baulich

$145.000,00 * 1,00 * 1,00 = 145.000 \text{ EUR}$

Maschinen/ Elt

$235.000,00 * 1,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$

Reinvestition nach 15 Jahren (2027) :

$235.000,00 * 1,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$

Laufende Kosten LK

Alternative 2

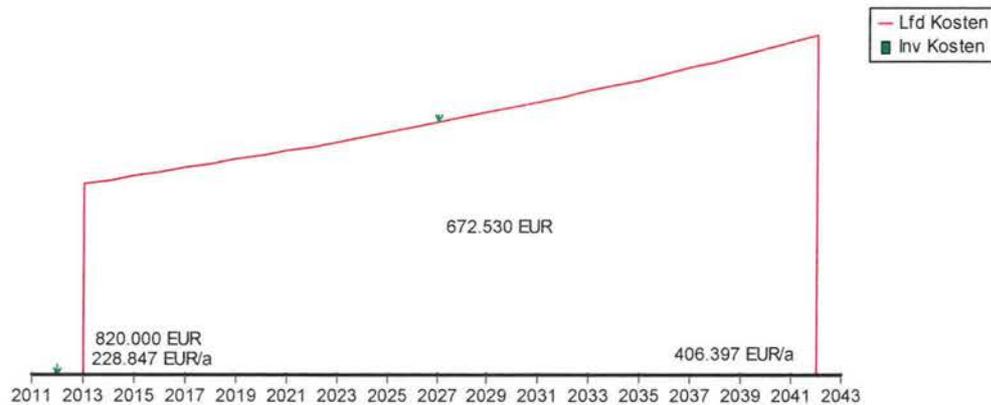
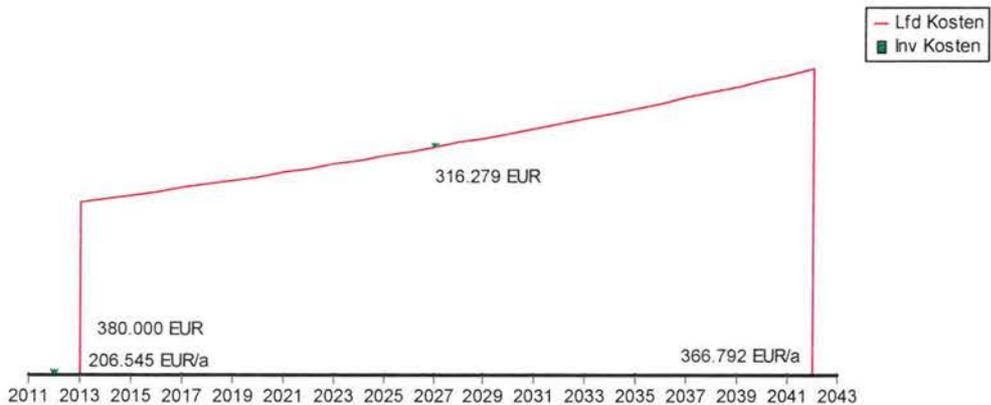
$202.495,00 * 1,00 = 202.495 \text{ EUR/a}$

7.2.4 Finanzmathematische AufbereitungKalkulationsparameter

Der Zinssatz wird mit real 3 % p.a. angesetzt, der Untersuchungszeitraum mit 30 Jahren. Der Bezugszeitpunkt ist Anfang 2012.

Folgende reale Preissteigerungsraten werden vorgegeben:

Kosten 2,00 % p.a.

Durchführung der Kostenumrechnungen**Alternative 1****Alternative 2**Alternative 1

Investitionskosten IK

Baulich
 $320.300,00 * 1,00 = 320.300 \text{ EUR}$

Maschinen/ Elt.
 $499.700,00 * 1,00 = 499.700 \text{ EUR}$

Reinvestitionskosten RK

Reinvestition nach 15 Jahren (2027) :

$499.700,00 * 1,00 * 1,00 * \text{AFAKE}(2,00;15) * \text{DFAKE}(3,00;15) =$
 $499.700,00 * 1,00 * 1,00 * 0,8639 = 431.672 \text{ EUR}$

Laufende Kosten LK

Alternative 1

Laufende Kosten von Jahr 0 bis Jahr 30:

$$224.360,00 * 1,00 * DFAKRP(2,00;3,00;30) = 5.806.838 \text{ EUR}$$

$$224.360,00 * 1,00 * 25,8818$$

Projektkostenbarwert 7.058.509 EUR

Alternative 2

Investitionskosten IK

Baulich

$$145.000,00 * 1,00 = 145.000 \text{ EUR}$$

Maschinen/ EIt

$$235.000,00 * 1,00 = 235.000 \text{ EUR}$$

Reinvestitionskosten RK

Reinvestition nach 15 Jahren (2027) :

$$235.000,00 * 1,00 * 1,00 * AFAKE(2,00;15) * DFAKE(3,00;15) = 203.007 \text{ EUR}$$

$$235.000,00 * 1,00 * 1,00 * 0,8639$$

Laufende Kosten LK

Alternative 2

Laufende Kosten von Jahr 0 bis Jahr 30:

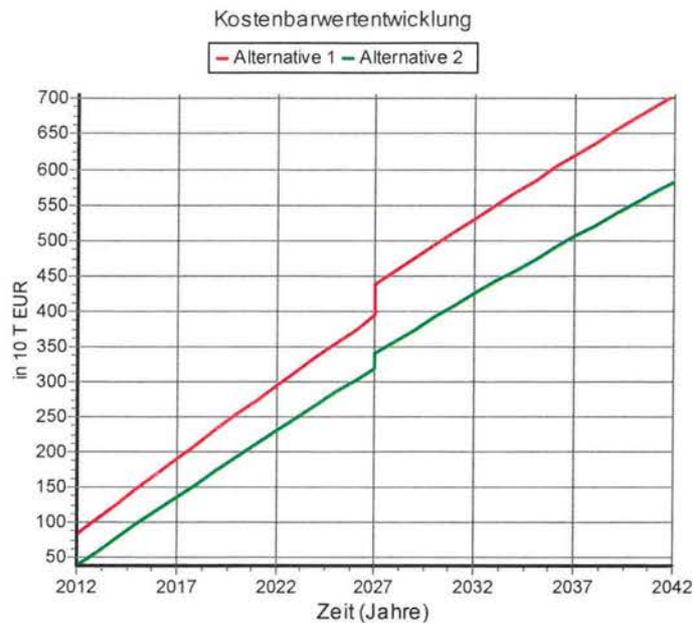
$$202.495,00 * 1,00 * DFAKRP(2,00;3,00;30) = 5.240.932 \text{ EUR}$$

$$202.495,00 * 1,00 * 25,8818$$

Projektkostenbarwert 5.823.940 EUR

7.2.5 Kostengegenüberstellung

	Kostenbarwert EUR	Jahreskosten EUR/a:	Gestehungskosten EUR/? Ber. nicht möglich!
Alternative 1	7.058.509	360.120	
Alternative 2	5.823.940	297.133	



Hinweis: Im Ergebnisbericht sollten die Kosten sinnvoll gerundet werden.

Der Vergleich der Projektkostenbarwerte der restlichen Alternativen zu Alternative ergibt folgende kapitalisierte Kostenersparnisse

$$\text{Alternative 'Alternative 1' - Alternative 'Alternative 2'}$$

$$= 7.058.509 - 5.823.940 = 1.234.569 \text{ EUR}$$

Der Vergleich der Jahreskosten ergibt folgende durchschnittliche jährliche Ersparnisse der restlichen Alternativen zu Alternative 'Alternative 2' :

$$\text{Alternative 'Alternative 1' - Alternative 'Alternative 2'}$$

$$= 360.120 - 297.133 = 62.987 \text{ EUR/a}$$

Die Berechnungen weisen aus, dass die masch. Schlammeindickung mit Nassschlammverwertung auch mit Erreichen der Endbelastung die kostengünstigste Variante ist.

8. Abschließendes

Nach den Berechnungen und den Kostenvergleichen stellt sich für die zukünftige Schlammbehandlung und -verwertung die Schlammeindickung mit der Nassschlammverwertung als die für die Stadt Friesoythe wirtschaftlichste Lösung dar. Es wird daher empfohlen, die Schlammbehandlung auf der Kläranlage Friesoythe auf diese Form umzustellen.

Sollte zukünftig die weitergehende Schlammbehandlung auf der Kläranlage durch Ausfäulung, Nährstoffrückgewinnung notwendig werden, ist der Betrieb einer maschinellen Schlammeindickung als erforderlicher Zwischenschritt für ein solches Verfahren notwendig, so dass die Entscheidung für die Installation und den Betrieb einer solchen Anlage auch auf lange Sicht sinnvoll und zweckmäßig erscheint. Die heute getätigte Investition ist dann als eine der erforderlichen Anlagenkomponenten vorhanden.

Aufgestellt:

Vechta, 17.12.2012

INGENIEURBÜRO
FRILLING GMBH

Anlage 1

Fließschema zur
Schlammwässerung