



Gemeinde Rastede

Generelle Untersuchung zum erforderlichen Ausbau der Kläranlage Rastede



**Ingenieurbüro Börjes
GmbH & Co. KG**
Wilhelm-Geiler-Straße 7
26655 Westerstede
Tel.: 0 44 88 / 83 02-0

BERATENDE INGENIEURE

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht

mit den Anlagen:

Anlage 1: Kostenzusammenstellung Zulaufbereich

Anlage 2: Kostenzusammenstellung Recheneinhausung

Anlage 3: Kostenzusammenstellung Betonsanierung

Anlage 4: Kostenzusammenstellung Faulturm

Anlage 5 Kostenzusammenstellung HPW Hahn und Wahnbek



Gemeinde Rastede

Generelle Untersuchung zum erforderlichen Ausbau der Kläranlage Rastede

Erläuterungsbericht



BERATENDE INGENIEURE

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	1
2	Entwicklung des Kläranlagenzulaufes	1
	2.1 Einwohnerentwicklung	1
	2.2 Schmutzfracht	3
	2.3 Wassermengen	6
3	Bewertung der Kläranlage	7
	3.1 Zulauf und Mechanischer Teil	7
	3.1.1 Schneckenpumpwerk	7
	3.1.2 Regenwasserspeicherung	8
	3.1.3 Zentratwasserzugabe	9
	3.1.4 Rechengebäude	9
	3.2 Biologische Reinigungsstufe	10
	3.3 Schlammbehandlung	10
	3.3.1 Schlamm entwässerung	10
	3.3.2 Bau eines Faulturmes	11
	3.4 Betonsanierung	12
	3.5 Elektrotechnische Ausrüstung	13
	3.6 Maschinelle Ausrüstung	14
	3.7 Hauptpumpwerke	15
	3.7.1 HPW Wahnbek	15
	3.7.2 HPW Hahn	16
	3.7.3 Pumpwerk Liethe	17
4	Maßnahmen für den langfristigen Erhalt der Kläranlage Rastede	18
	4.1 Dringende Maßnahmen	18
	4.2 Kurzfristig erforderliche Investitionen (1-2 Jahre)	18
	4.3 Mittelfristig erforderliche Investitionen (2-5 Jahre)	19
	4.4 Langfristig erforderliche Investitionen (5-10 Jahre)	19

1 **Veranlassung**

Die Kläranlage Rastede wurde 1989 um die biologische Stufe erweitert. Die Ausbaugröße für die Kläranlage beträgt 30.000 EW, bezogen auf die Schmutzfracht. Die hydraulische Leistung der Kläranlage wurde für 25.000 EW ausgebaut. Der Grund für die unterschiedlichen Bemessungsansätze liegt in der Entsorgung der dezentralen Kleinkläranlagen. Diese spielten 1989 eine wesentliche größere Rolle als heute, da der Anschlußgrad an die Kläranlage Rastede, erst in den 90 er Jahren weiter ausgebaut wurde. Die Reinigungsleistung der Kläranlage ist heute immer noch ausreichend. Einige Bau- und Anlageteile haben eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren und zeigen deutliche Verschleißerscheinungen.

Ziel dieser Studie ist die Überprüfung der Bemessungsansätze von 1989 mit dem aktuellen und künftigen Abwasserdaten sowie eine Bestandsaufnahme der Kläranlage und der Überleitungspumpwerke von Hahn und Wahnbek. Hieraus ist ein Maßnahmen- und Kostenplan für die mittelfristige Finanzplanung der Gemeinde Rastede zu entwerfen.

2 **Entwicklung des Kläranlagenzulaufes**

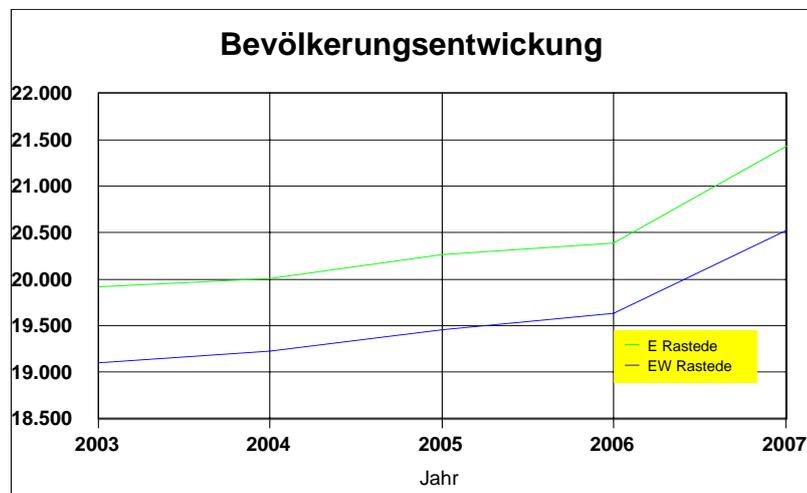
Die statistische Daten wurden dem Betriebstagebuch der Kläranlage Rastede entnommen. Von der Gemeinde Rastede wurden die Daten zur Bevölkerungsentwicklung übergeben.

2.1 **Einwohnerentwicklung**

Auf der Grundlage der amtlichen Statistik ergibt sich für die Gemeinde Rastede im Zeitraum 2002 - 2007 folgende Einwohnerentwicklung (grüne Linie).

Einige Bauernschaften sind nicht an die zentrale Abwasserbeseitigung der Gemeinde Rastede angeschlossen. Der Anschlußgrad der an die Kläranlage Rastede direkt angeschlossenen Einwohner beträgt etwas über 87 %. Die grüne

Linie zeigt die an die SW-Kanalisation angeschlossenen Einwohner. Die nicht



angeschlossenen Einwohner entsorgen ihr Abwasser entweder in geschlossenen Sammelgruben oder in Kleinkläranlagen. Beide Systeme werden regelmäßig von der Gemeinde entsorgt. Der dabei anfallende Fäkalschlamm wird in der Kläranlage Rastede mit dem normalen Abwasserstrom behandelt.

Der gewerbliche Anteil am Abwasser beträgt rd. 1.900 Einwohnerwerte. Damit ergibt sich für das Kalenderjahr 2007 ein Zulaufbelastung von rd. 20.500 EW.

Für die Jahre 2002 - 2007 gab es i.M. einen Bevölkerungszuwachs von 1,5 % pro Jahr. Eine wesentliche Ursache hierfür war die Ausweisung neuer Baugebiete. Der stärkste Zuwachs ergab sich im Jahre 2007. Für den Zeitraum 2002 - 2006 liegt das mittlere Bevölkerungswachstum mit 0,63 % deutlich niedriger.

Aus der Studie über die „Bevölkerungs- und Gemeindebedarfsentwicklung der Gemeinde Rastede von 2006 - 2020“ ergeben die untersuchten Szenarien für die Bevölkerungsentwicklung folgendes Bild:

Anhang

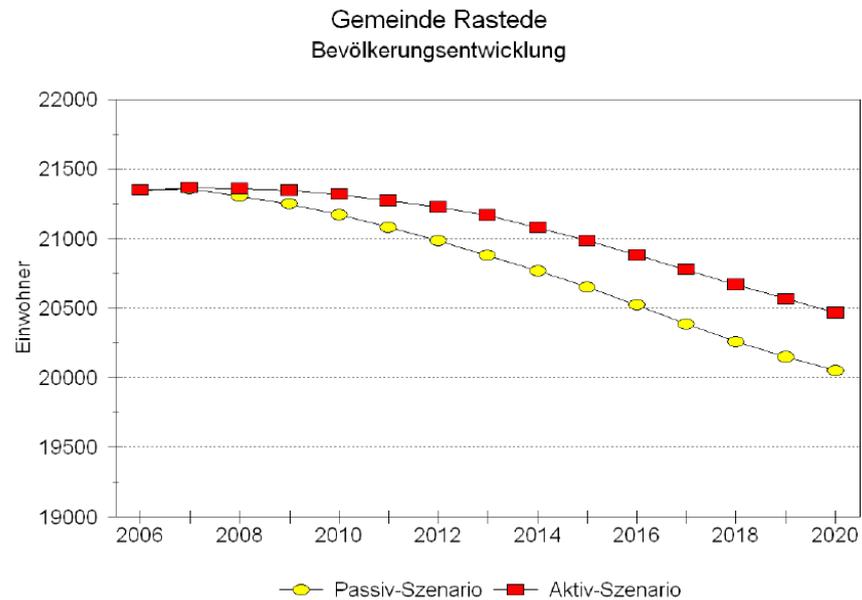


Abbildung 1: Zahl der Einwohner mit einem Haupt- und Nebenwohnsitz der Gemeinde Rastede von 2006 bis 2020 nach Szenarien

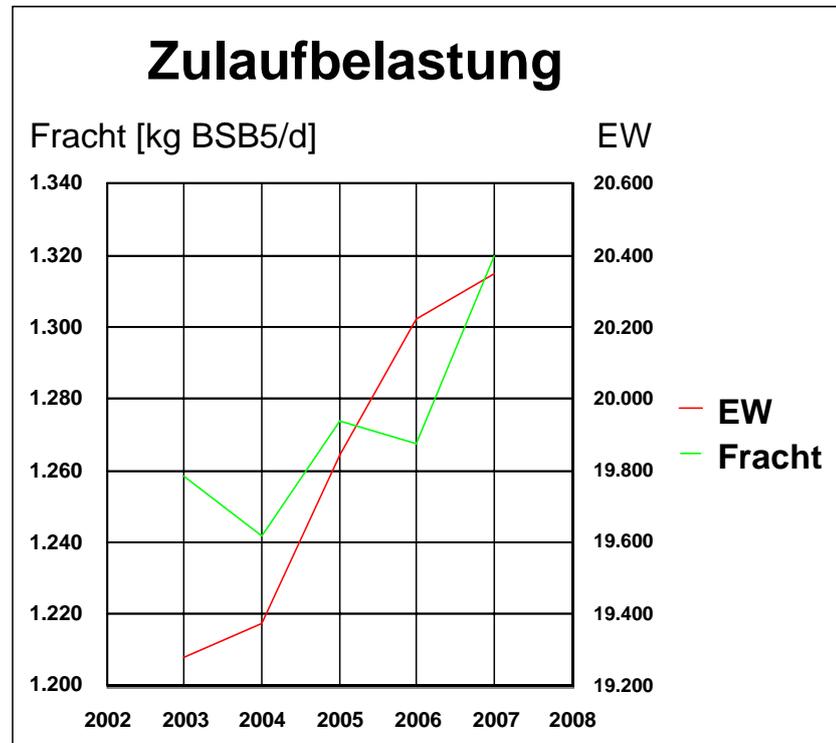
Beide Szenarien zeigen eine fallende Tendenz bei der Zahl der Einwohner. Die Zulaufbelastung zur Kläranlage wird bis 2010 etwa auf heutigem Niveau verbleiben und danach eine leicht fallende Tendenz aufweisen.

2.2 Schmutzfracht

Die Auswertung der Betriebsdaten der Kläranlage zeigt tatsächliche Belastung im Zulauf der Kläranlage und deren Veränderung über die vergangenen Jahre an. In Verbindung mit der Bevölkerungsentwicklung können Rückschlüsse auf die zukünftige Zulaufbelastung der Kläranlage gezogen werden.

Insgesamt entspricht die Rasteder Rohabwasserqualität häuslichen Abwasser. Der gewerbliche Abwasseranfall ist relativ gering. In der Gemeinde Rastede gibt es keine Betriebe mit problematischem Abwasser. Die gewerblichen Abwässer haben daher ebenfalls den Charakter von häuslichem Abwasser. Die Zunahme der Zulaufbelastung zur Kläranlage hat sich in den vergangenen Jahren nur geringfügig verändert. Sie entspricht in etwa dem Wachstum der Bevölkerung.

In der folgenden Grafik haben wir die Einwohnergleichwerte mit der Zulaufbelastung verglichen:



Die Zulaufwerte decken sich sehr gut mit den Literaturwerten für häusliches Abwasser. In der folgenden Tabelle sind die Literaturwerte den Werten aus Rasteder gegenübergestellt worden:

Parameter	Literatur A 131	Rastede	
BSB ₅	60	70	[g/EW/d]
CSB	120	120	[g/EW/d]
N ges	11	12	[g/EW/d]
P ges	1,8	1,6	[g/EW/d]

Insgesamt entspricht die Abwasserzusammensetzung den Berechnungsannahmen des Entwurfes für die Erweiterung der Biologischen Reinigungsstufe aus dem Jahre 1988. In der folgenden Tabelle sind die Bemessungsfrachten für die Dimensionierung der biologischen Stufe mit den aktuellen Tagesfrachten der Kläranlage gegenübergestellt:

Parameter	Messungen	Messungen	Reserve		Auslastung
	1988	2007	2007		2007
	30.000 EW	20.351 EW			
	[kg/d]	[kg/d]	[kg/d]	[EW]	[%]
Qd [m ³ /d]	3.570	2.729	841	6.272	76,4%
CSB	1.916	1.399	517	7.521	73,0%
N _{Ges}	259	189	70	7.484	73,1%
P _{Ges}	42	27	15	11.067	64,8%

Durch den Vergleich der aktuellen Belastung mit den Bemessungsansätzen lassen sich die vorhandenen Reserven abschätzen. Die hydraulische Reserve beträgt 6.558 EW. Aus hydraulischer Sicht können die Abwässer von 20.351 + 6.272 = 26.623 EW auf der Kläranlage behandelt werden. Für die biologische Stufe hat der Parameter Stickstoff (N) mit 7.484 EW die geringste Reserve. Die Berechnungen im Jahre 1988 wurden für eine Abwassertemperatur von 12°C durchgeführt. Die Betriebstagebücher der Kläranlage zeigen, daß der Stickstoffabbau bis zu dieser Temperatur gewährleistet ist.

Problematisch ist das schlechte Absetzverhalten des Belebtschlammes in den Wintermonaten. Für den Stickstoffabbau wird im Belebungsbecken eine Trockensubstanzkonzentration von 3,5 kg/m³ benötigt, um genügend Nitrifikanten (stickstoffabbauende Bakterien) in der biologischen Stufe zu haben. In den Wintermonaten kann diese Belebtschlammkonzentration, wegen der schlechten Absetzeigenschaften des Schlammes, nicht eingehalten werden. Damit sinkt die Leistungsfähigkeit der Kläranlage (bezogen auf den Stickstoffabbau) linear mit der Trockensubstanz ab. Der Parameter Stickstoff ist in den Wintermonaten (Dezember - April) nicht abwasserabgabenrelevant. Die Kläranlage Rastede kann die genehmigten Einleitbedingungen daher ganzjährig einhalten.

Da die Einwohnerzahl von Rastede in den kommenden Jahren nicht mehr ansteigt, ist die biologische Stufe der Kläranlage und die hydraulische Durchsatzleistung sind für die langfristige Entwicklung der Gemeinde Rastede ausreichend dimensioniert.

2.3 Wassermengen

Die auf der Kläranlage Rastede behandelte Jahresabwassermenge ist stark von Jahresniederschlagsmenge abhängig. Die Ausbaugröße für die Abwassermenge wurde auf 25.000 EW dimensioniert. Der spezifische Abwasseranfall pro Einwohner hat sich in den vergangenen Jahren nicht verändert. Er beträgt rd. 130 l/EW/d. Hierin ist bereits das Fremdwasser enthalten. Der Fremdwasseranfall beträgt über das Jahr gemittelt rd. 15% des Abwasseranfalls.

In Trockenwetterzeiten arbeitet die Kläranlage i.d.R. problemlos, d.h. die Mindestanforderungen für die Ablaufqualität des Abwassers werden sicher eingehalten. Problematischer sind Starkregen, die den Kläranlagenzulauf gegenüber dem normalen Trockenwetterzulauf in kurzer Zeit verdreifachen können. Bei den Wetteraufzeichnungen die auf der Kläranlage durchgeführt werden, zeigt eine stetige Zunahme der Jahresniederschlagsmengen. In den 80er Jahren lag die mittlere Jahresniederschlagsmenge bei rd. 750 mm/a. Dieser Wert wurde in den vergangenen Jahren deutlich überschritten. Im Jahre 2007 wurden 1.135 mm Regen gemessen.

Starkregenereignisse (Gewitter) mit kurzzeitig sehr hohen Abflüssen überlasten die hydraulische Leistungsfähigkeit des mechanischen Teils der Kläranlage Rastede. Für diese Betriebsfälle wurde im Zulaufpumpwerk der Kläranlage eine Entlastungspumpe eingebaut, die überschüssige Abwassermengen direkt in das Misch- und Ausgleichsbecken der Kläranlage fördert. Der biologische Teil der Kläranlage wird aus dem Ausgleichsbecken kontinuierlich beschickt. Wenn das Ausgleichsbecken gefüllt ist können 500 m³ Rohabwasser in den alten Belebungsbecken zwischengespeichert werden. Dieser Lastfall ist in den vergangenen Jahren verstärkt aufgetreten. Die vorhandenen Speicherkapazität ist zu klein und sollte vergrößert werden.

Positiv haben sich die baulichen Kanalsanierungsmaßnahmen der Gemeinde auf den Fremdwasseranfall des Kanalnetzes ausgewirkt. Die Fremdwassermenge beträgt in Jahr 2007 14% des Jahresschmutzwassermenge. Vergleichbare Kanalnetze haben einen Fremdwasseranfall von 20 - 25%. Die bauliche Sanie-

rung der SW-Kanalisation wird auch in den folgenden Jahren weitergeführt, so daß dieser Trend sich fortsetzen wird.

Der biologische Teil der Kläranlage Rastede ist für die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung der nächsten 20 Jahre ausreichend dimensioniert. Hydraulische Engpässe ergeben sich bereits heute im mechanischen Teil der Kläranlage.

3 Bewertung der Kläranlage

3.1 Zulauf und Mechanischer Teil

3.1.1 Schneckenpumpwerk

Im Zulaufbereich der Kläranlage münden die Druckrohrleitungen aus Hahn und Wahnbek und die Freispiegelkanäle aus dem Hauptort Rastede aus. Sie fließen im Pumpensumpf vor den Förderschnecken zusammen. Im Trockenwetterfall fördert 1 Schnecke bis maximal 70 l/s. Steigt der Zufluß zur Kläranlage über 70 l/s an, schaltet sich die 2. Förderschnecke zu. Die maximale Leistung beider Förderschnecken beträgt 140 l/s. Für diese Zulaufmenge ist der Feinrechen und der nachfolgende Sandfang ausgelegt.

Steigt die Zuflußmenge zur Kläranlage über 140 l/s an, schaltet sich eine Tauchmotorpumpe dazu, die das Rohabwasser direkt in das Misch- und Ausgleichsbecken fördert. In diesem Betriebsfall gelangen mit dem Rohabwasser Störstoffe, die normalerweise über den Feinrechen und Sandfang abgeschieden werden in die biologische Abwasserbehandlung. Diese Stoffe führen im Belebungsbecken zu Ablagerungen und Verzopfungen, die aufwendig von Hand entfernt werden müssen.

Die vorhandenen Förderschnecken der Zulaufpumpwerkes stammen noch vom Erstausbau der Kläranlage Rastede. Sie wurden 1989 generalüberholt und sind seit dem im Dauereinsatz. Auf Grund der langen Einsatzzeit zeigen beide Förderschnecken starke Korrosions- und Verschleißerscheinungen. Die in Förderrichtung rechte Schnecke ist so stark korrodiert, daß sich große Umläufigkeiten ergeben. Ein Teilstrom von etwa 25% des geförderten Rohabwassers fließt über Undichtigkeiten der Förderschnecke und des Troges direkt wieder in

den Zulauf. Die Nennförderleistung kann daher nicht mehr erreicht werden. Das Getriebe der Schnecke ist defekt und kann nicht mehr repariert werden. Die Schnecke ist daher momentan nicht in Betrieb. Auch die andere Förderschnecke zeigt Verschleißerscheinungen und eine verringerte Förderleistung durch Umläufigkeit. Zwangsläufig springt die Regenwasserpumpe im Zulauf der Kläranlage häufiger an und fördert mehr Rohabwasser direkt in die biologische Stufe.

Die Förderschnecken müssen kurzfristig erneuert werden. Da der Beton des Zulaufpumpwerkes in Ordnung ist, bietet es sich an das vorhandene Bauwerk weiter zu nutzen und 2 neue Rohrförderschnecken mit jeweils 70 l/s Förderleistungen zu installieren.

3.1.2 Regenwasserspeicherung

Damit bei Regenwetter zukünftig weniger Rohabwasser in die biologische Stufe gelangt, bietet es sich an den vorhandenen (ungenutzten) Schlammstapelturm mit einem Volumen von 800 m³ zur Speicherung von Rohabwasser zu nutzen. Hierfür müssen die vorhandenen und korrodierten Rohrleitungen komplett demontiert werden. In die Trichterspitze des Behälters wird eine neue Entleerungsleitung eingebaut. Über diese Leitung wird der Behälter nach dem Regenereignis langsam in den Zulauf der Kläranlage entleert. Um Ablagerungen zu vermeiden sollte der Stapelbehälter mit einem Rührwerk versehen werden, daß das Rohabwasser vor der Entleerung des Behälters durchmischt.

Die Steuerung der Regenwasserpumpe und die Entleerung des Behälters erfolgen über die Höhenstandswassermessung des Zulaufpumpwerkes. Damit wird unbehandeltes Rohabwasser künftig der biologischen Stufe ferngehalten, und der Wartungsaufwand verringert sich entsprechend. Durch die Kappung der Zulaufspitzen wird die biologische Stufe gleichmäßiger belastet und kann die Zulaufsruchten besser abbauen. Dieses erhöht die Prozeßstabilität der Kläranlage und führt insgesamt zu besseren Reinigungsergebnissen bei hydraulisch hoher Belastung.

Die Förderleistung der Regenwasserentlastungspumpe sollte 70 l/s betragen. Die Förderhöhe der Pumpe in den Stapelbehälter beträgt rd. 12 m. Wenn der

Speicherbehälter gefüllt ist und der Zulauf zur Kläranlage ist immer noch sehr hoch, wird der Ablauf der Entlastungspumpe in das Misch- und Ausgleichsbecken der Kläranlage gefördert. Da die Förderhöhe zu diesem Becken nur 5,5 m WS beträgt, steigt die Förderleistung der Entlastungspumpe von rd. 70 l/s auf etwa 110 l/s an.

3.1.3 Zentratwasserzugabe

Bei der Entwässerung des Klärschlammes fällt hochbelastetes Zentratwasser an, das der Kläranlage kontinuierlich über die gesamte Entwässerungsdauer zugeführt wird. Da das Zentratwasser eine Ammoniumkonzentration zwischen 160 und 200 mg/l hat, ergeben sich an den Entwässerungstagen hohe zusätzliche Stickstofffrachten (+ 25%). Diese zusätzliche Belastung kann durch die Nutzung des Fäkalschlammes (45 m³ Inhalt) über den Tag verteilt der Kläranlage zugeführt werden. Hierdurch wird die Belastungsspitze beim Stickstoff um 10% gesenkt. Dieses führt zu einer höheren Prozeßstabilität der Kläranlage. Die technische Ausrüstung für die dosierte Zugabe des Zentratwassers ist im ehemaligen Fäkalschlammes schacht vorhanden. Bauliche Anpassungen müssen an der Zentratablaufleitung der Schlamm-entwässerungsanlage vorgenommen werden.

3.1.4 Rechengebäude

Das vorhandene Rechengebäude besteht aus einer Stahlbetonunterkonstruktion, auf der eine Stahlbauhalle mit wärmeisolierten Stahltrapezblechen errichtet wurde. Im Rechengebäude ist der Feinrechen, die Rechengutpresse und der Sandklassierer, sowie ein oder zwei 1,1 m³ Entsorgungscontainer für das Rechengut untergebracht. Zusätzlich ist die elektrische Schaltanlage für die technische Ausrüstung dort untergebracht. Diese Teile der mechanischen Abwasserreinigungsstufe müssen frostsicher aufgestellt werden, damit sie ganzjährig betrieben werden können. Die vorhandene technische Ausrüstung ist ausreichend dimensioniert und in einem guten Zustand. Die elektrotechnische Ausrüstung sollte im Zuge der Erneuerung der Zulaufschnecken erneuert werden.

Die Stahlbetonunterkonstruktion ist entsprechend einem aktuellen Gutachten in einem guten baulichen Zustand und kann ohne Einschränkungen weitergenutzt

werden. Die Stahlbauhalle und die Trapezblechwände zeigen von innen und außen sehr starke Korrosion. Eine Instandsetzung oder Sanierung ist aus statischen und wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll. Es ist daher erforderlich die Stahlbauhalle zu demontieren und durch eine neu bauliche Hülle zu ersetzen. Die Außenmaße der neuen Halle sind durch die Betonunterkonstruktion vorgegeben.

3.2 Biologische Reinigungsstufe

Die biologische Stufe besteht aus den Belebungs- und Nachklärbecken. Die Dimensionierung der biologischen Stufe ist für die Entwicklung der Gemeinde Rastede langfristig ausreichend. Der bauliche Zustand der Becken und der maschinentechnischen Ausrüstung ist gut. Mittelfristig müssen die Gebläse für die Belüftung generalüberholt oder durch neue Aggregate ausgetauscht werden.

3.3 Schlammbehandlung

Schlamm fällt auf der Kläranlage Rastede im Vorklärbecken und in der biologischen Stufe an. Im Vorklärbecken sedimentiert der s.g. Rohschlamm. In der biologischen Stufe erfolgt die Abwasserreinigung über den Belebtschlamm, der im Nachklärbecken sedimentiert und von hier aus wieder in die Belebungsbecken gegeben wird. Der tägliche Schlammzuwachs wird als s.g. Überschussschlamm regelmäßig abgezogen. Auf der Kläranlage fallen täglich rd. 60 m³ Roh- und Überschussschlamm an.

3.3.1 Schlamm entwässerung

Der voreingedickte Schlamm wird an 4 Tagen pro Woche mit Hilfe eine Zentrifuge entwässert. Pro Entwässerungstag werden rd. 110 m³ Naßschlamm auf eine Trockensubstanz von 22% entwässert. Im nächsten Arbeitsschritt wird Branntkalk in die pastöse Klärschlammmasse eingebracht. Der Branntkalk bindet mit dem enthaltenen Wasser ab und erhitzt sich hierbei. Der Kalk erhöht gleichzeitig den pH-Werte des Schlammes und führt so zu einer Hygienisierung des Schlammes. Das Endprodukt ist eine krümelige erdartige Substanz, die für die landwirtschaftliche Verwertung geeignet ist.

Der entwässerte Klärschlamm wird an einen Entsorger abgegeben. Jährlich

fallen rd. 2650 to behandelter Klärschlamm an. Die Entsorgungskosten pro Tonne Klärschlamm betragen aktuell 40,22 €/to.

3.3.2 Bau eines Faulturmes

Der Bau und Betrieb eines Faulturmes für die Kläranlage Rastede wurde schon Mitte der 80er Jahre untersucht. Damals ergaben sich keine wirtschaftlichen Vorteile die den Bau gerechtfertigt hätten. In vergangenen Jahren sind die Kosten für die Klärschlamm Entsorgung kontinuierlich angestiegen und auch die Energiekosten haben sich dramatisch erhöht. Unter Berücksichtigung der aktuellen Betriebs- und Kostendaten der Kläranlage haben wir untersucht ob der Bau eines Faulturms wirtschaftlich sinnvoll ist.

Für den Betrieb des Faulturmes muß der anfallende Rohschlamm zunächst maschinell von 2,8% Trockensubstanz auf 5 - 6 % Trockensubstanz eingedickt werden. Durch den Abzug des Wasser wird das Volumen des zu behandelnden Schlammes halbiert. Täglich fallen rd. 30 m³ eingedickter Schlamm an. Die Faulzeit muß 25 Tage betragen. Daraus ergibt sich das Mindestvolumen des Faulturmes zu $25 \text{ d} * 30 \text{ m}^3/\text{d} = 750 \text{ m}^3$. In dieser Zeit werden die organischen Inhaltsstoffe des Klärschlammes komplett abgebaut. Als Reaktionsprodukt dieses biologischen Vorganges entsteht Methangas und Kohlendioxid im Verhältnis 65% / 35%. Der Heizwert dieses Gasmisches entspricht Erdgas. Der tägliche Gasanfall beträgt 500 - 600 m³/d.

Durch den Abbau der organischen Substanz verringert sich die Feststoffmenge des Klärschlammes um 20 - 30%, d.h. die zu entsorgende Klärschlammmenge verringert sich damit um diesen Anteil. Der ausgefaulte Schlamm ist seuchenhygienisch unbedenklich, so daß bei der weiteren Schlammbehandlung auf die Zugabe von Branntkalk verzichtet werden kann. I.d.R. verbessern sich die Entwässerungseigenschaften des Schlammes durch die Faulung, so daß die Trockensubstanz im Austrag der Zentrifuge auf Werte zwischen 25 - 30 % steigen dürfte.

Das entstehende Klärgas kann nach einer Gasreinigung direkt in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verwertet werden. Mit der anfallenden Gasmenge kann ein BHKW mit einer Gesamtleistung von 100 kW betrieben werden. Der Gesamtwirkungsgrad dieser Anlagen beträgt 80 - 85%. Ein Drittel der abgegebenen Leistung fällt in Form von elektrischer Energie an und 2/3 der Leistung werden in Wärme umgesetzt.

Die Wärme wird für die Aufheizung des Rohschlammes von 15°C auf 35°C und für die Heizung des Faulturmes auf eine Betriebstemperatur von 35°C benötigt. Die anfallende Wärmeenergie reicht i.d.R. auch für die Heizung des Betriebsgebäudes aus. Nur im frostigen Winter muß zugeheizt werden. Der produzierte Strom kann entweder in das Netz des Stromversorgers eingespeist werden oder für den Betrieb der Kläranlage genutzt werden. Die Einspeisevergütung für Strom aus Klärgas beträgt momentan 9,21 Cent/kWh. Sie liegt damit unter dem aktuellen Strombezugspreis von 13,98 Cent/kWh. Damit ist eine Einspeisung aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll.

In der Anlage 4 haben wir die Herstellkosten und die Jahreskosten für einen Faulturm ermittelt. Die Investitionskosten für den Faulturm, die Gasspeicherung und das BHKW betragen rd. 1,959 Mio €

Unter Berücksichtigung der Einsparungen bei der Klärschlamm Entsorgung (30% weniger Klärschlamm = 30% weniger Kosten) und der Erlöse aus der Energiegewinnung ergibt die Jahreskostenberechnung einen jährlichen Fehlbetrag von rd. 47.000 €. Mit steigenden Energiekosten verringert sich das jährliche Defizit. Bei Strombezugskosten von 25,00 Cent/kWh kann ein schwarze Null geschrieben werden.

3.4 Betonsanierung

Für die vorhandenen Betonbauwerke wurde ein Gutachten erstellt in dem der Zustand und die verbleibende Restnutzungsdauer der Bauwerke untersucht wurde. Im Jahr 1970 wurde der erste Bauabschnitt der Kläranlage in Betrieb genommen.

Aus dieser Zeit stammt die mechanische Stufe der Kläranlage, bestehend aus: Einlaufpumpwerk, Rechen, Sandfang, Vorklärbecken, dem Misch- und Ausgleichsbecken, die Nachklärung 1, und die Regenspeicherbecken, sowie der Schlammvorlagebehälter und das ehemalige Betriebsgebäude. Der ehemalige Schlammlagerbehälter stammt ebenfalls aus diesem Bauabschnitt.

Im Jahr 1987 wurden der Rechen und der Sandfang mit neuer maschineller Ausrüstung versehen. Der Rechen wurde eingehaust, um einen problemlosen Winterbetrieb zu ermöglichen. 1989 wurde die Kläranlage um eine neue biologische Stufe, bestehend aus 2 Belebungsbecken und einem Nachklärbecken, erweitert. Hinzu kamen das Betriebsgebäude und die Maschinenhalle für die Gebläse zur Belüftung der Belebungsbecken sowie die Eisensalzaufbereitung und Dosierung für die Phosphorfällung.

Insgesamt sind die Betonoberflächen in einem guten Zustand. Einige Bauwerke der 1. Ausbaustufe weisen Haarrisse und Auswaschungen auf. Hierüber kann Feuchtigkeit in die Betonoberfläche eindringen die den Betonstahl zum Rosten bringt und zu Abplatzungen an der Betonoberfläche führt. Um diese Betonkorrosion zu stoppen sollten die betroffenen Oberflächen beschichtet werden. Empfohlen wird die Oberflächenbeschichtung für die biologische Stufe des Erstausbaus der Kläranlage. Der ehemalige Schlammstapelturn sollte ebenfalls beschichtet werden, bevor er für die Regenwasserspeicherung benutzt wird. Die vorhandene Innenbeschichtung ist durchgängig in einem guten Zustand, so daß nur die Außenwand und die Krone des Behälters bearbeitet werden müssen.

Im Zulaufbereich der Kläranlage befindet sich der Ausmündungsschacht der Druckrohrleitung von Wahnbek. Durch Schwefelwasserstoff, der aus dem Abwasser ausgast, ist die Innenwand des Schachtes stark korrodiert. Er muß dringend saniert werden, damit die Standsicherheit erhalten bleibt.

Da die genannten Anlagenteile langfristig weitergenutzt werden, sollte die Betonsanierung an den genannten Bauwerken mittelfristig durchgeführt werden.

3.5 Elektrotechnische Ausrüstung

Die vorhandene Stromversorgung zur Schlammentwässerung und zum Zulaufbereich der Kläranlage ist mit den vorhandenen Antrieben ausgelastet. Für die neue Entlastungspumpe im Zulaufbereich steigt die Stromaufnahme gegenüber der vorhandenen Pumpe um maximal 15 kW an. Diese Leistung kann über die bestehende Stromversorgung nicht bereitgestellt werden. Es ist daher erforderlich von der Hauptstromverteilung in ehemaligen Betriebsgebäude der Kläranlage ein neues Starkstromkabel zum Zulaufbereich der Kläranlage zu verlegen.

Die Bemessung des neuen Stromkabels sollte neben den Antrieben des Zulaufbereiches auch die Schlammentwässerung berücksichtigen. Durch den Einbau eines neuen stärkeren Antriebsmotors kann die Entwässerungsleistung optimiert werden. Diese Maßnahme steht allerdings eher mittel- bis langfristig an.

Im Zuge der Erneuerung der Recheneinhausung sollen die vorhandenen Schalt- und Steuerschränke, der Zulaufschnecken, des Rechens, Sandfangs, der Rechengutpresse und des Sandklassierers erneuert werden. Sie werden zukünftig in einem Elektraum neben der Rechenhalle untergebracht. Damit sind sie nicht mehr der korrosiven Luft der Rechenhalle ausgesetzt.

Für die Speicherung des Regenwassers, sowie dessen Rückführung in die Kläranlage sind einige Höhenstandsmessungen in den Speicherbecken erforderlich. Die Daten werden in das bestehende Datennetz der Kläranlage eingespeist und zur Leitwarte im Betriebsgebäude übermittelt. Von hieraus erfolgt die Steuerung und Überwachung des gesamten Zulaufbereiches der Kläranlage. Die vorhandene Betriebssoftware der Leitwarte wird um die neuen Anlagenteile erweitert.

3.6 Maschinelle Ausrüstung

Die vorhandene maschinelle Ausrüstung der Kläranlage Rastede ist, bis auf den Räumler der Vorklärung, in einem guten Zustand. Der Vorklärbeckenräumer ist seit 1970 in Betrieb. Der vorhandene Räumler überspannt sowohl das Vorklärbecken als auch das danebenliegende Misch- und Ausgleichsbecken. Die

Antriebe und Getriebe sind stark abgenutzt. Auf Grund des Alters des Räumers ist die Erstzustellversorgung nicht mehr gegeben. Reparaturen am Antrieb des Räumers sind sehr zeit- und kostenaufwendig. Mittelfristig wäre es sinnvoller den Vorklärbeckenräumer komplett zu erneuern. Da das Misch- und Ausgleichsbecken nicht geräumt werden muß kann der neue Räumers wesentlich kleiner ausgeführt werden, da er künftig nur das Vorklärbecken überspannt.

Die Gebläse für die Belüftung der Belebungsbecken sind seit 1990 im Betrieb. Sie haben mit 20 Betriebsjahren die Abschreibungsdauer erreicht. Die Gebläse sind noch in einem guten Zustand und können weiterbetrieben werden. Mittelfristig sollten sie gegen regelbare Gebläse erneuert werden. Diese Gebläse können wesentlich feiner abgestuft werden als die momentan installierten Aggregate. Damit ist ein wirtschaftlicherer Betrieb der biologischen Stufe möglich. Diese Maßnahme sollte erst im Zuge der Erneuerung der Gebläse durchgeführt werden.

Die Entwässerungszentrifuge kann mit stärkerem Motor ausgerüstet werden. Damit ist es möglich die Entwässerungsleistung zu erhöhen, wodurch sich die Laufzeit verringern läßt. Diese Maßnahme sollte erst durchgeführt werden, wenn der Antrieb erneuert werden muß.

Alle Maßnahmen an der maschinellen Ausrüstung können mittelfristig in Angriff genommen werden. Akuter Handlungsbedarf besteht z.Zt. nicht.

3.7 Hauptpumpwerke

3.7.1 HPW Wahnbek

Das Hauptpumpwerk Wahnbek wurde 1989 in Betrieb genommen. Es hat eine Förderleistung von 20 l/s und kann 4.000 Einwohner entsorgen. In Wahnbek sind z.Z. 2.794 Einwohner und 284 gewerbliche Einwohner angeschlossen. Für das angeschlossene Freispiegelkanalnetz ist das Pumpwerk langfristig ausreichend dimensioniert. Das gesammelte Abwasser wird über eine Druckrohrleitung DN 200 direkt zur Kläranlage nach Rastede gefördert.

Da das Schmutzwasserkanalnetz von Wahnbek bei Regenwetter sehr viel Fremdwasser abführt, wurden mit der Inbetriebnahme des Pumpwerkes folgende Klärwerksteile für die Zwischenspeicherung von Abwasser hergerichtet:

Ausgleichsbecken	200 m ³
Belebungsbecken	150 m ³
Nachklärbecken	90 m ³
Schlamm Speicher	160 m ³

Speicherkapazität	600 m ³

Der maximale jährliche Tageszufluß zum Hauptpumpwerk Wahnbek ergibt sich aus den Betriebsbüchern mit $Q = 1.100 \text{ m}^3/\text{d}$. Der Trockenwetterzufluß liegt bei ca. $250 \text{ m}^3/\text{d}$. Die Differenz von $850 \text{ m}^3/\text{d}$ verteilt sich aufgrund des maximal möglichen Zuflusses von 45 l/s im ungünstigsten Fall auf $5,2$ Stunden. In dieser Zeit werden 20 l/s von den Pumpen in die Druckrohrleitung gefördert und 25 l/s auf der Kläranlage gespeichert. Damit ergibt sich das erforderliche Speichervolumen zu:

$$\text{erf. Speichervolumen} = 5,2 * 3.600 * 25 / 1000 = 468 \text{ m}^3$$

Die alten Klärbecken sind stark korrodiert und baufällig. Die Sohle des ehemaligen Belebungsbeckens ist durch drückendes Grundwasser aufgeschwommen. Das Becken kann daher nicht mehr genutzt werden. Die vorhandene Speicherkapazität mit 450 m^3 deckt den Bedarf derzeit noch ab.

Langfristig ist es sinnvoll die nicht mehr benötigten Teile der ehemaligen Kläranlage Wahnbek (Belebungsbecken und Nachklärbecken) zurückzubauen und durch einen neuen Abwasserspeicher mit einem Volumen von 300 m^3 zu ersetzen. Dieser würde in Verbindung mit dem 1984 gebauten Ausgleichsbecken den Speicherbedarf abdecken. Der alte Schlammstapelturm kann dann ebenfalls außer Betrieb gesetzt werden.

3.7.2 HPW Hahn

Analog zu Wahnbek, wurde 1993 die Kläranlage Hahn stillgelegt und das Hauptpumpwerk Hahn in Betrieb genommen. Die Förderleistung des Pumpwerkes beträgt 26. l/s. Damit können rd. 5.000 Einwohner entsorgt werden. Derzeit sind rd. 2646 Einwohner und 269 gewerbliche Einwohnerwerte an das Kanalnetz von Hahn angeschlossen. Da die Bevölkerungsprognose der Gemeinde für Hahn kein Wachstum voraussagt, ist das Hauptpumpwerk langfristig ausreichend bemessen.

Das Belebungsbecken und der Schlamm Speicher der ehemaligen Kläranlage wird seit der Inbetriebnahme des Pumpwerkes als Rohabwasserspeicher bei Starkniederschlägen genutzt. Sie haben ein Volumen von $380 + 170 = 550 \text{ m}^3$.

Die Betriebsaufzeichnungen zeigen, daß die Speicher regelmäßig genutzt werden.

Da das Belebungsbecken nicht zur Abwasserspeicherung konzipiert wurde, bilden sich Ablagerungen, die nur mit unverhältnismäßig hohem Personalaufwand beseitigt werden können. Das Becken wurde 1965 erbaut und zeigt an der Betonoberfläche sehr starke Spuren der Verwitterung. Ein Umbau und eine Sanierung des Beckens ist mit unkalkulierbaren Risiken verbunden, da sich der erforderliche Aufwand erst während der Arbeiten im vollen Umfange zeigt. Es wäre daher sinnvoll auch in Hahn einen neuen Speicherbehälter mit einem Volumen von 500 m^3 zu bauen und das alte Belebungsbecken abzurechen.

3.7.3 Pumpwerk Liethe

Das SW-Pumpwerk Liethe ist wird bei Regenwetter häufig hydraulisch überlastet. Die vorhandene pneumatische Abwasserförderung wurde in den 80er Jahren für eine Förderleistung von 10,0 l/s bemessen. Eine Erhöhung der Förderleistung ist wegen des Druckrohrleitungsquerschnittes (DN 125) und der Länge der Leitung nur im begrenzten Umfang möglich.

Es sollte überprüft werden, wie sich der Abfluß im Einzugsbereich des Pumpwerkes Liethe zusammensetzt und ob ggfls. Fehlanschlüsse am Schmutzwasserkanalnetz vorliegen.

4 Maßnahmen für den langfristigen Erhalt der Kläranlage Rastede

Aus den Ausführungen des Kapitel 3 ergeben sich eine Reihe von erforderlichen Maßnahmen, die nicht im Zuge der laufenden Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden können. In Abhängigkeit von der Dringlichkeit haben wir die Maßnahmen zeitlich wie folgt eingeordnet:

4.1 Dringende Maßnahmen

Akuter Handlungsbedarf besteht beim Zulaufpumpwerk der Kläranlage. Eine Förderschnecke ist bereist stillgelegt. Die andere Förderschnecke zeigt ebenfalls starke Verschleißspuren. Reparaturen an den Förderschnecken sind nicht mehr möglich, da die Korrosion sehr weit fortgeschritten ist. Zur sicheren Aufrechterhaltung des Betriebes der Kläranlage müssen beide Förderschnecken dringend erneuert werden. In Anlage 1 sind die erforderlichen Investitionen aufgeführt.

Kosten für 2 Förderschnecken	149.000 €
-------------------------------------	------------------

4.2 Kurzfristig erforderliche Investitionen (1-2 Jahre)

Die vorhandene Recheneinhausung ist an der Tragkonstruktion stark korrodiert und muß kurzfristig erneuert werden. Da in diesem Zusammenhang die Schalt- und Steuertechnik für das Zulaufpumpwerk, den Rechen und den Sandklassierer erneuert wird, bietet es sich an in diesem Zusammenhang den vorhandenen Schlammstapelturm in einen Abwasserspeicher umzurüsten. Auch die dosierte Zentratwasserzugabe sollte in diesem Bauabschnitt realisiert werden. Es ergeben sich folgende Herstellungskosten:

Abwasserspeicher (Anlage 1)	103.000 €
Recheneinhausung (Anlage 2)	317.000 €
<u>Zentratwasserzugabe (Anlage 1)</u>	<u>27.000 €</u>
<u>Summe :</u>	<u>447.000 €</u>

Die Sanierung der äußeren Betonflächen des Schlammstapelraumes haben wir in die genannten Kosten des Abwasserspeichers aufgenommen.

4.3 Mittelfristig erforderliche Investitionen (2-5 Jahre)

Mittelfristig müssen die folgenden Maßnahmen durchgeführt werden.

Räumer Vorklärbecken	95.000 €
Gebälse Belebung	220.000 €
<u>Betonsanierung</u>	<u>77.000 €</u>
<u>Summe :</u>	<u>392.000 €</u>

4.4 Langfristig erforderliche Investitionen (5-10 Jahre)

Die Umrüstung der Hauptpumpwerke in Hahn und Wahnbek sollte langfristig in Angriff genommen werden.

Abbrucharbeiten Hahn + Speicher Hahn	177.000 €
<u>Abbrucharbeiten Wahnbek + Speicher Wahnbek</u>	<u>152.000 €</u>
<u>Summe :</u>	<u>329.000 €</u>

Aufgestellt:

Westerstede, den 26. Mai 2008

Ingenieurbüro Börjes

- Beratende Ingenieure -



Gemeinde Rastede

Generelle Untersuchung zum erforderlichen Ausbau der Kläranlage Rastede

Anlagen



BERATENDE INGENIEURE

Kostenüberschlag für die Sanierung des Zulaufbereiches

Pos	Menge	Bezeichnung	EP	GP	ScheckenPW GP	Speicher GP	Zentratwasser GP
1	1	Baustelleneinrichtung + -räumung	9.700,00€	9.700,00€	1.900,00€	4.000,00€	3.800,00€
2	2	St Förderschnecken demontieren	3.000,00€	6.000,00€	6.000,00€		
3	2	St Trogförderschnecken Q=70 l/s liefern + montieren	27.000,00€	54.000,00€	54.000,00€		
4	1	Schalt- und Steuertechnik für das Zulaufpumpwerk	12.000,00€	12.000,00€	12.000,00€		
5	1	vorhandene Rohrleitungen innerhalb des Stapelturmes demontieren, Durchführungen wasserdicht verschließen	4.500,00€	4.500,00€		4.500,00€	
6	700	m² Betonfläche Schlammturn und Zulaufpumpwerk reinigen und mit Grundier- und Deckanstrich versiegeln	32,00€	22.400,00€	4.800,00€	17.600,00€	
7	15	m Zulaufleitung PE 100 SDR 17 225*13,4 mm	75,00€	1.125,00€		1.125,00€	
8	15	m Rohrgraben für die Zulauf- und Notüberlaufleitung in Hanschachtung	85,00€	1.275,00€		1.275,00€	
9	1	Formstücke zum Anschluß der Zulaufleitung, Krümmer, etc.	1.500,00€	1.500,00€		1.500,00€	
10	12	m Norüberlaufleitung PE 100 SDR 17 225*13,4 mm liefern und montieren	105,00€	1.260,00€		1.260,00€	
11	2	St. Kernbohrungen DN 300, d=25	500,00€	1.000,00€		1.000,00€	
12	1	Füllstandsmessung für den Stapelbehälter liefern und montieren	2.500,00€	2.500,00€		2.500,00€	
13	2	St Elektrostellschieber für die Druckleitung	3.500,00€	7.000,00€		7.000,00€	
14	300	m² Betonsteinpflaster aufnehmen und wiederverlegen	22,50€	6.750,00€		6.750,00€	
15	1	St Tauchmotorpumpe Q = 70l/s; H = 15 m	8.500,00€	8.500,00€		8.500,00€	
16	1	Schalt- und Steuertechnik für die Entlastungspumpe	7.000,00€	7.000,00€		7.000,00€	
17	1	St Betonfertigteilschacht D=1,20m, t= 1,50 für die Zentratpumpe liefern und einbauen	5.400,00€	5.400,00€			5.400,00€
18	1	St Zentratwasserpumpe mit einer Förderleistung von 3,5 l/s und der verbindenden Druckrohrleitung DN 80	3.700,00€	3.700,00€			3.700,00€
19	1	Schalt- und Steuertechnik für die Zentratdosierung	2.800,00€	2.800,00€			2.800,00€
20	85	m Kabelgraben und Kabel für Stromzuleitung von der Haupteinspeisung	120,00€	10.200,00€	3.200,00€	6.000,00€	1.000,00€
21							
22	1	Erneuerung der Schalt- und Steuertechnik für den Zulaufbereich der Kläranlage	35.000,00€	35.000,00€	27.000,00€	5.000,00€	3.000,00€

Zwischensumme			203.610,00€	108.900,00€	75.010,00€	19.700,00€
Baunebenkosten 15%			30.843,78€	16.310,08€	11.544,62€	2.989,08€
Herstellkosten (netto)			234.453,78€	125.210,08€	86.554,62€	22.689,08€
19% MwSt			44.546,22€	23.789,92€	16.445,38€	4.310,92€
Herstellkosten (brutto)			279.000,00€	149.000,00€	103.000,00€	27.000,00€

Ermittlung der Herstellkosten für die Recheneinhausung

Pos	Menge	Bezeichnung	EP	GP
1	1	Baustelleneinrichtung und -räumung	9.000,00€	9.000,00€
2	1	für den Abbruch des vorhandenen Rechengebäudes	18.000,00€	18.000,00€
3	200	m³ umbauten Raum für die Recheneinhausung erstellen	650,00€	130.000,00€
4	2	Lichtkuppeln	1.500,00€	3.000,00€
5	2	Zugangstüren	2.000,00€	4.000,00€
6	1	Querlüftung incl. Zwangsbelüfter und Luftabsaugung	3.500,00€	3.500,00€
7	4	St Dreh- Kippfenster 1*1 m	1.100,00€	4.400,00€
8	1	Einkapselung des Rechengerrinnes mit Anschluß an die Luftabsaugung	3.500,00€	3.500,00€
9	8	m² Sohlplatte auf Streifenfundament für den Elektroraum		
10	7	m² Spaltklinker für den Fußboden des Elektroraumes	75,00€	525,00€
11	50	m² Spaltklinker innerhalb des Rechen- gebäudes erneuern	85,00€	4.250,00€
11	1	für die Dachentwässerung incl. Ableitung	3.500,00€	3.500,00€
12	1	Rolltor B/H = 4,5/4 m	5.000,00€	5.000,00€
13	1	H2S-Sensor für den Exschutzbereich des Rechens + Be- und Entlüftung	6.500,00€	6.500,00€
14	1	Zusammenführung der Schalt- und Steuertechnik im neuen Elektroraum, Erweiterung der Kläranlagensoftware	32.000,00€	32.000,00€
15	1	für die Hauselektrik	3.800,00€	3.800,00€
Zwischensumme				230.975,00€
15% Baunebenkosten+ Rundung				35.411,55€
Herstellkosten (netto)				266.386,55€
19% Mehrwertsteuer				50.613,45€
<u>Herstellkosten (brutto)</u>				<u>317.000,00€</u>

Kostenüberschlag für die Sanierung der Betonflächen

Menge	Bezeichnung	EP	GP
Nachklärbecken 1			
650	m² Wand- und Sohlflächen gründlich reinigen	8,00€	5.200,00€
1	Risse und Abplatzungen in den Wand- und Sohlflächen wasserdicht spachteln	3.600,00€	3.600,00€
650	m² Wand- und Sohlflächen mit 2-fachem Anstrich auf Epoxidharzbasis sanieren	22,00€	14.300,00€
Regenwasserspeicher			
350	m² Wand- und Sohlflächen gründlich reinigen	8,00€	2.800,00€
1	Risse und Abplatzungen in den Wand- und Sohlflächen wasserdicht spachteln	2.500,00€	2.500,00€
350	m² Wand- und Sohlflächen mit 2-fachem Anstrich auf Epoxidharzbasis sanieren	22,00€	7.700,00€
Schächte			
1	Entspannungsschacht im Zulaufbereich der Kläranlage durch PE-Auskleidung sanieren	15.000,00€	15.000,00€
150	m² Wand- und Sohlflächen gründlich reinigen	8,00€	1.200,00€
1	Risse und Abplatzungen in den Wand- und Sohlflächen wasserdicht spachteln	600,00€	600,00€
150	m² Wand- und Sohlflächen mit 2-fachem Anstrich auf Epoxidharzbasis sanieren	22,00€	3.300,00€
Zwischensumme			56.200,00€
15% Baunebenkosten+ Rundung			8.505,88€
Herstellkosten (netto)			64.705,88€
19% Mehrwertsteuer			12.294,12€
<u>Herstellkosten (brutto)</u>			<u>77.000,00€</u>

Kostenüberschlag Faulturm

Menge	Bezeichnung	EP	GP
1	Baustelleneinrichtung	50.000,00€	50.000,00€
1	Pfahlgründung für den Faulturm	75.000,00€	75.000,00€
1	Erdarbeiten, Wasserhaltung	35.000,00€	35.000,00€
800	m³ Faulturm, in Ortbeton erstellen	540,00€	432.000,00€
450	m² Außenisolierung	75,00€	33.750,00€
1	Zu- und Ablaufleitungen	55.000,00€	55.000,00€
400	m³ Gasbehälter	400,00€	160.000,00€
1	Betriebsgebäude für die Technik	150.000,00€	150.000,00€
1	Außenanlagen, Wege, Beleuchtung	35.000,00€	35.000,00€
Baulicherteil (netto)			975.750,00€
Baunebenkosten (15%)			204.081,93€
Herstellkosten netto			1.179.831,93€
19% Mehrwertsteuer			224.168,07€
Herstellkosten baulicher Teil (brutto)			<u>1.404.000,00€</u>
1	BHKW mit KWK Heizleistung 100 kWh	150.000,00€	150.000,00€
1	Schlammumwälzung	25.000,00€	25.000,00€
1	Schwimmschlammabzug	25.000,00€	25.000,00€
1	Sicherheitsstechnik	55.000,00€	55.000,00€
1	Umrüstung Schlammeindickung	50.000,00€	50.000,00€
1	Schalt- und Steuertechnik	50.000,00€	50.000,00€
1	Netzeinspeisung Strom	20.000,00€	20.000,00€
1	Gasreinigung	30.000,00€	30.000,00€
Baulicherteil (netto)			405.000,00€
Baunebenkosten (15%)			61.386,55€
Herstellkosten netto			466.386,55€
19% Mehrwertsteuer			88.613,45€
Herstellkosten Maschinenteknik (brutto)			<u>555.000,00€</u>
Baulicher Teil			1.404.000,00€
Maschinelle Ausrüstung			555.000,00€
Kosten Faulturm			<u>1.959.000,00€</u>

Berechnung der Jahreskosten

Abschreibung baulich	30,00	46.800,00	€/a
Abschreibung maschinell	15,00	37.000,00	€/a
Abschreibungskosten		83.800,00	€/a
Eigenkapitalverzinsung (auf 50% der Investit	4,00%	39.180,00	€/a
<u>Kapitaldienstkosten</u>		<u>122.980,00</u>	<u>€/a</u>
Wartung+ Instandhaltung	2,00%	11.100,00	€/a
Personalkosten 1h/d	42,00€	9.240,00	€/a
Energiekosten:			
Schlammumwälzung 2,5 kW	21.900,00	3.285,00	€/a
ÜS-Eindickung 20 kW 2h/d	8.800,00	1.320,00	€/a
Schlammheizung aus BHKW		0,00	€/a
FM-Kosten ÜS-Schlamm		7.500,00	€/a
<u>Betriebskosten</u>		<u>32.445,00</u>	<u>€/a</u>
<u>Jahreskosten Faulturm</u>		<u>155.425,00</u>	<u>€/a</u>

Einsparungen bei Faulturmbetrieb

Kalk-Kosten		17.000,00
Entsorgungskosten -25%		26.144,30
Einsparung Stromkosten	13,89	60.847,67
Erdgas für Gebäudeheizung		4.686,59
<u>Einsparungen</u>		<u>108.678,56 €/a</u>
<u>Bilanz</u>		<u>-46.746,44 €/a</u>

Kostenüberschlag für einen Rohabwasserspeicher in HahnVolumen = 500 m³

D = 10,00 m

H 1 = 5,40 m

H 2 = 2,89 m

Sohlneigung = 30 °

Pos	Menge	Bezeichnung	EP	GP
1	1	Baustelleneinrichtung		6.131,27€
2	1	Wasserhaltung	15.000,00€	15.000,00€
3	400	m ³ Aushub	8,50€	3.400,00€
4	200	m ³ Füllsand zum Bodenaustausch	10,00€	2.000,00€
5	95	m ² Planum aus Magerbeton	11,00€	1.045,00€
6	50	m ³ Beton für den Trichter	290,00€	14.500,00€
7	60	m ³ Beton für Zylinderwand	290,00€	17.400,00€
8	180	m ² Schaltung	56,59€	10.186,20€
9	17	Mg Betonstahl	1.534,95€	26.094,19€
10	1	Entlastungspumpe Q = 25 l/s	4.500,00€	4.500,00€
11	1	Schalt- und Steuertechnik	3.500,00€	3.500,00€
12	1	Rohrleitungen, Schieber	25.000,00€	25.000,00€
Zwischensumme				128.756,66€
15% Baunebenkosten + Rundung				19.982,84€
Herstellkosten (netto)				148.739,50€
19% Mehrwertsteuer				28.260,50€
<u>Herstellkosten (brutto)</u>				<u>177.000,00€</u>

Kostenüberschlag für einen Rohabwasserspeicher in WahnbekVolumen = 500 m³

D = 10,00 m

H 1 = 5,40 m

H 2 = 2,89 m

alfa = 30,00 °

Pos	Menge	Bezeichnung	EP	GP
1	1	Baustelleneinrichtung		5.281,27€
2	400	m ³ Aushub	8,50€	3.400,00€
3	95	m ² Planum aus Magerbeton	11,00€	1.045,00€
4	50	m ³ Beton für den Trichter	290,00€	14.500,00€
5	60	m ³ Beton für Zylinderwand	290,00€	17.400,00€
6	180	m ² Schaltung	56,59€	10.186,20€
7	17	Mg Betonstahl	1.534,95€	26.094,19€
8	1	Entlastungspumpe Q = 25 l/s	4.500,00€	4.500,00€
9	1	Schalt- und Steuertechnik	3.500,00€	3.500,00€
10	1	Rohrleitungen	25.000,00€	25.000,00€
Zwischensumme				110.906,66€
15% Baunebenkosten + Rundung				16.824,43€
Herstellkosten (netto)				127.731,09€
19% Mehrwertsteuer				24.268,91€
<u>Herstellkosten (brutto)</u>				<u>152.000,00€</u>