

Bezirksregierung Düsseldorf

Fortbildungsprüfung Geprüfter Abwassermeister/Geprüfte Abwassermeisterin

22.11.2011

Datum

Handlungsspezifische Qualifikationen

Handlungsbereich: Organisation

Prüf. Nr.: _____

(Vom Teilnehmer einzutragen!)

Aufgabe	Punkte	erreichte Punkte
Teil I Aufgaben a-f	39	
Teil II 1	30	
2	20	
3	5	
4	30	
5	8	
6	5	
Teil III	15	
Teil IV	30	
Summe	182	

$$* \frac{100}{182} = \text{_____ Punkte}$$

Datum

Prüfer 1

Prüfer 2

Aufgabenstellung

Thema: „Energieanalyse des elektrischen Energieverbrauchs der KA
Musterhausen“

Ziel der Aufgabe ist es, eine Analyse der Energie - Verbrauchsdaten für das **Jahr 2010** durchzuführen, um mögliche Einsparpotentiale festzustellen und wirtschaftlich umzusetzen.

Situationsbeschreibung

Die Kläranlage Musterhausen ist eine Kläranlage mit einer Ausbaugröße von **190000 EW**. Das Abwasser wird über ein Pumpwerk in die Kläranlage gehoben. Eine Übersicht ist in der **Anlage 4** dargestellt.

Die Energieversorgung erfolgt über eine Paralleleinpeisung des EVU's. Weiterhin verfügt die Kläranlage über zwei Blockheizkraftwerke, die ausschließlich mit Klärgas betrieben werden. An die Motoren sind zwei Generatoren gekoppelt, die einen Teil der elektrischen Energie erzeugen. Die erzeugte elektrische Energie wird in das Niederspannungsnetz der Kläranlage eingespeist.

Als Meister der Anlage haben Sie von Ihrem Vorgesetzten die Aufgabe bekommen die notwendigen Verbrauchsdaten Ihrer Anlage zusammenzustellen und eine „Energieverbrauchsanalyse“ durchzuführen.

Für die Analyse haben Sie das Formular Energieanalyse **(Vordruck 3)** bekommen, das Sie unter Berücksichtigung Ihrer Anlagendaten ausfüllen sollen.

Für die Zusammenstellung der benötigten Daten stehen Ihnen unterschiedliche Tabellen zur Verfügung, die in der Zusammenstellung der Anlagen aufgeführt sind.

!! Bevor der Vordruck 3 „Formular Energieanalyse“ ausgefüllt wird, müssen die Basisdaten errechnet und die Daten in den Vordrucken 1 und 2 gemäß den Aufgaben vervollständigt werden !!

AWM 2011 Handlungsspezifische Qualifikationen
Schriftliche Situationsaufgabe im Handlungsbereich **Organisation**

Aufgaben

Füllen Sie das Formular Energiebericht **(Vordruck 1)** der Kläranlage Musterhausen unter Berücksichtigung der Daten aus den Aufgaben **Teil I – Teil IV** vollständig aus.

Dabei gehen Sie wie folgt vor:

Teil I

Berechnung von Basisdaten für die Energiebetrachtung der KA Musterhausen:

- a) Ermitteln Sie mit den vorgegebenen Betriebsdaten **(Anlage 2)** die tägliche BSB₅-Schmutzfracht im Zulauf der KA Musterhausen und geben Sie die Anzahl der angeschlossenen EW an.
- b) Wie hoch ist die Rohschlamm menge die täglich in den Faulbehälter gepumpt werden muss?
- c) Berechnen Sie die tägliche organische Feststofffracht im Zulauf der Schlammfäulung.
- d) Wie hoch ist der tägliche Gasanfall, wenn man von einer durchschnittlichen Gasproduktion von 40 l/EW x d ausgeht?
- e) Ermitteln Sie mit den Werten aus den Teilaufgaben c) und d) die spezifische Faulgasproduktion pro kg oTR und vergleichen Sie den daraus resultierenden IST-Wert mit dem Richtwert und dem Idealwert aus dem Energienachweis.
Bewerten und erläutern Sie das Ergebnis.
- f) Ein Kubikmeter Methan hat einen Energiegehalt von ca. 10 kWh. Berechnen Sie mit den vorgegebenen Betriebswerten das maximale mögliche Potential an erzeugbarer elektrischer Energie für die KA Musterhausen. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Stromproduktion des letzten Betriebsjahres.
Bewerten Sie die Betriebssituation der Kläranlage und zeigen ggf. vorhandenes Verbesserungspotential auf.

Teil II

1. Füllen Sie die Tabelle Verbrauchsdaten KA Musterhausen (**Vordruck 2**) unter Berücksichtigung der Daten aus Tabelle Kennzahlen KA Musterhausen (**Anlage 1**) aus.
2. Tragen Sie Ihre ermittelten Daten in die **stark umrahmten Zellen** des Energieberichts (**Vordruck 1**) ein.
3. Berechnen Sie die Benutzungsstunden der Leistungsspitze aus dem Quotienten aus **Energiebezug EVU** und **Jahresmittel Leistungsspitze**.
4. Erstellen oder vervollständigen Sie folgende Balkendiagramme im Energiebericht (**Vordruck 1**):
 - Diagramm Strombezug
 - Diagramm Eigenenergieerzeugung
 - Diagramm Gesamtverbrauch
5. Unterteilen und berechnen Sie die anteiligen Energieverbräuche aus **Anlage 1 Kennzahlen** sowohl **prozentual** als auch **absolut** in folgende Kategorien
 - Mechanik
 - Biologie
 - Schlammbehandlung
 - Sonstige
6. Erstellen Sie im Energiebericht (**Vordruck 1**) im Feld „**Diagramm Gesamtverbrauch der Verfahrensstufen**“ ein Tortendiagramm aus den **prozentualen** und **absoluten** Anteilen aus **Aufgabe 5** der Gesamtverbräuche der Verfahrensstufen.

Teil III

Füllen Sie mit Ihren ermittelten Daten das Formular Energieanalyse (**Vordruck 3**) aus.

Teil IV

Vergleichen Sie die **Ist-Werte** mit den **Richtwerten** aus der Tabelle Verbrauchsdaten KA Musterhausen (**Vordruck 2**) und beschreiben Sie **ausführlich** die Umsetzung eines **Projekts** aus dem Bereich Biologie, mit dessen Umsetzung Sie das wirtschaftlichste Einsparpotential erzielen können. Für die Berechnung Ihres Projekts gehen Sie davon aus, dass Sie mit der Umsetzung des Projekts den **mittleren Richtwert** einhalten können.

Folgende Hinweise sollen Sie in Ihrem Projekt berücksichtigen:

- energetische Einsparungen pro Jahr
- mögliche Investitionssumme aus den Einsparungen pro Jahr für einen Betrachtungsraum von 5 Jahren;
- Nachweis der Plausibilität der verwendeten Daten

Anlagen zur Aufgabe **Organisation**

- **Anlage 1** Kennzahlen KA Musterhausen (3 Seiten)
- **Anlage 2** Betriebsdaten der Kläranlage Musterhausen
- **Anlage 3** Beschreibung zur Durchführung einer groben Energieanalyse
- **Anlage 4** Übersicht Kläranlage Musterhausen

Nachfolgende Vordrucke liegen Ihnen separat vor:

- **Vordruck 1** Formular Energiebericht
- **Vordruck 2** Formular Verbrauchsdaten
- **Vordruck 3** Formular Energieanalyse (2 Seiten)
- **Vordruck 4** Energiedaten 2010

	Ist-Werte	Richtwerte	Abweichende	Energieverbrauch
	kWh/EW*a	kWh/EW*a	Einheit	kWh/a
Regenüberlaufbecken	0,84	0,20 - 0,60		90461
Kennwert bezogen auf m ³ Entleerungsmenge & m Förderhöhe	12,36	4,00	Wh/m ³ *m	
Förderhöhe	7		m	
Entleerungsmenge	1045440		m ³	
Volumen	20000		m ³	
Hebwerk	6,40	0,50 - 3,00		688114
Kennwert pro m ³ Fördermenge & m Förderhöhe	5,6	3 - 11	Wh/m ³ *m	
Förderhöhe	7,5		m	
Rechen	0,20	0,10 - 0,20		22006
Kennwert bezogen auf m ³ Abwasser	1,3	0,5 - 1,5	Wh/m ³	
Abwassermenge	16442391		m ³	
Sandfang	1,62	0,50 - 1,00		174216
Sandfanggebläse	10,41	3,30	Wh/m ³	171208
Sandfangräumer	0,07	0,30	Wh/m ³	1184
Sandentnahmepumpe	0,06	0,70	Wh/m ³	995
Sandfanggutwäscher	0,05	1,20	Wh/m ³	829
Sandfanggebläse	1,59	0,29		
Sandfangräumer	0,01	0,03		
Sandentnahmepumpe	0,01	0,06		
Sandfanggutwäscher	0,01	0,11		
Sandfang gesamt	1,62	0,50		
	Ist-Wert	Modellanlage		
	kW	kW		
mittlere Sandfanggebläseleistung	ca. 20	3,3		
	m ³ Luft/(m ³ *h)	m ³ Luft/(m ³ *h)		
Lufteintrag Sandfanggebläse (max.)	1,71	0,5		
Luftmenge Gebläse Stufe 1	384	m ³ /h		10096,4h in 2010 in Betrieb
Luftmenge Gebläse Stufe 2	870	m ³ /h		6866,7h in 2010 in Betrieb
Sandfangvolumen	660	m ³		
Vorklärung	1,32	0,10 - 0,20		142098
VK ohne Vorversäuerungseindicker	1,10	0,10 - 0,20		118192
Vorversäuerungseindicker	1,45	---	Wh/m ³	23906
Vorklärbeckenräumer	0,68	4	Wh/m ³	11150
Primärschlammumpwerk (inkl. Maz.)	7	0,7	Wh/m ³	107041
PS-PW ohne Mazeratoren	2	0,7	Wh/m ³	40212
Vorversäuerungseindicker	0,22	---		
Vorklärbeckenräumer	0,10	0,1		
Primärschlammumpwerk	1,0	0,0		

	Ist-Werte	Richtwerte	Abweichende	Energieverbrauch
	kWh/EW*a	kWh/EW*a	Einheit	kWh/a
Belebung	24,50	21,00		2635966
Belüftung/Gebläse	93,23	153,50	Wh/m ³	1533000
Umwälzung	45,13	19,6	Wh/m ³	742041
Rezirkulation	3,47	5,7	Wh/m ³	57079
Rücklaufschlammförderung	18,48	6,9	Wh/m ³	303845
Belüftung/Gebläse	14,25	13,72		
Umwälzung	6,90	1,75		
Rezirkulation	0,53	0,51		
Rücklaufschlammförderung	2,82	0,6		
Umwälzung	6,90	1,8		
Rührwerke	Art	Anzahl	Leistung	Beckenvolumen
Anaerobbecken	Sohlrotor	2	22	6340
Denitrifikation I	Sohlrotor	2	11,0	2943
Denitrifikation II	Sohlrotor	2,0	11,0	2943
Denitrifikation III	Sohlrotor	2,0	11	2943
Richtwertbereich nach MUNLV		1,5 - 3,0	Wh/m ³	
Ansatz bei älteren Kläranlagen		3,0 - 8,0	Wh/m ³	
Nachklärung	0,68	0,15 - 0,30		72953
Nachklärbeckenräumer	1,23	1,2	Wh/m ³	20180
Überschussschlammumpwerk	3,21	0,4	Wh/m ³	52774
Nachklärbeckenräumer	0,19	0,11		
Überschussschlammumpwerk	0,49	0,04		
Fällmitteldosierung	0,07	0,04 - 0,08		7427
Dosierpumpe	0,04	---	Wh/m ³	678
Fällmitteldosierung gesamt	0,45	0,5	Wh/m ³	7428
Filtration	6,00	2,00 - 4,00		645312
Anheben des Abwassers	30,3	15,0	Wh/m ³	498286
Flockungsmitteldosierung	0,0	0,2	Wh/m ³	0
Spülung - Spülluft	0,4	1,2	Wh/m ³	6192
Spülung - Spülwasser	0,5	3,0	Wh/m ³	8092
Schlammwasserrückführung	0,6	3,0	Wh/m ³	10013
Gerinnegebläse	6,8	---	Wh/m ³	112598
Schieber	0,1	---	Wh/m ³	1395
Steuerung	0,5	---	Wh/m ³	8736
Filtration gesamt	39,3	22,4	Wh/m ³	
Anheben des Abwassers	4,63	1,34		
Flockungsmitteldosierung	0,00	0,02		
Spülung - Spülluft	0,06	0,11		
Spülung - Spülwasser	0,08	0,27		
Schlammwasserrückführung	0,09	0,27		
Gerinnegebläse	1,05	---		
Schieber	0,01	---		
Steuerung	0,08	---		
Filtration gesamt	6,00	2,00		

Anlage 1 "Kennzahlen" KA Musterhausen

!!ACHTUNG!!

Einheiten in Spalte "Abweichende Einheiten" beachten

	Ist-Werte	Richtwerte	Abweichende	Energieverbrauch
	kWh/EW*a	kWh/EW*a	Einheit	kWh/a
Betriebsgebäude	1,00	0,18 - 0,36		107820
Außenbeleuchtung	1,04	---	Wh/m ³	17066
Messtechnik allgemein	2,66	---	Wh/m ³	43680
Sonstiges	2,66	---	Wh/m ³	43680
Grundwasser	0,21	---	Wh/m ³	3395
Brauchwasser	0,33	0,26 - 0,52		35122
Kennwert pro m ³ Brauchwasser	70,8	0,25 - 0,50	kWh/m ³	
Brauchwassermenge	495,9		m ³	
Heizung	0,11	0,37 - 0,74		11414
Elektrizitätsverbrauch	76	30 - 100	kWh/d (Heizperiode)	
Heizperiode	150		d	
Lüftungsanlagen	0,10	0,15 - 0,30		10339
Elektrizitätsverbrauch	vernachlässigen	5 - 8	kWh/d pro 1.000 m ³ /h Luftmenge	
Luftmenge Ventilatoren	vernachlässigen	m ³ /h	m ³ /h	
Schlammbehandlung				
anaerob mesophile Stabilisierung	3	1,90 - 3,80		325994
Faulschlammumpwerk zur SSK	0,92	---		99072

Anlage 2 Betriebsdaten der KA Musterhausen

Betriebsdaten

Einwohnergleichwert Zulauf KA = 60 g BSB₅/EW x d

Jahresabwassermenge = 16,4 Mio. m³

BSB₅-Zulauf KA = 145 mg/l (Durchschnittswert aus Jahresbericht SüwV)

Primärschlammanfall = 180 m³/d

ÜSS aus Rücklaufschlamm = 850 m³/d

TS_{RS} = 7 g/l

TS_{BB} = 3,3 g/l

TS eingedickter ÜSS = 5 %

Feststoffgehalt Primärschlamm (PS) = 4,5 %

Organischer Feststoffgehalt (PS) = 75 %

Organischer Feststoffanteil im Belebtschlamm = 60 %

Faulgasnutzung auf der KA Musterhausen:

Methangehalt Faulgas = 62 %

Elektrischer Wirkungsgrad BHKW = 35 %

Eigenerzeugte Energie = 1433 MWh/a

Faulgasverbrauch BHKW = 640.000 m³/a

Fackelverluste = 140.000 m³/a

Faulgasverbrauch Heizung = 390.000 m³/a

Anlage 3

Beschreibung zur Durchführung einer groben Energieanalyse

Anlagedaten erheben

Als Grundlage einer energetischen Grob- oder Feinanalyse müssen Sie zuerst die Anlagedaten eingeben.

Geben Sie die Anlagedaten direkt in die entsprechenden Eingabefelder in der geforderten Einheit ein.

Achten Sie darauf, dass die Angaben vollständig sind, ansonsten immer Schätzwerte eingeben.

Energiekosten eingeben

Geben Sie die gesamten, Energieverbrauchskosten für das Betriebsjahr (inkl. Leistungspreis, Gebühren, etc.) direkt in die entsprechenden Eingabefelder ein.

Die effektiven mittleren Energiepreise müssen daraus berechnet werden.

Grobanalyse

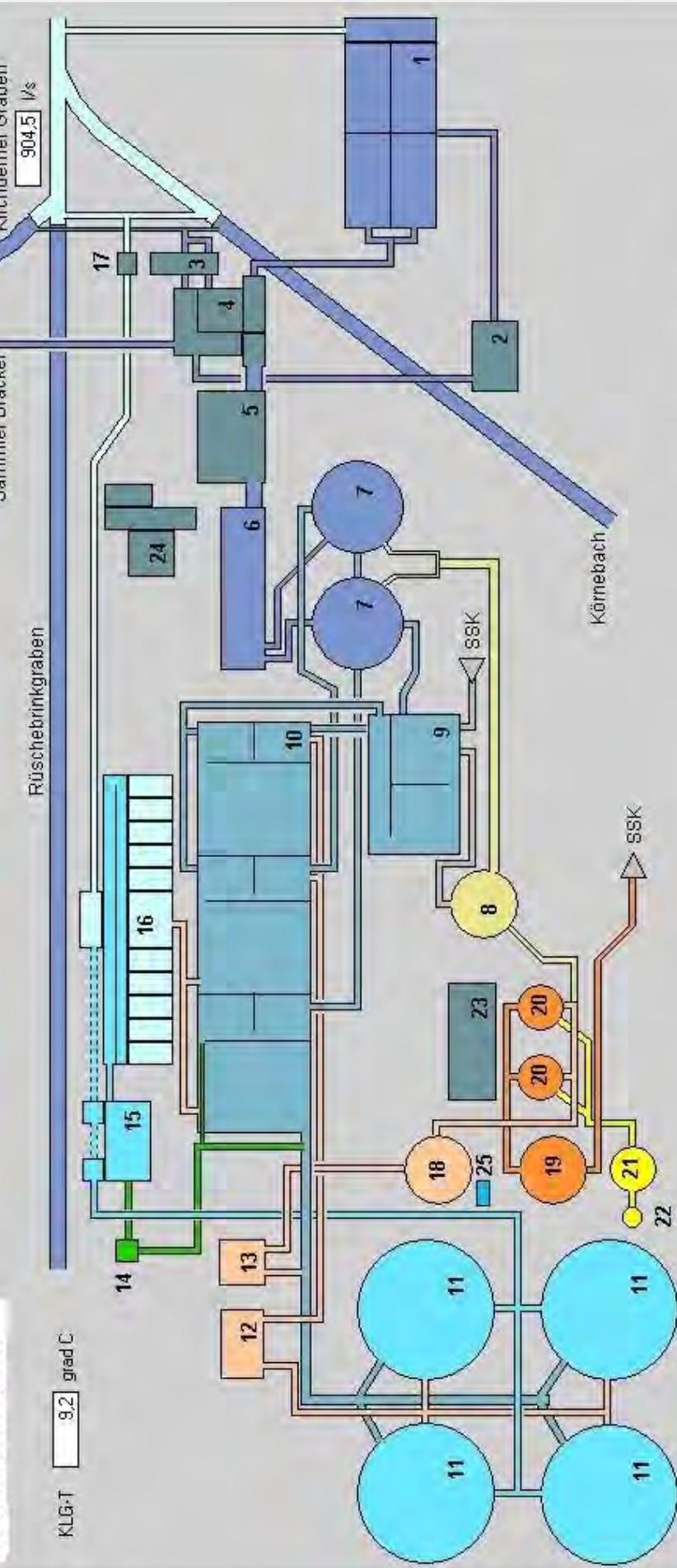
Eine Grobanalyse besteht im Wesentlichen aus:

- dem Erfassen des Energieverbrauchs und der Energiekosten,
- einer Bewertung des aktuellen energetischen Zustandes der Kläranlagen anhand der Beurteilungskriterien
- einer Auflistung von Sofortmaßnahmen,
- einer Auflistung von weiteren möglichen Maßnahmen und einer Abschätzung der Energiepotenziale und ihrer Wirtschaftlichkeit,
- einer Empfehlung über das weitere Vorgehen zur energetischen Optimierung der Kläranlagen.

Anlage 4: Übersicht

Überblick **zuletzt** **Rechenhaus** **Sandfang** **Vorklärung** **Schwimmschlamm** **Versäuerung** **Anaerobbecken** **Belebung** **Gebäsestation** **Nachklärung** **Filtration** **Ablauf** **UESED + FSVB** **Schlammbeh.** **Gassystem** **BHKW** **Brauchwasser** **Pumpwerke A/B** **Messungen** **E - Anlage** **Lastmanagement** **Konfiguration**

KA Musterhausen



- 1 Regenüberlaufbecken
- 2 Entleerungspumpwerk
- 3 Grobrechen
- 4 Zulaufpumpwerk
- 5 Rechen- und Klassieranlage
- 6 Sand- und Fettfang
- 7 Vorklärbecken
- 8 VKS-Versäuerungsbecken
- 9 Anaerobbecken
- 10 Belebung
- 11 Nachklärbecken
- 12 Rücklaufschlammumpwerk
- 13 Überschussschlammumpwerk
- 14 Fällmittelstation
- 15 Filterhebewerk
- 16 Filtration
- 17 Mengenschlammmeindicker
- 18 Überschussschlammmeindicker
- 19 Faulschlammvorlagebehälter
- 20 Faulbehälter
- 21 Gasbehälter
- 22 Gasfackel
- 23 Maschinenhaus
- 24 Betriebsgebäude
- 25 Container (ÜSS-Eindickung)

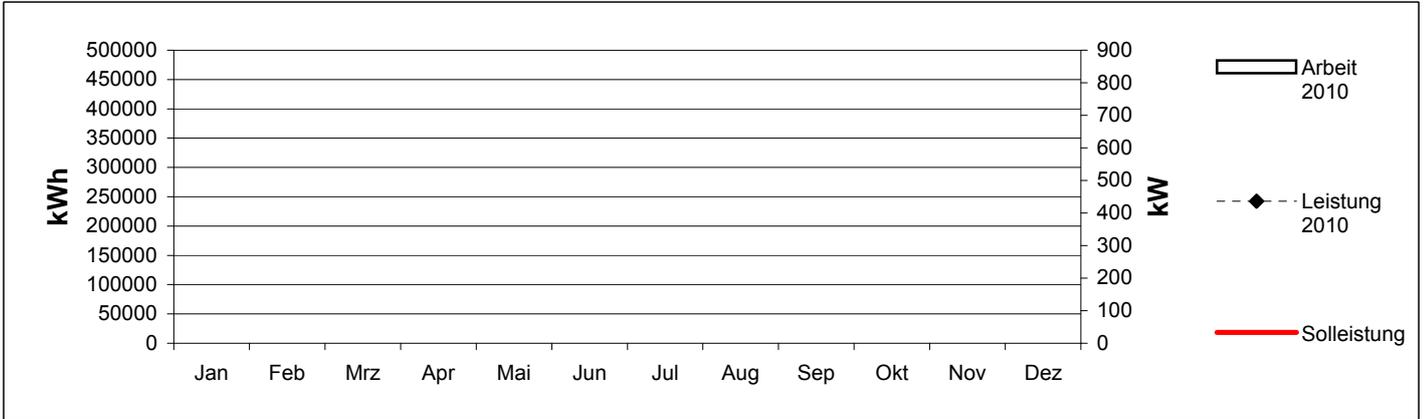
BG-HV E MH-HV E RH-UV E ZLPW/ELPW E FMS E FILE EMSy+ Kontrollinheit Sammelquittierung

Drücken Sie F1, um Hilfe zu erhalten. | 127.0.0.1 | 01.08.2010 15:45:34 *

Kläranlage	Musterhausen	Typ:	DNF (Filtration)
------------	--------------	------	------------------

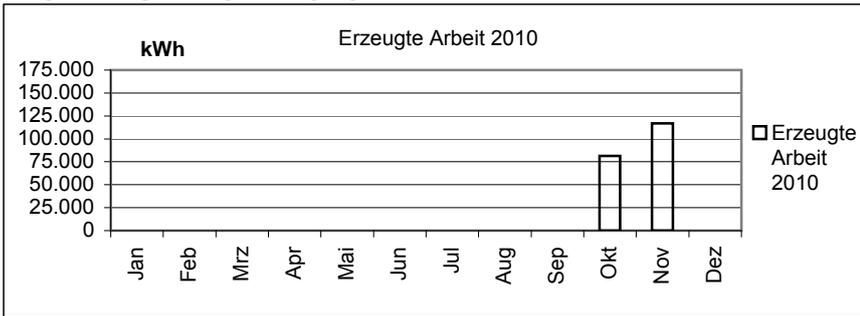
Ausbaugröße:EW	
Angeschlossen:EW	

Diagramm Strombezug



Bezugskosten	€/a	ct/kWh	Bezug EVU kWh	Benutzungsstd.	Leistungsspitze	
					Mittel 12 Mon.-Max	Jahres-Max
2010						

Diagramm Eigenenergieerzeugung



Rohschlamm		m ³ /a
		tTS/a
prod. Klärgas		m ³ /a
Verbrauch BHKW		m ³ /a
Verbrauch Heizung		m ³ /a
Verbrauch Fackel		m ³ /a
Energieinhalt		kWh/m ³

Diagramm Gesamtverbrauch

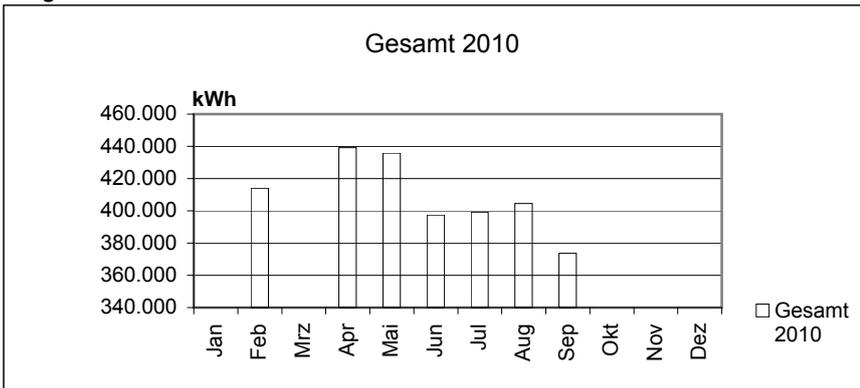


Diagramm Gesamtverbrauch der Verfahrensstufen

Spezifischer Energieverbrauch	2010	Benchmark	Ist kWh
Gesamt kWh/EW*a		18,16	gesamt Energie
Biologie kWh/EW*a		10,68	
Anteil der Eigenstromerzeugung		60%	produzierte Energie

--	--	--	--

AWM 2011 Handlungsspezifische Qualifikationen
Schriftliche Situationsaufgabe im Handlungsbereich **Organisation**

Vordruck 3 „Formular Energieanalyse“

Prüf. Nr. _____
(vom Teilnehmer eintragen)

Anlagedaten

Betriebsjahr	<input type="text"/>	
Einwohnerwert Ausbau	<input type="text"/>	[EW]
BSB5 (aktuelle Frachtbelastung Zulauf KA)	<input type="text"/>	[t/a]
Angeschlossene Einwohner	<input type="text"/>	[Einw.]
C-Abbau (Schlammalter ca. 5 Tage)	<input type="text" value="Ja/nein"/>	
Nitrifikation (Schlammalter ca. 13 Tage)	<input type="text" value="Ja/nein"/>	
Nitrifikation (Schlammalter > 25 Tage)	<input type="text" value="Ja/nein"/>	
Filtration	<input type="text" value="Ja/nein"/>	
		[m]
Abwasseranfall	<input type="text"/>	[m ³ /a]
Rohschlammfall	<input type="text"/>	[m ³ /a]
Trockensubstanz im Rohschlamm	<input type="text"/>	[t TR/a]
Organischer Anteil Schlammeintrag in Faulung	<input type="text"/>	[t oTR/a]
Faulgasanfall gesamt [Normkubikmeter]	<input type="text"/>	[Nm ³ /a]
Faulgasnutzung Kessel	<input type="text"/>	[Nm ³ /a]
Faulgasnutzung BHKW	<input type="text"/>	[Nm ³ /a]
Faulgasverkauf	<input type="text"/>	[Nm ³ /a]
Abfackelung Faulgas	<input type="text"/>	[Nm ³ /a]
<hr/>		
Elektrizitätsproduktion intern (BHKW)	<input type="text"/>	[MWh/a]
Einkauf Elektrizität (Netz EVU)	<input type="text"/>	[MWh/a]
Elektrizitätsverbrauch Belebung	<input type="text"/>	[MWh/a]
Endenergieverbrauch Elektrizität gesamt	<input type="text"/>	[MWh/a]

AWM 2011 Handlungsspezifische Qualifikationen
Schriftliche Situationsaufgabe im Handlungsbereich **Organisation**

Vordruck 3 „Formular Energieanalyse“

Prüf. Nr. _____
(vom Teilnehmer eintragen)

Energieverbrauch	Eigenproduktion	Einkauf	Gesamt
Elektrizität Endenergieverbrauch gesamt	MWh/a	MWh/a	MWh/a
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Energie- verbrauchs- kosten	spezifischer Energiepreis	Energie- verbrauchs- kosten	Anteil
	ct/kWh	€/a	%
Endenergiekosten gesamt	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Energienachweis	IST-Zustand	Richtwert	Idealwert
gesamter spez. Elektrizitätsverbrauch pro EW BSB	kWh/EW a <input type="text"/>	kWh/EW a 32,8	kWh/EW a 25,8
spez. Elektrizitätsverbrauch Belebung pro EW BSB	kWh/EW a <input type="text"/>	kWh/EW a 21,0	kWh/EW a 16,0
Grad der gesamten Faulgasnutzung	<input type="text"/>	%	%
Grad der Faulgasumwandlung in Kraft/Elektrizität	<input type="text"/>	98	99
		31 %	32 %
spez. Faulgasproduktion pro kg oTR eingetragen	l/kg oTR <input type="text"/>	l/kg oTR 450	l/kg oTR 475
Eigenversorgungsgrad Elektrizität	%	%	%
	<input type="text"/>	54	70

