



ABWASSERVERBAND

Bickenbach, Seeheim - Jugenheim



Installation einer Mikrogasturbine



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in Ihre Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



***Eine mit Klärgas betriebene
Mikrogasturbine vom Typ Capstone C 65***

wurde von der Europäischen Union
aus dem Europäischen Fonds
für regionale Entwicklung
über das Land Hessen kofinanziert.

Hier produziert eine mit Klärgas betriebene
Mikrogasturbine vom Typ Capstone C65
Wärme und Strom für die Abwasserreinigung.



ABWASSERVERBAND
Bickenbach, Seeheim - Jugenheim



ZWISCHENBERICHT

I. INHALTSVERZEICHNIS

<u>I.</u>	<u>INHALTSVERZEICHNIS</u>	<u>I</u>
<u>II.</u>	<u>VERZEICHNIS DER TABELLEN</u>	<u>II</u>
<u>III.</u>	<u>VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN</u>	<u>III</u>
<u>1</u>	<u>AUSGANGSSITUATION UND BESCHREIBUNG</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ZUSAMMENFASSUNG DER BETRIEBSDATEN</u>	<u>2</u>
2.1	GASANALYSE	2
2.2	KLÄRGASANFALL	3
2.3	BETRIEBSSTUNDEN UND STARTS	5
2.4	STROMERZEUGUNG	7
2.5	WÄRMENUTZUNG	9
2.6	EIGENERZEUGUNGSRATE KWS	9
2.7	WIRKUNGSRADE	11
<u>3</u>	<u>BETRIEBSWEISE UND STÖRUNGEN</u>	<u>13</u>
3.1	STÖRUNGEN	13
3.2	WARTUNG UND WARTUNGSKOSTEN	13
<u>4</u>	<u>AUSBLICK UND WEITERES VORHABEN</u>	<u>17</u>
<u>5</u>	<u>ANHANG</u>	<u>18</u>

II. VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1 Parameter des anfallenden Klärgases	3
Tabelle 2 Massenströme des Klärgases 2010 - 2013	4
Tabelle 3 Starts der Mikrogasturbine	5
Tabelle 4 Betriebsstunden der Mikrogasturbine	6
Tabelle 5 Stromerzeugung durch die MGT 2010 - 2013	8
Tabelle 6 Stromverbrauch und – kosten	9
Tabelle 7 Wirkungsgrad der Mikrogasturbine	12
Tabelle 8 Vertraglicher Leistungsumfang Fa. Wels Strom GmbH	14
Tabelle 9 Tatsächlicher Leistungsumfang Fa. Wels Strom GmbH	15
Tabelle 10 Monatliche Wartungskosten bezogen auf kWh und Bh	16
Tabelle 11 Strombilanz der Verbandskläranlage Bickenbach	18

III. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1 Massenströme des anfallenden Klärgases 2010 – 2013	4
Abbildung 2 Betriebsstunden der Mikrogasturbine 2011-2013	7
Abbildung 3 Stromerzeugung durch die MGT 2011 – 2013	8
Abbildung 4 Strombilanz 2011 – 2013	10
Abbildung 5 Gesamtübersicht Strombilanz 2011 - 2013	11
Abbildung 6 Gasaufbereitung in Außenaufstellung	19
Abbildung 7 Mikrogasturbine mit nachgeschaltetem Wärmetauscher	20

1 Ausgangssituation und Beschreibung

Motiviert durch die zunehmenden positiven Erfahrungen hinsichtlich der Verwendung von innovativen Mikrogasturbinenanlagen zur betriebsinternen Nutzung des anfallenden Klärgases, wurde in der Verbandskläranlage Bickenbach der Einbau einer solchen Anlage durchgeführt.

Ziel war es, die anfallenden thermisch nicht verwertbaren überschüssigen Klärgasanteile nicht wie bisher ungenutzt abzufackeln, sondern diese Form der regenerativen Energie rationell zu nutzen, um den Bedarf an Erdgas zu minimieren.

Das Klärgas wird in diesem Prozess, an deren Beginn die Verbrennung des Klärgases steht, auf zweierlei Weise genutzt. Zum einen wird die entstandene Wärme durch die Mikrogasturbine in nutzbaren Strom umgewandelt, zum anderen wird die im Abgasstrom verbleibende Wärmeenergie mithilfe eines Wärmetauschers dem klärwerksinternen Heizkreislauf hinzugefügt. Dieser beheizt einerseits das Betriebsgebäude, das Deammonifikationsbecken und andererseits vor allem die Faulbehälter. Bislang konnte das Gas nur zum Betrieb der Heizungsanlage verwendet werden, wodurch in den Sommermonaten erhebliche Überschüsse ungenutzt abgefackelt werden mussten.

Durch die Nutzung des Klärgases und der damit verbundenen Reduktion der Erdgasnutzung, kann der CO₂ Ausstoß aus fossilen Energieträgern zur Energieerzeugung, mit dem Ziel der Aufrechterhaltung des Klärwerksbetriebes, gesenkt werden.

2 Zusammenfassung der Betriebsdaten

2.1 Gasanalyse

Es liegen derzeit vier Prüfberichte vor. Zwei der Probenahmen erfolgten in der Zeit vor der Inbetriebnahme der Mikrogasturbine. Zum einen am 31.05.2010, zum anderen am 26.11.2010. Eine weitere Probenahme erfolgte am 21.11.2011 zu der Zeit der Installation der Mikrogasturbine. Die aktuellste Probenahme erfolgte am 15.01.2013. Im Nachfolgenden die Tabelle 1, die die Zusammensetzung der für die Verwendung des Klärgases in der Mikrogasturbine wichtigen Parameter darstellt. Die Analysen 2010 – 2011 wurden von dem Labor Fa. Dr. Graner & Partner GmbH durchgeführt. Die aktuellste Analyse Januar 2013 wurde erstellt von dem Labor Fa. Böhler. Die Labore verwendete unterschiedliche Verfahren im Rahmen ihrer Analyse. Fa. Dr. Graner & Partner GmbH verwendete zur Bestimmung der Halogenkonzentrationen die Wickbold-Verbrennung, das Labor Fa. Böhler hingegen das Headspace Gaschromatographie/Massenspektrometer Verfahren. Die unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen der Verfahren gegenüber den zu erfassenden Verbindungen, könnten zu den abweichenden Ergebnissen bei der Erfassung der Halogenkonzentrationen geführt haben. Die Bestimmungsgrenze der Wickbold-Verbrennung für diesen Parameter liegt bei 1 mg/m³, die Bestimmungsgrenze bei der Headxpace CG/MS liegt bei 1,6 mg/m³ für die organischen Chlorverbindungen und bei 0,3 mg/m³ für die organischen Fluorverbindungen.

Dadurch, dass die Proben nur sehr kleine Momentaufnahmen sind, können sie nur eine grobe Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse liefern.

Tabelle 1 Parameter des anfallenden Klärgases

Parameter:	Datum der Probenahme					Mittelwert
	31.05.2010	26.11.2010	21.11.2011	21.11.2011	15.01.2013	
CH ₄ -Konzentration [Vol.-%]	60,40	59,40	58,50	59,00	62,20	59,90
Heizwert [kWh/m ³]	6,03	5,93	5,84	5,89	6,19	5,98
Brennwert [kWh/m ³]	6,69	6,58	6,48	6,53	-	6,57
Summe der Konzentrationen der org. Halogenverbindungen (F, Cl) [mg/m ³]	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,90	-
Restfeuchte [% rF.]	-	-	-	-	-	-
Summe der Konzentrationen der org. Siloxanverbindungen [mg/m ³]	14,70	12,00	4,30	0,70	3,70	-
Summe Siliziumkonzentration [mg/m ³]	5,60	4,50	1,70	0,20	1,20	-

An allen vier Probenahmeterminen wurde das Rohgas beprobt und analysiert. Zusätzlich wurde am 21.11.2011, zur Funktionsüberprüfung des Siloxanfilters das aufbereitete Gas beprobt. Durch die Standzeit des Gases innerhalb der Aktivkohle des Filters konnte während der Kontaktzeit durch Adsorption die Gesamtkonzentration der Siloxanverbindungen von 4,3 auf 0,7 mg/m³ gesenkt werden.

Da die Eigenschaften der Aktivkohle es ermöglichen, Siloxanverbindungen eine weitgehend zu adsorbieren, wäre es potentiell möglich durch eine erneute Beprobung zu überprüfen, inwieweit Verminderung der Filterstandzeit zu noch geringeren Konzentrationen führen würde. Eine möglichst niedrige Gesamtkonzentration an Siloxanverbindungen ist unbedingt notwendig, da diese Verbindungen durch die hohen Temperaturen im Verbrennungsprozess zu Siliciumdioxid (SiO₂), reagieren, Ablagerungen im Brennraum hervorrufen und die Anlagenteile nachfolgend z. B. durch erhöhten Abrieb schädigen.

2.2 Klärgasanfall

Die nachfolgende Abbildung 1 und Tabelle 2 zeigen die Entwicklung der Verwendung des anfallenden Klärgases. Im Jahr 2013 wurden 99,78 % des anfallenden Klärgases in der Mikrogasturbine verwendet. Diese Daten, wie auch die in den nachfolgenden Tabellen und Diagrammen, entstammen den klärwerksinternen Messprogrammen.

Abbildung 1 Massenströme des anfallenden Klärgases 2010 – 2013

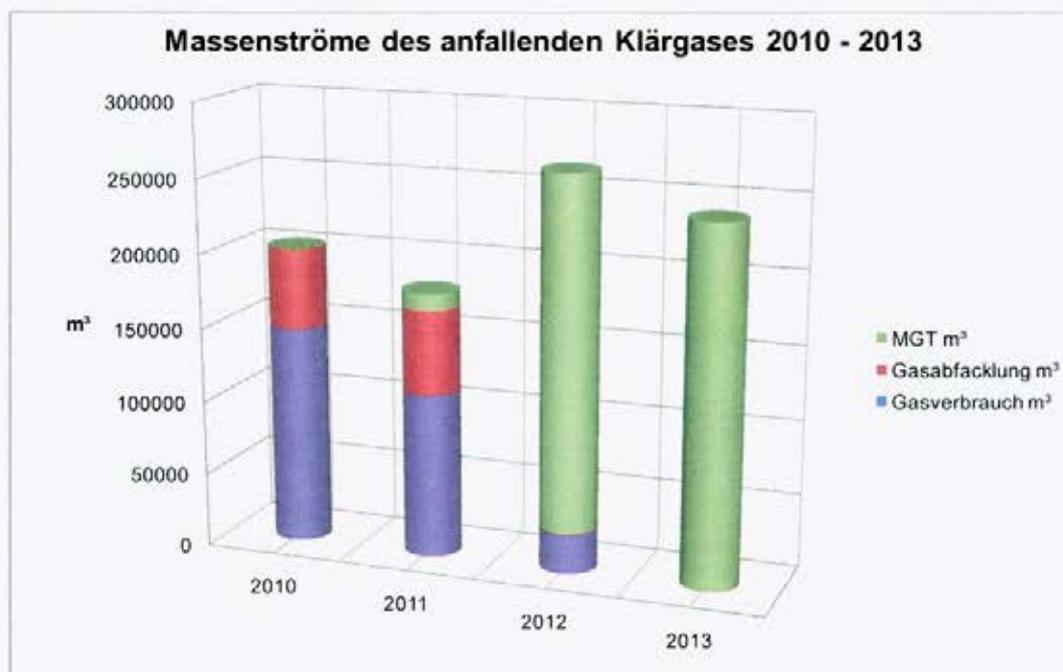


Tabelle 2 Massenströme des Klärgases 2010 - 2013

	Gasanfall gesamt m³	Gasverbrauch m³	Gasabfacklung m³	MGT m³
2010	202204	147804	54400	-
2011	179521	111426	57080	11015
2012	264226	27041	600	236585
2013	239837	161	360	239316

2.3 Betriebsstunden und Starts

In der Tabelle 3 sind die Starts der Turbine im Verlaufe ihres Zeitraumes aufgeführt. Auffallend sind die drei rot markierten Werte. Der Grund für diese Ausreißer war eine Störung der Messtechnik.

Tabelle 3 Starts der Mikrogasturbine

Starts Mikrogasturbine				
Monat	2011	2012	2013	Mittel
Januar	0	1099,0	7,0	369
Februar	0	25,0	245,0	90
März	0	139,0	3,0	47
April	0	18,0	6,0	8
Mai	0	6,0	2,0	3
Juni	0	25,0	14,0	13
Juli	0	19,0	23,0	14
August	0	23,0	21,0	15
September	0	18,0	26,0	15
Oktober	0	13,0	17,0	10
November	191,0	9,0	14,0	71
Dezember	635,0	1,0	11,0	216
Min	0	1	2	3
Mittel	69	116	32	73
Max	635	1.099	245	369
Summe	826	1.395	389	870

Die Betriebsstunden sind in der folgenden Tabelle 4 und anschaulich in der Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 4 Betriebsstunden der Mikrogasturbine

Betriebsstunden der Mikrogasturbine				
	2011	2012	2013	Mittel
Monat	h	h	h	h
Januar	0	350,2	712,4	354,2
Februar	0	384,6	650,0	344,9
März	0	529,4	726,3	418,5
April	0	575,7	685,1	420,3
Mai	0	714,4	726,4	480,3
Juni	0	604,6	633,8	412,8
Juli	0	638,5	612,2	416,9
August	0	625,2	619,2	414,8
September	0	625,6	563,6	396,4
Oktober	0	677,0	641,1	439,4
November	228,5	676,3	631,4	512,1
Dezember	432,6	737,4	658,8	609,6
Min	0	350,2	563,6	344,9
Mittel	55,1	594,9	655,0	435,0
Max	432,6	737,4	726,4	609,6
Summe	661,1	7.139,0	7.860,3	5.220,1

Abbildung 2 Betriebsstunden der Mikrogasturbine 2011-2013



2.4 Stromerzeugung

Die Daten der Abbildung 3 und der Tabelle 5 wurden innerhalb des klärwerksinternen Messprogrammes erfasst. Über die bisherige Laufzeit konnte die Stromerzeugung beständig gesteigert werden, da der Klärgasmassenstrom nach und nach der Mikrogasturbine zugeführt wurde. Auffallend jedoch ist der Abfall der Kurve in den Sommermonaten 2012 und 2013. In welchem Umfang dies mit jahreszeitlich bedingten Schwankungen zusammenhängt kann erst nach einer längeren Betriebszeit festgestellt werden.

Abbildung 3 Stromerzeugung durch die MGT 2011 – 2013

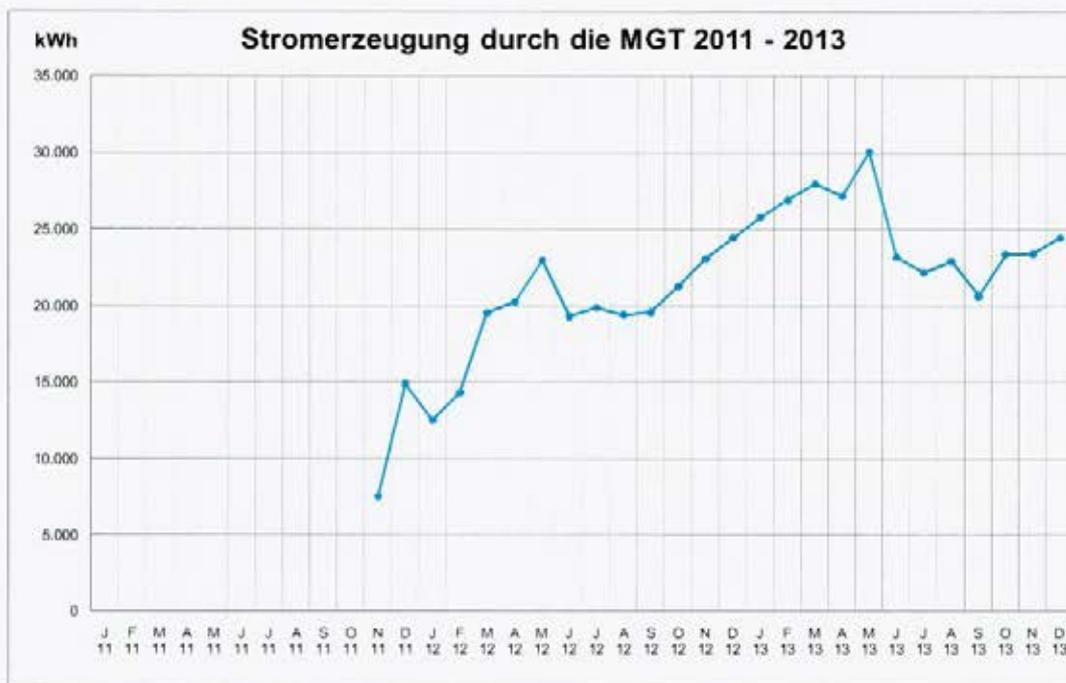


Tabelle 5 Stromerzeugung durch die MGT 2010 - 2013

	Stromerzeugung 2011	Stromerzeugung 2012	Stromerzeugung 2013
Monat	kWh	kWh	kWh
Januar	0	12.529	25.782
Februar	0	14.251	26.891
März	0	19.509	27.926
April	0	20.261	27.152
Mai	0	22.945	30.007
Juni	0	19.264	23.164
Juli	0	19.865	22.180
August	0	19.364	22.900
September	0	19.544	20.620
Oktober	0	21.260	23.344
November	7.493	23.056	23.378
Dezember	14.847	24.437	24.435
Summe	22.340	236.285	297.779

2.5 Wärmenutzung

Die Wärme des Abgasstromes wird über einen Wärmetauscher auf den Heizkreislauf übertragen, welcher die Faulbehälter und die Betriebsgebäude mit Wärme versorgt.

2.6 Eigenerzeugungsrate KWS

Tabelle 6 zeigt zur Orientierung die monatlichen Stromverbrauchszahlen und die dazugehörigen Stromkosten. Im Anhang ist in der Tabelle 11 die Strombilanz aufgeführt, in welcher die monatliche Stromerzeugung der Mikrogasturbine dem Stromverbrauch der Verbandskläranlage gegenübergestellt wurde. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis dieser Bilanz in Form der prozentualen Anteile der Mikrogasturbinenstromerzeugung an dem Gesamtverbrauch. Die Abbildung gibt einen Hinweis darauf, dass sich der Anteil an der Stromerzeugung während der Betriebszeit bei gut einem Drittel des Gesamtstromverbrauchs eingependelt hat.

Tabelle 6 Stromverbrauch und – kosten

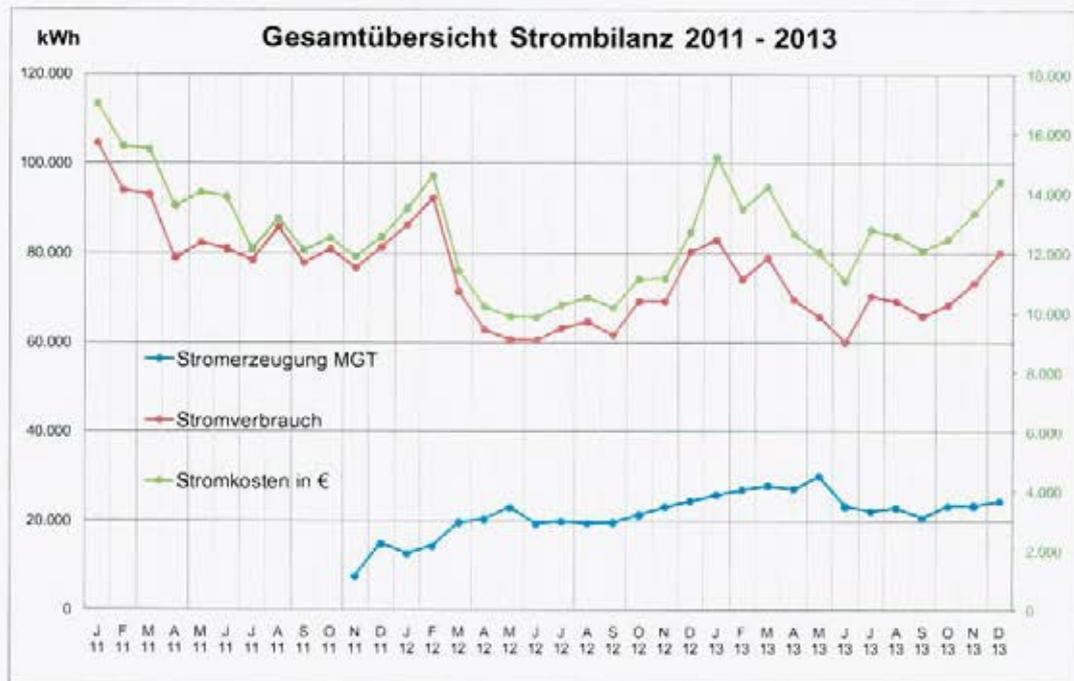
Monat	Stromverbrauch 2011		Stromverbrauch 2012		Stromverbrauch 2013	
	kWh	€	kWh	€	kWh	€
Januar	104.500	16970,85	86.232	13471,47	82.932	15204,89
Februar	93.790	15554,91	92.350	14567,16	74.121	13458,48
März	93.010	15451,76	71.358	11407,30	78.899	14188,80
April	78.710	13561,18	62.800	10175,86	69.558	12624,04
Mai	82.190	14021,27	60.608	9860,41	65.774	11990,17
Juni	80.930	13854,69	60.432	9835,14	60.123	11046,52
Juli	78.320	12111,11	63.230	10252,24	70.391	12763,57
August	85.690	13151,27	64.668	10491,27	69.199	12563,90
September	77.750	12060,69	61.713	10146,17	65.948	12061,11
Oktober	80.863	12470,01	69.223	11100,09	68.409	12436,19
November	76.577	11865,00	69.258	11143,96	73.337	13312,85
Dezember	81.205	12518,28	80.275	12690,42	80.064	14393,25
Summe	1.013.535	163.591,02	842.147	135.141,49	858.755	156.043,77

Abbildung 4 Strombilanz 2011 – 2013



Abbildung 5 zeigt abschließend eine Gesamtübersicht der Strombilanz.

Abbildung 5 Gesamtübersicht Strombilanz 2011 - 2013



2.7 Wirkungsgrade

Der Wirkungsgrad der Mikrogasturbine ist in der nachfolgenden Tabelle 7 dargestellt. 100 % der potentiell verfügbaren Energie ergeben sich nach der Formel Normkubikmeter multipliziert mit Heizwert: $Nm^3 \times H_i$ [kWh]. Diese Energie wird durch die Mikrogasturbinenanlage unter Energieverlust umgewandelt und in Form von Strom- und Wärmeenergie zur Verfügung gestellt. Der Wirkungsgrad ergibt sich aus der erzeugten Strom- und Wärmeenergie bezogen auf die 100 % der potentiell verfügbaren Energie.

Als Heizwert H_i wurde der Mittelwert $5,98 \text{ kWh/m}^3$ aus Tabelle 1 angesetzt.

Tabelle 7 Wirkungsgrad der Mikrogasturbine

Monat	Wirkungsgrad						
	Potentielle Energie		nutzbar gemachte Energie				
	Gas	Hi (5,98 kWh/m³)	Strom	Wirkungsgrad	Wärme	Wirkungsgrad	Verlustenergie
	Nm³	kWh	kWh	%	kWh	%	kWh
J 11	0	0	0	0	0	0	0
F 11	0	0	0	0	0	0	0
M 11	0	0	0	0	0	0	0
A 11	0	0	0	0	0	0	0
M 11	0	0	0	0	0	0	0
J 11	0	0	0	0	0	0	0
J 11	0	0	0	0	0	0	0
A 11	0	0	0	0	0	0	0
S 11	0	0	0	0	0	0	0
O 11	0	0	0	0	0	0	0
N 11	0	-	7.493	-	12.634	-	-
D 11	0	-	14.847	-	24.938	-	-
J 12	2.224	13.300	12.529	94	19.442	146	-18.672
F 12	12.658	75.695	14.251	19	25.083	33	36.361
M 12	18.449	110.325	19.509	18	37.875	34	52.941
A 12	20.174	120.641	20.261	17	42.305	35	58.075
M 12	26.206	156.712	22.945	15	49.700	32	84.067
J 12	21.539	128.803	19.264	15	39.690	31	69.849
J 12	22.225	132.906	19.865	15	42.890	32	70.151
A 12	22.133	132.355	19.364	15	37.831	29	75.160
S 12	21.209	126.830	19.544	15	43.919	35	63.367
O 12	21.940	131.201	21.260	16	52.446	40	57.495
N 12	21.799	130.358	23.056	18	55.193	42	52.109
D 12	21.446	128.247	24.437	19	58.562	46	45.248
J 13	20.244	121.059	25.782	21	54.968	45	40.309
F 13	19.277	115.276	26.891	23	53.691	47	34.694
M 13	21.640	129.407	27.926	22	57.683	45	43.798
A 13	21.339	127.607	27.152	21	57.815	45	42.640
A 14	23.573	140.967	30.007	21	59.962	43	50.998
J 13	19.612	117.280	23.164	20	48.767	42	45.349
J 13	19.453	116.329	22.180	19	39.288	34	54.861
A 13	19.726	117.961	22.900	19	42.169	36	52.892
S 13	17.231	103.041	20.620	20	40.930	40	41.491
O 13	18.971	113.447	23.344	21	52.127	46	37.976
N 13	18.331	109.619	23.378	21	50.488	46	35.753
D 13	19.087	114.140	24.435	21	52.943	46	36.762

Laut Hersteller kann die Mikrogasturbine elektrische Wirkungsgrade von 26 % Netto erzielen. Diesen Idealwert kann die Turbine zur Zeit nicht erreichen, da sie aufgrund zu geringer Gasmengen oftmals im Teillastbereich betrieben werden muss. Aus Abbildung 1 wird deutlich, dass das verfügbare Klärgas vollständig der Mikrogasturbine zugeführt wird.

Aus Tabelle 7 wird ersichtlich, dass über die Monate hinweg die Mikrogasturbine

hinsichtlich elektrischen und thermischen Wirkungsgrad zugenommen hat und sich in einem relativ hohen Bereich eingependelt hat.

3 Betriebsweise und Störungen

3.1 Störungen

Während des bisherigen Betriebes ist lediglich eine wesentliche Störung aufgetreten. Diese, durch eine nicht fest angezogene Klemme in der Schaltanlage hervorgerufen, trat während Wartungsarbeiten der Fa Wels Strom am 26.06.2012 auf und konnte sogleich behoben werden. Ansonsten lief die Anlage ohne schwerwiegende Komplikationen. Weitere Störungen ergaben sich lediglich bei der Messtechnik. Zum einen in der Tabelle 3 die drei rot markierten Werte, die aufgrund von Programmierfehlern hervorgerufen worden sind, zum anderen der Messwert vom Januar 2012 für die Gasmessung in Tabelle 7 Spalte 2 anhand einer falschen Parametrierung der Gasmengenmessung.

3.2 Wartung und Wartungskosten

Mit der Fa. Wels Strom GmbH wurde am 01.01.2012 ein Wartungsvertrag über eine Dauer von 2 Jahren abgeschlossen. Enthalten in diesem Vertrag sind die Mikrogasturbine CR65, die Biogasaufbereitungsstation sowie der Siloxanfilter (Aktivkohle). Dieser Leistungsumfang ist in der folgenden Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8 Vertraglicher Leistungsumfang Fa. Wels Strom GmbH

Fa. Wels Strom GmbH Leistungsumfang der Wartung			
	Anlagenteil	Wartung	Kosten [€]
	Mikrogasturbine CR 65	4.000 Bh-Service	460,00
		8.000 Bh-Service	1.610,00
		16.000 Bh-Service	1.740,00
		24.000 Bh-Service	3.855,00
Summe		52.000 Bh-Service	7.665,00
	Biogasaufbereitungsstation	8.000 Bh-Service	1.825,00
		20.000 Bh-Service	3.850,00
Summe		28.000 Bh-Service	5.675,00
	Siloxanfilter (Aktivkohle)	Tausch Aktivkohle	700,00
	An- und Abreise je Wartungseinsatz		542,00

Die tatsächlichen Kosten, die während der Betriebszeit entstanden, sind in der nachfolgenden Tabelle 9 aufgezeigt.

Tabelle 9 Tatsächlicher Leistungsumfang Fa. Wels Strom GmbH

Fa. Wels Strom GmbH Rechnungen - Leistungsumfang der Wartung				
Zeitraum	Leistungsbeschreibung	Menge EH	EH.-Preis	Pos.-Preis
24.01.-01.02.2012	Ansaugluftfilter	1 VE	275,00	275,00
	Elektronikluftfilter	1 VE	85,00	85,00
	Verpackung, Versand	1 VE	25,00	25,00
Summe				385,00
10.01.-28.01.2013	Service lt. Wartungsvertrag			
	Service Gasaufbereitung 8.000 h	1 pausch	1.610,00	1.610,00
	Service Mikroturbine 8.000 h	1 pausch	1.825,00	1.825,00
	An- und Abreise	1 pausch	542,00	542,00
	Strommessung			
	Strommessung Sentron	1 St	681,60	681,60
	Stromwandler incl- Stromklemmen	3 St	78,70	236,10
	Verdrahtung- u. Installationsmaterial	1 pausch	35,00	35,00
	Arbeitszeit (ohne Verrechnung)	5 h	0,00	0,00
Summe				4.929,70
8.7.2013	Service bei 12.000 Bh lt. Wartungsvertrag			
	Gasaufbereitung			
	4.000 h Service Gasaufbereitung	1 pausch	460,00	460,00
	An- und Abreise, pauschal	1 pausch	542,00	542,00
Summe				1.002,00
41.086,00	4.000 Bh - Service Gasaufbereitung	1 pausch	460,00	460,00
	An- und Abreise	1 pausch	542,00	542,00
Summe				1.002,00
41.656,00	Service Mikroturbinenanlage bei 16.000 Bh			
	Gasaufbereitung 8.000 h Service	1 pausch	1.910,00	1.910,00
	Mikroturbine 8.000 h Service	1 pausch	1.910,00	1.910,00
	An- und Abreise	1 pausch	582,00	582,00
Summe				4.402,00
Gesamtsumme				11.720,70

Bei einem insgesamt während der Laufzeit tatsächlich angefallenen Betrag von 11.720,70 Euro ergeben sich bezogen auf die produzierten 556.404 kWh Wartungskosten in Höhe von 0,02 Euro/kWh. Auf die Gesamtbetriebsstunden von 15.660,41 Bh bezogen, ergeben sich 0,75 Euro/Bh. Verglichen mit den in der Vorplanung angesetzten 0,90 Euro/Bh, hat sich der bisherige Wartungsbetrieb als günstiger erwiesen als angenommen.

Tabelle 10 Monatliche Wartungskosten bezogen auf kWh und Bh

Monatliche Wartungskosten bezogen auf kWh und Bh				
Monat	Strom		Betriebsstunden	
	kWh	Euro	Bh	Euro
J 11	0,00	0,00	0,00	0,00
F 11	0,00	0,00	0,00	0,00
M 11	0,00	0,00	0,00	0,00
A 11	0,00	0,00	0,00	0,00
M 11	0,00	0,00	0,00	0,00
J 11	0,00	0,00	0,00	0,00
J 11	0,00	0,00	0,00	0,00
A 11	0,00	0,00	0,00	0,00
S 11	0,00	0,00	0,00	0,00
O 11	0,00	0,00	0,00	0,00
N 11	7.493,00	157,84	228,52	171,03
D 11	14.847,00	312,75	432,59	323,77
J 12	12.529,00	263,92	350,20	262,10
F 12	14.251,00	300,20	384,62	287,86
M 12	19.509,00	410,96	529,35	396,18
A 12	20.261,00	426,80	575,75	430,91
M 12	22.945,00	483,34	714,36	534,65
J 12	19.264,00	405,80	604,61	452,50
J 12	19.865,00	418,46	638,53	477,90
A 12	19.364,00	407,90	625,21	467,92
S 12	19.544,00	411,70	625,59	468,21
O 12	21.260,00	447,84	677,03	506,71
N 12	23.056,00	485,68	676,30	506,16
D 12	24.437,00	514,77	737,44	551,92
J 13	25.782,00	543,10	712,42	533,19
F 13	26.891,00	566,46	649,98	486,47
M 13	27.926,00	588,26	726,26	543,55
A 13	27.152,00	571,96	685,13	512,77
A 14	30.007,00	632,10	726,40	543,66
J 13	23.164,00	487,95	633,84	474,39
J 13	22.180,00	467,22	612,22	458,20
A 13	22.900,00	482,39	619,20	463,43
S 13	20.620,00	434,36	563,64	421,85
O 13	23.344,00	491,74	641,08	479,80
N 13	23.378,00	492,46	631,36	472,53
D 13	24.435,00	514,73	658,79	493,06
Summe	556.404,00	11.720,70	15.660,41	11.720,70

4 Ausblick und weiteres Vorhaben

Die Anlage wird auf die Weise genutzt, dass der eingebaute Bypass nicht eingesetzt wird. Der Bypass ist eine vor dem Wärmetauscher eingesetzte Klappe, durch die der Abgasstrom mitsamt der Wärme aus dem System gelassen werden kann, sollte es keinen Bedarf an der Wärmenutzung bestehen.

Im regulären Betrieb der Verbandskläranlage Bickenbach wird die Wärmeenergie des Abgasstroms mithilfe des Wärmetauschers dem Heizungskreislauf zugeführt, welcher in den Wintermonaten das Betriebsgebäude sowie ganzjährig das Deammonifikationsbecken und die Faulbehälter beheizt. In den Sommermonaten kann die Betriebstemperatur der Faulbehälter auf 42 °C, im Gegensatz zu den im Winter erreichbaren 39 °C, erhöht werden. Hierdurch erhöht sich in der Regel auch die erzeugte Klärgasmenge.

Zu der Zeit des Verfassens dieses Berichtes gibt es keine Veranlassung bezüglich einer Aufrüstung oder Veränderung an der Mikrogasturbinenanlage.

Seeheim-Jugenheim, den 14.03.2014



Olaf Kühn
Verbandsvorsteher

5 Anhang

Tabelle 11 Strombilanz der Verbandskläranlage Bickenbach

Strombilanz	Verbrauch 2011	Erzeugung 2011	%	Verbrauch 2012	Erzeugung 2012	%	Verbrauch 2013	Erzeugung 2013	%
<i>Monat</i>	kWh	kWh		kWh	kWh		kWh	kWh	
Januar	104.500	0	0,00	86.232	12.529	14,53	82.932	25.782	31,09
Februar	93.790	0	0,00	92.350	14.251	15,43	74.121	26.891	36,28
März	93.010	0	0,00	71.358	19.509	27,34	78.899	27.926	35,39
April	78.710	0	0,00	62.800	20.261	32,26	69.558	27.152	39,04
Mai	82.190	0	0,00	60.608	22.945	37,86	65.774	30.007	45,62
Juni	80.930	0	0,00	60.432	19.264	31,88	60.123	23.164	38,53
Juli	78.320	0	0,00	63.230	19.865	31,42	70.391	22.180	31,51
August	85.690	0	0,00	64.668	19.364	29,94	69.199	22.900	33,09
September	77.750	0	0,00	61.713	19.544	31,67	65.948	20.620	31,27
Oktober	80.863	0	0,00	69.223	21.260	30,71	68.409	23.344	34,12
November	76.577	7.493	9,78	69.258	23.056	33,29	73.337	23.378	31,88
Dezember	81.205	14.847	18,28	80.275	24.437	30,44	80.064	24.435	30,52
Summe	1.013.535	22.340		842.147	236.285		858.755	297.779	
Mittelwert	84.461	1.862	2,34	70.179	19.690	28,90	71.563	24.815	34,86

Abbildung 6 Gasaufbereitung in Außenaufstellung



Abbildung 7 Mikrogasturbine mit nachgeschaltetem Wärmetauscher

