

Studietur til Tyskland

Biogasanlæg der kan omsætte planter og fast gødning

9.–12. november 2014



Studietur til Tyskland

Biogasanlæg der kan omsætte planter og fast gødning

9.-12. november 2014

Redigeret og kommenteret af Michael Tersbøl, Økologisk Landsforening

I november 2014 blev der gennemført en studietur til Sydtyskland med det formål at se og opleve forskellige typer biogasanlæg, der er designet til at omsætte fast biomasse, som plantemateriale og fast husdyrgødning, m.v. Studieturen er en del af projekterne "Økologisk gødning baseret på fast organisk materiale i biogasanlæg" og "Opsøgende omlægningsinformation i forbindelse med økologiske biogasprojekter"

I denne rapport er der samlet beskrivelser af de besøgte anlæg, både som noter, fotos og faktaark, der blev udleveret til deltagerne før besøget (på engelsk), og som noter og fotos, der blev taget under besøgene (på dansk). Sidst i materialet er der indsat en tabel, der sammenligner investeringsomfanget for hvert anlæg pr. kW elektrisk effekt, og der er indsat et kort over anlæg og den kørte rute på studieturen.

Turen var arrangeret af IBBK (International Biogas and Bioenergy Centre of Competence) i samarbejde med Afdelingen for Økologi, Seges og Økologisk Landsforening. 17 personer deltog i turen inkl. arrangørerne. Nedenfor ses listen over de besøgte anlæg. Det fjerde besøg hos et økologisk anlæg af blev aflyst pga. driftsstop på anlægget, og der blev i stedet for besøgt to andre (konventionelle) Sauter-anlæg. Anlægget på besøg nr. 5 er så det eneste økologiske anlæg på studieturen.



Indhold

1. Chiemgauer Biogasanlagen.....	2
2. Rosenheimer Erdenwerk Maier OEG.....	8
3. Zirngibl Xaver GbR	12
4. Bioenergie Hallerndorf GmbH.....	18
Besøg 4a og b - Lille og stort Sauter anlæg.....	21
5. Bio Energie Hofgut Räder GmbH & Co. KG.....	25
6. Georg Schultes / Landgasthof Waldmichelbacher Hof.....	32
Tabel 1. Oversigt og anlæg og investeringsomfang	35

Monday, 11 November 2013
10.00h - 12.00h

Operator	1. Chiemgauer Biogasanlagen Hans WOLFERSTETTER														
Location	Eglhart 7, 83370 Seeon														
Biogas plant	Dry fermentation plant, batch system 2 large digesters for each 300 m ³ stackable feedstock 1 digester for 170 m ³ stackable feedstock 1 digester for 60 m ³ stackable feedstock covered final storage tank: V: 300 m ³ , surface: 90 m ²														
Substrates /year <small>(note: the operator only calculates fresh feedstock that he adds per batch change (37 batch changes per year), thus the odd numbers and the comparably high biogas and electricity production)</small>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Sudan grass:</td> <td style="text-align: right;">79 t/y</td> </tr> <tr> <td>Grass silage:</td> <td style="text-align: right;">99-147 t/y</td> </tr> <tr> <td>Grass from landscape management:</td> <td style="text-align: right;">49-99 t/y</td> </tr> <tr> <td>Corn silage:</td> <td style="text-align: right;">147-197 t/y</td> </tr> <tr> <td>Sunflowers:</td> <td style="text-align: right;">49 t/y</td> </tr> <tr> <td>Sugar Beets:</td> <td style="text-align: right;">15 t/y</td> </tr> <tr> <td>Total plant silage:</td> <td style="text-align: right;">39-49 t/y</td> </tr> </table> <p>No information given on total tonnage of biomass in biogas plant (including old material that remains in the batch).</p>	Sudan grass:	79 t/y	Grass silage:	99-147 t/y	Grass from landscape management:	49-99 t/y	Corn silage:	147-197 t/y	Sunflowers:	49 t/y	Sugar Beets:	15 t/y	Total plant silage:	39-49 t/y
Sudan grass:	79 t/y														
Grass silage:	99-147 t/y														
Grass from landscape management:	49-99 t/y														
Corn silage:	147-197 t/y														
Sunflowers:	49 t/y														
Sugar Beets:	15 t/y														
Total plant silage:	39-49 t/y														
Substrate costs	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Sugar Beet:</td> <td style="text-align: right;">23 €/t</td> </tr> <tr> <td>Corn silage & total plant silage:</td> <td style="text-align: right;">900 €/ha</td> </tr> <tr> <td>Grass from landscape management:</td> <td style="text-align: right;">0 €/ha</td> </tr> <tr> <td>Grass silage:</td> <td style="text-align: right;">33 €/t</td> </tr> <tr> <td>Sudan grass & Sunflowers:</td> <td style="text-align: right;">no price given</td> </tr> </table>	Sugar Beet:	23 €/t	Corn silage & total plant silage:	900 €/ha	Grass from landscape management:	0 €/ha	Grass silage:	33 €/t	Sudan grass & Sunflowers:	no price given				
Sugar Beet:	23 €/t														
Corn silage & total plant silage:	900 €/ha														
Grass from landscape management:	0 €/ha														
Grass silage:	33 €/t														
Sudan grass & Sunflowers:	no price given														
Retention time	Digester: 225 days for solids, Retention time of percolate not given														
Organic loading rate	Not relevant for the dry fermentation plant														
Biogas yield	373,556 m ³ /year														
Methane content	Up to 68 % at the end of the batch retention time, but no information is available on mixed as gas quality, because of lacking continuous monitoring														
CHP <small>(note: the small CHPs do not run continuously, but only to cover peak gas production or to function as emergency gas consumer)</small>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1 x 65 kWel</td> </tr> <tr> <td>1 x 55 kWel</td> </tr> <tr> <td>1 x 18 kWel</td> </tr> </table>	1 x 65 kWel	1 x 55 kWel	1 x 18 kWel											
1 x 65 kWel															
1 x 55 kWel															
1 x 18 kWel															
Electricity production (2013)	551,880 kWh/a														
Own electricity demand (2013)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Biogas plant:</td> <td style="text-align: right;">10,512 kWh</td> </tr> <tr> <td>Farm:</td> <td style="text-align: right;">15,768 kWh</td> </tr> </table>	Biogas plant:	10,512 kWh	Farm:	15,768 kWh										
Biogas plant:	10,512 kWh														
Farm:	15,768 kWh														

Electricity to the grid	525,600 kWh
Heat production & use	84.000 kWth./year for digester heating and residential house
Digestate	Amount: no information given Average content of nutrients: no information given treatment / use: land spreading for corn growing transport distance: 5 km in average, few fields are 8 km away transport costs: 5 €/t
Investment costs	280,000 €
Management costs	Maintenance (work hours & repair): Daily routine: 30 minutes Time per batch change: 1 day (37 changes per year) Other: CHP = 8.000 €/y Rest = 3.000 €/y
Commissioning date	2001

Plant description

Chiemgauer Biogasanlagen

This biogas installation of the so called "Chiemgauer Model" has been growing organically since the first pilot digester basins has been commissioned in 2001. In 2003, 2004, 2006 and 2010 four additional basins have been built in total, which are now the core elements of the actual biogas plant. Because the two oldest basins are smaller than the ones built in 2006 and 2010 they have partially been combined to work as one digester. The total digester volume adds up to 830 m³.

Each digester looks a little bit like a rectangular bunker silo that is 3 m deep at the lowest point. A sloped ramp that goes up to ground level allows a wheel-loader to access the bunker to insert or remove the feedstock. The tanks are equipped with floor and wall heating. During the complete process of digestion the substrate is being sprinkled with percolate at a temperature of 38 degree Celsius. To minimise heat losses an insulating foil that covers the heap keeps the temperature inside. A simple gas membrane covers the bunker and stores the produced gas, so there is no need of an extra gas storage. By suction pipes the produced gas is directly passed to the CHP or gas heater.



Foto 1: Digester 2-3 days after the refilling (Batch change)

To avoid costly feeding and removing technique the digesters are operated in a batch-process. The

theoretical retention time is up to seven month. The batch run times per digester are about four weeks. After four weeks an amount of about 15 % of the digestate is being removed and fresh substrate is being refilled.

Besøg 1 – Chiemgauer Biogasanlæg

Hans Wolferstetter

Et tørfermenteringsanlæg, hvor elproduktion i gasmotor sælges og varmeproduktion anvendes til opvarmning af silo-reaktorerne og beboelse.

Det såkaldte Chiemgauer-anlæg (opkaldt efter den Bayriske region Chiemgau) er et tørfermenteringsanlæg. Det er vokset ved knopskydning, siden Hans Wolferstetter byggede det første lille bassin på 4x4 meter i 2001. Siden er større bassiner kommet til i 2003, 2004, 2006 og i 2010. Totalt kan de nuværende bassiner rumme 830 m³.

Bassinerne er en art 'køresiloer' med skrånende bund, der er gravet ned i terræn. Hvor de er dybest, er der tre meter til bunden. Bassinerne fyldes og tømmes med traktor og frontlæsser. Når et bassin er fyldt, lægges der siveslanger på toppen, og reaktoren dækkes med en isolerende dug og et gastæt dække. Der er varme i både bund og sider, og en pumpe cirkulerer 38 grader varm væske med metanbakterier via siveslangerne gennem materialet, der når det er vådt, udvikler biogas.

Wolferstetter har ikke noget særskilt gaslager, men på hver bunke er der gas under dugen. Gassen trækkes løbende fra reaktorerne til gasmotoren. Siloerne åbnes på skift - én hver uge. Forinden er den suget tom for gas. Efter åbningen foregår en kompliceret omstakning af materialet, hvor kun de bedst omsatte ca. 15 procent tages ud og erstattes med nyt materiale. Opblandingen af nyt og gammelt sikrer fornyet god gasproduktion, når bassinet igen lukkes. Metoden giver en gennemsnitlig opholdstid på 100-150 dage.

Anlægget er yderst simpelt i sin konstruktion. Investeringen er begrænset - ca. 25.000 kr./kW installeret effekt, hvilket kun er det halve af, hvad andre anlæg koster. Til gengæld kræver det know-how at blande og stakke materialet rigtigt, og Wolferstetter har udviklet teknikken gennem mange år. Han bruger typisk en arbejdsdag på at tømme/fylde et bassin. De øvrige dage bruger han blot ti minutter på at tjekke, at alt kører, som det skal.

Det største bassin er 8x20 meter, og større skal de ikke være, mener han, da det ikke er til at håndtere større duge. Vil man skalere anlægget op, skal man gøre det med flere bassiner.

Temperaturen i reaktoren er svingende. I samme bassin kan der foregå både psykro-, meso- og termofil afgangning, og temperaturen svinger tillige med årstiden.

Den daglige gasproduktion er ca. 1000 m³, men den svinger alt efter hvilke biomasser, Wolferstetter har til rådighed. Han fodrer anlægget med majs, sudangræs, sukkerroer og græsensilage - hovedparten fra bedriftens 30 ha., men også græsafklip fra kommunen og private. Sidste år havde han ikke så meget majs som i år, og gasproduktionen blev derfor lavere.

Om efteråret får han en del græsafpuds, som ikke giver meget gas. Det skal derfor blandes godt op med bedre biomasser.

Sukkerroerne lægges ind hele, men får til gengæld fire omstakninger og dermed en relativt lang opholdstid. Ved udtagning er de mindste helt væk, mens de større stadig er synlige men meget bløde. Problemet med roer i et 'tørt' anlæg er, at de giver meget væde. Han kan derfor ikke bruge ret mange. For at sikre strukturen materialet ønsker han generelt ikke materialet findelt for meget.

Wolferstetter forklarer, at han godt kan skifte mellem biomasser, men bakterierne i et tørfermenteringsanlæg er mere følsomme, og skift mellem biomasser skal ske langsomt.

Gasmotoren har kørt 81.000 timer og produktionen pr. m³ gas er faldende, så han overvejer udskiftning.

Hans Wolferstetter valgte at bygge biogasanlæg som et alternativ til de 25 malkekøer, der var på bedriften, da han overtog den. Dem kunne han ikke leve af, men biogassen giver en god indtjening. Han får 20 cent pr. kWh, hvilket giver en lille mio. kr. i årlig omsætning. Overskuddet til ham selv er 28 pct., har han beregnet. Gødningen anvender han selv, og den sparer ham for 25 pct. af omkostningerne til indkøbt handelsgødning. Fra 2014 er biogasproduktionen kvoteret. Kapaciteten er 83 kW, men han må producere 78 kW.



Foto 2: Before the batch change the biogas is completely exhausted.



Foto 3: Removal of the old substrate: the poor fermented substrate is separated.

The removal is stored separately. To keep the system in an operating state at least a second digester is needed during the batch change.

The exhaust heat of the CHP is used for the heating of the digesters, the remaining heat is used for the residence buildings, drying needs etc.

The process monitoring of the digesters is done by mobil phone, optionally the controlling can be done via internet.



Foto 4: Applying an insulating mat.



Foto 5: Digestate (theoretical retention time approx. 225 days).



Foto 6: Refill: Fresh substrate is mixed with old substrate (inoculation).



Foto 7: Applying percolate tubes

Source: <http://www.chiemgauer-biogasanlagen.de/>



Foto 8: Modtagelse af grønt afklip og affald på gårdspladsen.



Foto 9: Rulleudstyr til at fjerne og udlægge dug på biogasreaktoren.



Foto 10: Hr. Wolferstetter fremviser en aktiv reaktor.



Foto 11: Delegationen er samlet ved drøftelse af hvordan væsken fra stakken samles op i en brønd i hjørnet af systemet.

Kommentarer:

Chiemgaueranlægget er et enkelt, billigt og innovativt hjemmebygget koncept, som kan passe ind på mindre bedrifter. I den aktuelle case bruger driftlederen en dag om ugen på at skifte biomasse, så det er forholdsvis arbejdskrævende i forhold til kontinuert drevne vådforgæringsanlæg. Til gengæld er det mindre teknologiintensivt og har færre omkostninger til vedligehold. Med de tyske afregningspriser kan ejeren tjene en passende årsløn alene på biogasanlægget. Under danske forhold kan et tilsvarende anlæg formodentlig kun hænge økonomisk sammen, hvis ejeren har et højt egenforbrug af el og varme og derfor kan få anlægget ind under en nettomålerordning. Det giver den største indtjening, hvis ejeren normalt betaler afgifter, og derfor er en institution og ikke en virksomhed. Etablering og drift af et sådant anlæg kræver overførsel af knowhow fra anlægsudvikleren og det er praktisk vanskeligt. De etablerede Chiemgauer anlæg ligger alle i Sydtykland. Se tabel 1, side 35 mht investering pr. kW.

Monday, 11 November 2013
14.30h – 16.30h



Foto 12: Rosenhemimer Erdenverks lokalitet til modtagelse af haveaffald m.m. (biogasanlægget er ikke med på fotoet)

Operator	2. Rosenheimer Erdenwerk Maier OEG
Location	Perfall 2 83549 Eiselfing
Biogas plant	Percolate tank: 1 x 1,000 m ³ 4 concrete garages
Substrates /year	Green cuttings (grass, lawn clippings, roadside greenery, wood cuttings): 6,000 t/a Horse manure incl. straw: 4,000 t/a Crushed grains: 20 t/week
Substrate costs / gate fee	Grass: no costs Other green cuttings incl. leaves and wood: gate fee of 15 €/t Horse manure incl. straw: no costs, only transport costs (10 €/t) Crushed grains: 150 €/t

Retention time	Batch change is every 28 days, 15-20 % old material is mixed with fresh matter
Organic loading rate	Not relevant for dry batch digestion
Biogas yield	Approx. 0,9 m ³ Biogas, operator estimates the following specific gas productions: Green cuttings: 100-120 m ³ /t _{FM} Horse manure: 90 m ³ /t _{FM} Crushed grains: 600 m ³ /t _{FM}
Methane content	No monitoring, CHP performance is used as gas quality indicator
CHP	330 kW _{el.} continuous power output with 2 CHP engines
Electricity production	1.8 Mio. kWh
Own electricity demand	1-1,5 % (depending on dryer activity)
Electricity to the grid	No information provided
Heat production & use	Heat production: no information provided Heat use: digester heating (50 kWh) & drying
Digestate	Partly used for soil production in composting processes Partly taken by farmers, but almost no income generation here
Investment costs	Core biogas plant, no periphery, no road construction: 1,8 Mio € Estimated current price including periphery and road construction: 2,5-2,7 Mio €
Management costs	Daily routine: 15 min/d Every 4 weeks batch change: 8 h/d Other costs: no information provided, because there is no distinct calculation of operating & management costs
Planning & Construction	BAL Biogasanlagenbau GmbH
Commissioning date	2011

With Renergons' RSD Technology almost any organic material (e.g. green waste, manure, straw, harvest residues, bio waste, organic parts of garbage, MSW, etc.) can be digested. This model was designed for the yearly average of 6.000 tons, with the possibility to be upscaled as it was done by the Rosenheimer Erdenwerk up to 12.000 tons.

The enclosed system consists of the gastight concrete fermenters, the CHP unit, the percolate tanks including a gas buffer tank, a digestion residue press and a post processing unit.

Renegon plants stand out through their simple and solid building technique, their user friendliness and their

plant safety standards, while having low running and ownership costs.

Through the intelligent process- and plant- control system, which was especially designed for the digestion process, no remixing of digestion residue to new material is necessary to produce high gas yields. This also prevents odor emissions when the fermenters are opened and discharged. The digestion residue can be sanitized during the thermophilic process, as well as afterwards while composting or drying.

Source: www.renergon.de

Besøg 2 - Rosenheimer Erdenwerk.

Rosenheimer Erdenwerk producerer voksemedier og modtager haveparkaffald.

I deres biogasanlæg, (tørafgasning) kan der lægges 200 tons biomasse ind pr. garage. Det sker hver uge. Størrelsen er 30 x 6 x 4,5 meter (Længde x bredde x højde), og de kan bygges længere. De kan også fås i en version med 7 meter brede garager.

Anlæggets energiproduktion er mellem 310 og 330 kW el-effekt i generatorkapacitet.

Processen er termofil, men startede i sin tid som mesofil. Thermofil er bedre til at påvirke cellerne i det fibrerige biomasse.

Der stakkes op i tre meters højde, da der skal være noget frihøjde til sprinklere.

Dagen før udskiftning blandes det nye materiale op, så der starter en kompostering og materialet tager varme. Derved har det noget varme med ind i garagen til at starte på.

Tid til tilsyn og vedligehold udgør på dagsbasis 15 minutter til rutinetjek. + 15 minutter til vedligehold, men det ligger samlet på nogle få dage i løbet af året.

Dertil kommer ½ dag til at samle og gøre nyt materiale klar, 1 dag til at tømme, blande og fylde og ½ dag til at køre det afgassede materiale væk for hvert skift.

Gasudbyttet varierer med biomassen. Med frisk græs om sommeren er det højere.

Hvis en batch giver for lidt gas, så kan han kun vente til næste gang med at fylde den bedre, eller tømme den straks. Driftslederen har en fornemmelse af hvad der skal til for at den giver gas nok.

Køber kun korn - knuste kerner, når det er billigt nok. Officielt er det ikke affald.

Kompost-afdelingen blev bygget først og er senere suppleret med biogasanlægget. Der er et stort marked for plantemuld, som afsættes gennem supermarkeder og til eksport til Grækenland, Rumænien, og andre europæiske lande.

Der er ikke nogle specielle udfordringer ved driften af biogasanlægget, men de har de samme almindelige udfordringer som andre virksomheder.

Varmen bruges til tørring af flis, majs-kerner, kompost. 80-100 pct. af varmen udnyttes.

Spagnumudvinding og -produktion er ikke tilladt i Sydtyskland, så der samarbejdes med Nordtyske kompostvirksomheder, og der importeres spagnum fra Ukraine.

Komposten afsættes ikke til landmænd, men til forbrugere. Ejeren ved ikke om der tabes kvælstof ved kompostering, og der er ikke et lovkrav at måle det.

Biogas kan suges ud af garagen før tømning, hvor luft bruges til at rense garagen for biogas.

Hestemøg bruges som biomasse men har for lidt struktur. Derfor blandes det med 1/3 haveparkaffald. Hestemøg snittes før det bruges.

Regergon gør meget ud af deres perkolatsystem. Det skal skylle organiske syrer fra garagen over i perkolattanken hvor det varmes op. De har en mere ensartet blanding i garagen end normalt for garageanlæg, så genbrug af en del af biomassen, som praktiseres af andre garageanlæg, er ikke aktuel. Perkolatet kører igennem en macerator inden det når perkolattanken. En omrører på taget af perkolattanken på 11 kW søger for omrøring og homogen opvarmning af perkolatet. (Biobull-omrører)

Hele anlægget har kostet ca. 3.5 mio. €

Kommentarer:

Anlægget er en spændende løsning til have-park-affald og evt. også naturplejematerialer. Fast landbrugsbiomasse alene vil nok have for fin en struktur til at kunne indgå i fodringen af anlægget. Her bruges hestegødning og der blandes grene i. Gylle kan evt. tildeles den sekundære tank. Som biogasanlæg er anlægget for dyrt til at have indtjening på energiproduktionen alene, så modtagelse af havepark-affald og salget af voksemedier er en vigtig del af forretningen. Se tabel 1, side 35 mht investering pr. kW.



Foto 13: Kompostvenderen er i gang.



Foto 14: Nylig vendt kompost.



Foto 15: Garageanlæg til tørforgæring.



Foto 16: Materiale, tømt ud dagen, før er ved at blive kørt væk.

Tuesday, 11 November 2014
8.30h – 10.30h



Foto 17: Biogasanlægget ses til venstre og anlæg til tørring af spildevandsslam ses til højre.

Operator

3. Zirngibl Xaver GbR

Location	Breitenhart 1 84066 Mallersdorf	
Biogas plant	Reception pit for slurry:	1 x 250 m ³
	Solid feeder with bunker:	1 x 80 m ³
	Digester:	1 x 2,020 m ³
	Secondary digester & storage tank:	1 x 4,740 m ³
	Gas storage:	1 x 2,100 m ³ double membrane gasholder roof on top of storage tank
	Slurry and digester heating with external shell-and-tube heat exchanger	
Substrates /year	Dry chicken dung: 3,000 t/a	
	Poultry manure: 600 t/a	
	Pig slurry: 1,000 t/a	
	Corn silage: 5,000 t/a	
	Sugar beets: 1,000 t/a (seasonal feedstock, Sept-April)	

Substrate costs	Dry chicken dung:	20 €/t
	Poultry manure:	2 €/t
	Pig slurry:	no costs involved
	Corn silage:	24,5 €/t
	Sugar beets:	25 €/t
Retention time	ca. 70 days	
Organic loading rate	> 4 kg VS/m ³ x d	
Biogas yield	2,606,100 m ³ /a	
Methane content	56,5 %	
CHP	549 kW _{el.} Jenbacher	
Electricity production	4,723,000 kWh/a	
Own electricity demand	7.5 % (electricity for plant operation is bought back from the grid)	
Electricity to the grid	= electricity production	
Heat production & use	Heat production:	5.273.520 kWh/a
	Heat use:	5 % to cover digester heating Drying of sewage sludge, the used thermal heat corresponds to a reference value of heating oil of about 380.000 l/a
Digestate	Produced amount:	No information
	Digestate treatment:	Screw-press for liquid-solid separation
	Nutrients:	N = 7-8 % of FM
		P = 5 % of FM
		K = 4 % of FM
Transport range:	Dry chicken dung ca. 25 km Rest on average ca. 2,5 km	
Costs for transport & spreading:		
Investment costs	ca. 3.2 Mio. Euro (incl. 600,000 € for dryer)	
Management costs	Daily routine:	1.5 h for biogas plant 2.0 h for sludge drying
	Maintenance & repair:	1–1.5 % of investment costs
Planning & Construction	Rückert NatUrgas GmbH	
Commissioning date	December 2010	

General information

In 2009 family Zirngibl decided to invest into a biogas plant to enlarge their enterprise. The Renewable Energy Sources Act had been amended that year and offered investors very attractive feed-in tariffs which encouraged many farmers to invest into a biogas plant. The Zirngibl-farm is a pure cropping farm with 330 ha of arable land. On 1/3 of the area Zirngibls grow energy crops for the biogas plants. The remaining 2/3 are used for food production. In addition to the energy crops farm fertiliser like poultry manure and chicken dry dung complement the feedstock mix.

Technology

This biogas plant's main characteristic is its compact way of construction. All solid feedstock enters the biogas plant via an 80 m³ bunker with walking floor and screw conveyor. This solid feeder is housed in a shed to minimise odour and noise emissions. The screw conveyor transports the solids into a rectangular horizontal plug-flow digester. Slurry are pumped directly into the digester from the reception pit. Before the slurry enters the digester it passes a tube-in-shell heat exchanger. This external heat exchanger is also used to heat-up the digester content.

Inside the digester a 27 m long mixer with paddels attached to it (type: RVT-Haspelrührwerk) mixes and transports the digester content from one end to the other. A 18,5 kW electrical engine drives the mixer, but the actual power demand depends on the agitator speed (3-5 rpm), the materials dry matter content and its disposition to form either swimming layers or sedimentation. A frequency converter controls the mixer.

From the digester the biogas is piped into the gasholder roof on top of the combined secondary digester / storage tank. Here, a small portion of air is injected and mixed with the biogas to encourage biological desulphurisation. Before the gas enters the CHP it passes an activated carbon filter that reduces the H₂S content to 10-50 ppm. According to the plant operator this is crucial to prolong the engine oils service life up to 3,000 operating hours. Gas quality monitoring includes continuous CH₄ and H₂ detection. Both parameters are useful as fast indicators for process disturbances. A CHP converts the gas into power and heat. In case of CHP failure the biogas is burnt in an emergency flare which is located on top of the machine building.

After digestion the substrate passes a screw press. The separates solids (DM = 25-30 %) are stored intermediately on a concrete slab before they are either applied to the fields or returned to the farmers as fertiliser. The liquid phase (DM = 3-5 %) is stored in the storage tank and is, if required, recirculated into the digester.

In addition to the biogas plant a sewage sludge drying facility has been built based on a long-term contract with EON Bayern. EON Bayern is the regional disposal company for sewage sludges. EON's advantages are the reduced transport costs due to the reduced weight and higher calorific value which is comparable to brown coal. The actual dryer is a belt dryer which uses excess heat from the biogas plants CHP.

Noteable at this biogas plant is the high share of chicken dry dung and poultry manure in the feedstock mix. Both substrates are known for their high nitrogen load of 20-30 kg/t which increases the risk of Ammonia inhibition in the digester. The feedstock mix is composed in a way that reduces the nitrogen load to an acceptable level. Although it is more than 4 kg/t fresh matter, the biogas plant runs without problem.

Besøg 3 - Biogas Xaver Zirngibl

Det er et "Plug-flow"-anlæg fra Rüchert NatUrgas GmbH, med produktion af el og tørring af spildevandsslam for Eon. Den afgassede biomasse separeres med skruepresse. Rundvisning v. juniorchef Manfred Colbinger.

Anlægget er fra 2010 og etableret som et supplerende forretningsområde til gårdens 330 ha planteavl. I dag anvendes en tredjedel af jorden til energiafgrøder og resten til salgsafgrøder som hvede og sukkerroer. Efter etablering af anlægget indkøbes stort set ikke kunstgødning.

Det særlige ved anlægget er en kompakt konstruktion med alt under tag inkl. indfødningen. Den foregår fra en 80 m³ grav med walking floor. Der foretages ingen blanding af råvarer. De lægges i graven i lag og blandingen sker, når materialet når frem til sneglene for enden af graven. Hver time trykkes 1,1 ton fast biomasse ind i den rektangulære reaktor 1 meter under overfladen.

Samlet indfødning er 28 ton pr. dag: 16 ton majsensilage, 6 ton kyllinge/hønsegødning, 1 ton andemøg, 1 ton havrehelsæd, 1 ton malet korn (kasseret), 1 ton knuste sukkerroer og 2 m³ svinegylle. Gyllen tilføres separat efter opvarmning ved varmeveksler. Hertil kommer tilsætning af 12 m³ vand/afgasset gylle). Procestemperaturen er 42,2 gr.

I reaktoren er to 27 meter lange, vandrette og langsomtgående mixere med padler. De kører med fem omdrejning/min., hvilket ikke kræver meget energi og heller ikke giver meget slid. Opholdstid i reaktoren er ca. 80 dage og 100 dage i en sekundær tank med gaslager.

Efter afgasning separeres resten i en skruepresser for at spare oplagring i tank. Dagligt produceres 7 ton fast gødning med 25 pct. ts og ca. 30 ton væske, der opbevares i gylletank. Næringsstofindholdet er ens i fast og flydende fraktion: 7 kg N, 4 kg P og kg K pr. ton.

Af hensyn til lovgivning/tilskudsordning skal der hver dag anvendes minimum 30 pct. husdyrgødning opgjort på vægtbasis. Brovægt og et udførligt egenkontrolprogram sikrer, at det sker. Der er løbende fast leverance af hønsegødning fra nærliggende burægsproduktion. Pt. er der et hul i leverancen pga. udskiftning af høns, og Zirngibl har derfor skaffet alternative gødningskilder, bl.a. noget kvægmøg.

Plug-flow anlæg er relativt dyre men til gengæld er der aldrig problemer med at anvende faste biomasser. Sand er ikke noget problem. Det følger bare med gødningen ud igen. Sneglene er af rustfrit stål og skal skiftes ca. hvert fjerde år. De er forankret i træblokke, som ikke tæres af syre.

Zirngibl er meget tilfreds med anlægget, der kører stort set problemfrit. Eneste uheldige konstruktion er en 90 graders rørbøjning, som kan stoppe til.

En 549 kW Jenbacher motor producerer strøm. Den årlige produktion er 4.723.000 kWh, som sælges for 23 eurocent pr. kWh (8,15 mio. kr. pr. år). Af disse er 3 cent en varmebonus for udnyttelse af overskudsvarmen. Zirngibl tørrer spildevandsslam for EON Bayern på en langtidskontrakt. Slammet brændes efterfølgende i et kulkraftværk. EONs fordel ligger i færre transportomkostninger pga. mindre vægt. På ugebasis nedtørres 80 ton slam med 25 % tørstof til 25 ton med 85 % tørstof.

Samlet investering i biogas og tørreri er 3.2 mio. euro.



Foto 18: Delegationen er samlet foran aflæsnings-hallen. Bagved ses det rektangulære plugflow biogas-anlæg.



Foto 19: Biomassen føres ind med walking floor og løftes op i reaktoren med snegletransportør.



Foto 20: Den sekundære reaktor og lagertank. I forgrunden majsensilage til biogas.



Foto 21: Fremvisning af separator, der sidder i huset øverst til højre. Under gangbroen ses de to grønne lejer til akslerne i plugflow reaktoren.



Foto 22: Separatoren. Materialet (det faste) falder ned på beton nedeunder huset.

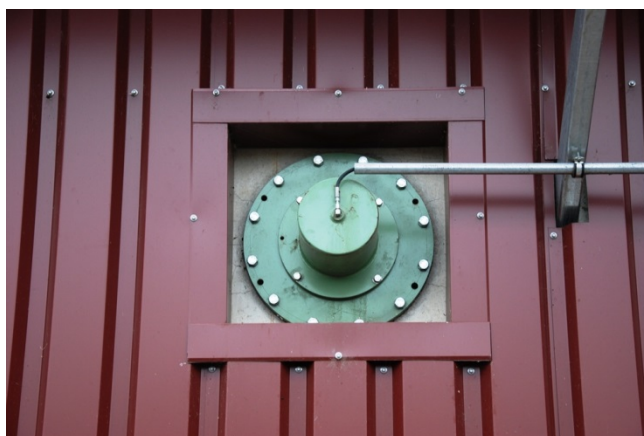


Foto 23: Akslerne i anlægget hviler i trælejer, som ikke skades af syre fra biomassen.



Foto 24: Modtaget gødning fra kyllinger, ænder og kvæg er lagret midlertidigt på betonpladsen.



Foto 25: Indfødningsnegle slides hurtigt, selvom det er rustfrit stål.

Kommentar:

Anlægget er et robust koncept til afgangning af faste biomasser. Det er optimeret efter de tyske afregningsforhold og giver en god økonomi for ejeren. Der høstes også landbrugsfordele af en bedre udnyttelse af fast gødning. Det kan ikke afvises, at et tilsvarende forretningskoncept kan udnyttes i Danmark, hvis de rigtige omstændigheder mht. afregningspriser, tilskud m.v. er til stede. Se tabel 1, side 35 mht investering pr. kW.

Tuesday, 11 November 2014
15.00h – 17.00h



Photo by Naturstrom AG

Operator

4. Bioenergie Hallerndorf GmbH

NB: Denne anlægsbeskrivelse er bibeholdt, selvom besøget blev aflyst og erstattet af to andre besøg.

Location	Am Binzig 4 91352 Hallerndorf	
Biogas plant	Prestorage tank: 160 m ³ Main digester: ~ 2.200 m ³ Combined secondary digester / storage tank: ~ 3.500 m ³ Gas storage volume on digester: 1.060 m ³ Gas storage volume on storage tank: 1.765 m ³ Mesophilic digestion at ca. 40 °C Digester heating with external heat exchanger which heats the recirculation fluid.	
Substrates / year	Corn silage: 730 t/a Trefoil grass (silage): 4.500 t/a Cow dung: 1.200 t/a Manure: 1.500 t/a Horse manure: 360 t/a	

Substrate costs	No information provided	
Retention time	Digester:	113 days
	Digester + secondary digester:	293 days
Organic loading rate	Digester:	2.94 kg VS/m ³ *d
	Digester + secondary digester:	1.14 kg VS/m ³ *d
Biogas yield	1.1 Mio. m ³ /a (KTBL)	
Methane content	52.0 - 55.0 %	
CHP	Hagl (MAN-Motortyp: E 2848 LE 322) ca. 8.000 operating hours/a	250 kW _{el} / 265 kW _{th}
	since 07/2014: Hagl (MAN-Motortyp: E 2876 LE 190)	190 kW _{el} / 212 kW _{th}
Electricity production	2.151.180 kWh/a	
Own electricity demand	9.5 %	
Electricity to the grid	2.109.000 kWh/a	
Heat production & use	Heat production:	1.9 Mio. kWh
	Heat use on the plant:	0,8-1,0 Mio. kWh/year
	External heat use: heat delivery to a logistics company and drying facility	
Digestate	Screw-press separator for liquid-solid separation between digester & storage tank. Liquid phase (4-7 % DM) is recirculated into the digester.	
Investment costs	1.8 Mio. €	
Management costs	Daily routine:	3-4 h/d
Planning & Construction	Sauter Biogas GmbH	
Commissioning date	2011	

Motivation

Four organic farmers (Bioland / Naturland) had a crop rotation system with clover grass for soil improvement. Additionally cattle dung and a small amount of slurry was available. When thinking about ways to use the agricultural residues and improving the plant availability of the fertiliser, they created the idea of building a biogas plant. Then they contacted "Naturstrom", a green energy supplier that is based in their region. Naturstrom participated as partner in the project and each partner holds 20 % shares in the project.

Technology

Sauter Biogas GmbH was selected as plant manufacturer, because their plant design is capable of digesting the available feedstock. Sauter's approach to fibre-rich feedstock is to eliminate technology that is prone to wearing and tearing. Therefore the digester is neither equipped with mixers, nor is a solid feeder installed that automatically feeds the digester.

Instead a circulation pump withdraws digested slurry from the bottom of the tank pumps it through a special nozzle that sprinkles the liquid onto the substrate surface. This does not lead to a completely mixed tank, but the fibrous material floats on top to the liquid. Through the thorough sprinkling, however, there is no crust formation and bacteria come into close contact with the feedstock. Another effect of incomplete mixing in this case is that different zones develop in the digester where different stages of the digestion process take place.

Feeding the digester is similarly simple. A chute or feeding pit as the Sauter's call it, that reaches into the digester is used for feeding solids into the digester. A wheel-loader dumps the solids into the chute from where the biomass gradually slides into the digester. According to Sauter it has been observed that a hydrolysis and acetogenesis zone forms around this biomass plug and serves as a fresh biomass supply. Through sprinkling all dissolved organics are transported to the methanogenous region in the digester. Using this feeding method allows discontinuous feeding while the gas production remains continuous and stable.

A generous digester sizing that allows high retention times and low to moderate organic loading rates of 2-3 kg VS/m³ x day adds to the sturdy biogas process that is important for digesting fibrous feedstock. From the digester the substrate is pumped into the combined secondary digester / storage tank.

Between the digester and the digestate storage tank, there is a technical container with substrate pumps, heat exchanger and electrical and controlling technology. This construction makes sure that all the technical equipment is installed outside of the digester and thus easily accessible for maintenance at any time. The installed crane facilitates a simple exchange of heavy plant components. A completely visualized control system guarantees an automatic operation. The controlling can be operated either on site or via a remote controlling using an internet connection. Thus, the plant can be tele-controlled from every PC, Smartphone or tablet.

Lessons learned:

High proportion of sand in the grass silage and stones in the solid cattle manure lead to more wear and tear than expected.

Future plans:

Electricity production will become flexible. More power will be fed into the grid at high demand and less power during low demand time. Therefore the CHP capacity was increased in Juli 2014 to 440 kW_{el}, but the average power output will be 380 kW_{el}. To achieve a higher electricity production more feedstock will be needed and possibly part-time organic farmers in the vicinity of the biogas plant will contribute feedstock in the future.

Source of information: www.sauter-biogas.de, energieatlas bayern, Naturstrom AG, top agrar Energie magazin 4/2014.

Film: <http://vimeo.com/111417028>

Besøg 4a og b - Lille og stort Sauter anlæg

Besøget hos Bioenergie Hallerndorf (Sauter anlæg), hvis anlæg er beskrevet ovenfor, blev aflyst pga. nedbrud på anlægget. Det er dog valgt at lade anlægs- og driftsbeskrivelsen blive stående i rapporten. I stedet for besøgte vi to andre anlæg bygget af Sauter biogas. De er beliggende i Arnschwang, ca. 12 - 15 km fra grænsen til Tjekkiet. Vi blev vist rundt af Xaver Neumair, der ejer det lille anlæg, mens hans far ejer det store.

Besøg 4a - Sauter 190 kW, Tretting 12, 93473 Arnschwang, bliver fodret med 30 % gylle og 70 % majs, græs, helsæd. Landmanden er meget tilfreds. Det fodres med 10-12 tons fast biomasse pr. dag foruden gylle. Der er ingen bevægelige dele i anlægget, (bortset fra en enkelt omrører i tank to). Anlægget holdes varm med en ekstern varmeveksler. Der fodres én gang dagligt, og man kan springe en dag over.

Landmanden har lavet forsøg med gasproduktion efter energibehov. Det styres med sprinkleranlægget. Ingen sprinkling = ingen gas. Der er to 1880 m³ tanke, som godt kunne give produktion til 250 kW, hvis de blev fodret hårdere. Den hydrauliske opholdstid er over 100 dage. Bakterierne skal lave arbejdet i stedet for omrørerne. Elforbruget svarer til 6-7 % af produktionen, men kun 4 % hvis der kun er majs og gylle i anlægget.

Arbejdsbehovet svarer til 1-2 timer om dagen, hvis det kun er rutinearbejde og ikke noget særligt er sket. Anlægget har kostet 500.000 € i 2009 og ville nok koste 700.000 € i dag uden fjernvarme til nabohusene og over 1.000.000 € med fjernvarme. Der afsættes varme til syv husholdninger og til en træhandler. Anlægget bruger 30 kW i timen til varme. Han har investeret i en ekstra back-up pumpe, da anlægget intet producerer, hvis pumpen er ude af drift.



Foto 26: Sauter anlægget ligger i et kuperet terræn.



Foto 27: Primær og sekundær reaktor er næsten ens.



Foto 28: Indfødningsystemet er en slidske, der også fungerer som vandlås.



Foto 29: Der ligger materiale i slidsken så det fungerer som en "prop"



Foto 30: Omrøring i primærreaktoren sker ved pumpning af tynd væske fra tanken og efterfølgende spredning over flydelaget.



Foto 31: Omrøringen i den sekundære reaktor er med en langakslet propelomrører, der kan servieres og ændres i position udefra.

Besøg 4b - Sauter 3,54 MW anlægget, Im Gewerbegebiet 2, 93473 Arnschwang

Gassen bruges i dels et 1 MW kraftvarmemotor, og resten 3 MW sendes til naturgasnettet. Opgraderingsanlægget er ejet og drevet af et spansk firma, og tilslutningsanlægget til gasnettet er ejet og drevet af Eon. Der indføres 700 m³ biometan i timen. Anlægget består af to lagune tanke, der hver er på 11.000 m³ og anbragt i serie, dvs. primær og sekundær reaktor. De fodres kun med fast biomasse, 200 tons om dagen og fodringen tager 5 timer. Biomassen er majs, helsæd, græsensilage. I marts til oktober 2014 var der ikke mere majs, så der kørte anlægget kun på græs, hvilket kræver lidt mere el til pumpearbejdet. Anlægget får ikke gylle. Derfor afregnes el kun til 16 eurocent pr. kWh. Anlægget har kostet 3 mio. € eksklusiv motor

Foderet lines op hver dag på en betonplads og sammensættes efter kWh-potentialet og ikke efter tons.

Transport af gylle er ikke rentabelt.

Yderligere info: http://sauter-biogas.de/_download/RefBGA20.pdf



Foto 32: Til højre ses det spansk ejede gasopgraderingsanlæg. Til venstre ses containerhuset til en 1 MW gasmotor.



Foto 33: Det var ikke muligt at fotografere hele anlægget på ét foto. Her ses hvordan siderne af reaktoren er dannet af jord (Lagune)



Foto 34: Indføding gennem en slidske (med teleskoplæsser).



Foto 35: Dagens foder er linet op. Kun græs i foderplanen pt.



Foto 36: En stejl nedgang fører ned til teknikrummet, der ligger i bunden af et tårn centralt i reaktoren (både primær og sekundær)



Foto 37: Toppen af begge reaktorer er låst fast i et betondæk. I baggrunden ses opgraderingsstationen..



Foto 38: Besigtigelse af teknik- og pumperum. I baggrunden ses de meget store lodretsiddende varmevekslere.



Foto 39: Store snekkepumper fører tynd væske op i tårnet, hvor en roterende vandkanon fordeler det over flydelaget.

Kommentar:

Sauteranlæggene virker teknologisk set robuste, fleksible og simple. De har samtidig det laveste investeringsomfang af de besøgte nutidige standardanlæg. Det er et godt bud på anlægstype, der sandsynligvis kan give økonomisk afkast under danske forhold og med anvendelse af en stor andel fast biomasse. Anlægsinvesteringerne vedrører dog nogle af de første Sauteranlæg, bygget i Tyskland, så der må tages et forbehold for en nutidig pris for tilsvarende byggeri i Danmark. Se tabel 1, side 35 mht investering pr. kW.

Wednesday, 12. November 2014

8.00h – 10.00h

Operator

5. Bio Energie Hofgut Räder GmbH & Co. KG
Eberhard Räder

Location	Geckenauer Str. 40, 97654 Bastheim		
Biogas plant	Digester:	1 x 1,700 m ³ with concrete roof	
	Secondary digester:	1 x 1,400 m ³	
	Storage tanks:	1 x 2,200 m ³	
		1 x 850 m ³	
		1 x 300 m ³	
	Feeding of solids: solid feeder with 12 m ³ bunker		
Substrates /year	Corn silage:	587	t/y
	Clover grass silage:	3.100	t/y
	Grain:	103	t/y
	Total plant silage:	61	t/y
	Pig slurry:	120	t/y
	Pig manure:	1.450	t/y
	Mix of cattle and sheep manure:	410	t/y
Substrate costs	Corn silage:	26 €/t + 4€/t for transport and chopping	
	Clover grass silage:	18 €/t	
	Grain:	90 €/t	
	Total plant silage:	like corn silage	
	Pig slurry:		
	Pig manure:		
	Mix of cattle and sheep manure:		
Retention time	Digester + secondary digester:	187 days	
	In all tanks that are equipped with a gasholder roof:	320 days	
Organic loading rate	Digester:	2.5 kg VS/m ³ *d	
	Digester + secondary digester:	1.4 kg VS/m ³ *d	
Biogas yield	Estimated: 130 m ³ /h (installed flow meter is not reliable)		
Methane content	53 %		
CHP	250 kW _{el}		
Electricity production (2013)	2,142,000 kWh/y		
Own electricity demand (2013)	230,000 kWh/y (including all consumers of the district heating grid and dryer)		
Electricity to the grid	= electricity production, operator buys back electricity from the grid to cover		

the biogas plants electricity demand

Heat production & use	Digester heating: 150,000 kWh/y (estimation)		
	External heat use: 1,868,000 kWh/y		
		1/3 for district heating grid	
		2/3 for drying services	
Digestate	Amount: 5,300 m ³ /a		
	Nutrient composition: Total nitrogen (TKN):	10,2	g/l _{FM}
	Ammonium (NH ₄ -N):	6,2	g/l _{FM}
	P ₂ O ₅ :	3,2	g/l _{FM}
	K ₂ O:	10,8	g/l _{FM}
	Transport + spreading costs: ca. 6 €/t		
Investment costs	2,050,000 €		
Management costs	The operator does not calculate this separately. He builds up his financial reserves according to the depreciation period given in the financial feasibility:		
	CHP:	5 years	
	Technical parts:	10 years	
	Buildings:	20 years	
	Daily working time on plant: 3 h/d		
Commissioning date	2009		
Plant manufacturer	NQ Anlagentechnik GmbH		

Motivation

Family Räder, the operators of this biogas plant, has an organic farm with 163 ha arable land and 940 places for fattening pigs.

At the beginning the main motivation for building a biogas plant has been to produce a fertiliser that is easy to handle and available when needed. Clover grass was to be the main feedstock for the biogas plant and instead of mulching the clover grass and leave it on the field, Mr. Räder wanted to store the nutrients in form of digestate from the biogas plant.

In 2009 the biogas plant started operation. First with a 190 kW_{el} CHP, but in 2011 it has been replaced by a larger 250 kW_{el} CHP that is still in operation. Also, the plant has been enlarged by building an additional storage tank with a gasholder roof on top.

In addition to own clover grass silage the biogas plant digests clover grass silage from neighbouring organic farms. In return the "external" organic farmers take back digestate and hence also benefit from the high quality fertiliser for their farms.

Clover grass and farm fertiliser, which both don't compete with food farming, make up 80 % of the feedstock.

Technology

The digester has a useful volume of 1,700 m³ and is covered with a concrete roof. Inside the digester the operating temperature is 45 °C. Two mixers are combined for substrate mixing. The main mixer is a large

paddle mixer that is mounted on the concrete roof and fixed to the tank floor. Two pairs of paddles move the digester content. One is located near the floor and the second pair is connected to a floater so that it operates always at the top of the liquid where it destroys scum and prevents the formation of swimming crusts. A long shaft mixer which enters the digester through the wall supports the paddle mixer. Both mixers together create a slurry flow from bottom to top.

As the digester the secondary digester is covered with a concrete roof. Due to the smaller size one paddle mixer is sufficient for thorough slurry mixing. On top of the secondary digester stands a building that houses the gas bag (300 m³). This set-up of building both digester tanks with concrete roof allows a very good tank insulation and thus minimises losses. In consequence less heat is required to maintain the operating temperature and more heat is available for external uses. Additional gas storage is available in the gasholder roof on top of the large storage tank.

Approximatel half of the available digestate is used on own field, e.g. to fertilise wheat to manage the wheat's protein content. The other half goes to the field of the farmers who deliver feedstock to the biogas plant. Digestate is spread using a trailing shoe application system not only on the own farm, but also as service for external farmers.

Gas use

Biogas is mainly used as fuel for a 250 kW_{el} CHP that runs in average 96 % of the annual hours to produce electricity and heat. The electricity is fed directly into the grid without covering the own demand first. Heat is supplied to the own farm, but also to public, commercial and private buildings via a district heating system. To ensure the heat supply to the grind and to cover peak demands a 450 kW_{th} biogas burner has been installed. With this back-up system the existing emergency gas flare became obsolete and has been removed.

Besøg 5 - Bio Energie Hofgut Räder

NQ Anlageteknik, reaktor m. betondæk. Elproduktion og fjernvarmeleverandør til nærliggende by. Produktion af 1900 slagtesvin pr. år, heraf 500 tunge svin på 250 kg. Dyrker kartofler, maltbyg og foderkorn.

Økologisk slagtesvineproducent Eberhard Räder har altid dyrket kløvergræs aht. næringsstofforsyningen i sædskiftet. Siden han i 2008 byggede sit biogasanlæg har han kunnet udnytte det meget bedre ved at ensilere og afgasse det.

Han overtog forældrenes svineproduktion med 22 ha som 22-årig og har siden købt jord til, så han i dag driver 240 ha. I 2000 omlagde han til økologisk drift.

Siden den berygtede nitrofenskandale i 2002, hvor der blev fundet nitrofen i tysk 'økologisk' korn, har han bestræbt sig på at være selvforsynende med foder. Biogasanlægget har gjort bedriften endnu mere harmonisk og velfungerende.

Der var stor lokal modstand mod hans planer om at bygge biogasanlæg, og han måtte gennem en retssag, før han fik lov. I dag leverer han fjernvarme til den nærliggende by. Räder har selv bekostet infrastrukturen: 1,5 km rørledning til fjernvarme.

Da han er kontraktligt forpligtet til altid at levere tilstrækkelig varme, har han suppleret gasmotoren med en gaskedel. Han har tillige et oliefyr i reserve, men har endnu ikke brugt det.

Ved udsigt til meget koldt vejr opbygger han et ekstra lager af gas og/eller fodrer anlægget lidt ekstra. Korn giver øjeblikkelig effekt i form af gasproduktion. Gylle giver effekt i løbet af et døgn, og ensilage giver effekt efter to dage.

Om sommeren er der et varmeoverskud, der anvendes til løntørring af produkter som flis, majskeer mm.

Anlægget består af en primær og en sekundær reaktor med betondæk. Det er en relativt dyrere løsning men har den fordel, at man kan forankre en kraftig omrører i låget. Den har fire store padler, to øverst og to i bunden. En lang stavmixer fastgjort i væggen supplerer omrøringen i hovedtanken. Den slides en del og skal skiftes ca. en gang om året. Den store omrører kører langsomt og slides ikke meget. I den sekundære reaktor er der blot en enkelt padelomrører.

Gaslageret ligger oven på den sekundære reaktor. Desuden er der supplerende gaslager over lagertanken.

Räder fodrer anlægget med et miks af kløvergræs og fast gødning, som han ensilerer i samme store stak. Samlet set udgør græs 50 pct. af biogASFoderet, fast gødning 35 pct., majs 10 pct. og gylle 5 pct.

Råvarer til anlægget kommer fra egen bedrift samt fra økologer i nabolaget. Majs er dog konventionel og skal af den grund være udfaset i 2020.

Majsen er en god energifgrøde og er med til at sænke N-procenten i de ellers N-holdige biomasser, så ammoniakken ikke hæmmer metanbakterierne.

Bortset fra majs køber han ikke råvarer til biogasanlægget. Räder høster kløvergræsset hos naboerne og leverer gødning tilbage til dem. For hver ton biomasse han henter, får de 800 kg biogasgylle retur. Hver halve time tager anlægget automatisk 300 kg biomasse ind fra det 12 m³ store påslag oven på tanken. Räder beskriver sit anlæg som meget solidt og velegnet til at håndtere de biomasser, han arbejder med. Han får dog dagligt alarmer, så der skal altid være nogen i nærheden, der kan reagere på fejlmeldingerne. Det værste, han har oplevet, var da computersystemet satte ud under en ferie i udlandet, fordi han da ikke kunne vide, om anlægget kørte som det skulle.



Foto 40: Luftfoto, der viser, at biogasanlægget er centralt placeret på ejendommen. Øverst til venstre ses ensilagesiloer og tørresiloer med solceller. Slagtesvinestalde med verandaer ses i midten / øverst i billedet.



Foto 41: Hr. Råder fortæller om sin økologiske svineproduktion, og hvordan biogasanlægget har løftet næringsstofforsyningen og udbytterne i marken.



Foto 42: Konceptet i NQ-anlægget er et centralt langsomtgående padelværk, som er monteret i betonloftet og i gulvet i den primære reaktor.



Foto 43: I den sekundære reaktor er biomassen blevet tyndere og det omrøres med en hurtigere propelomrører på et langt skaft monteret gennem reaktorsiden.



Foto 44: Oplagret biomasse: kløvergræs m.v. ensileret oven på dybstrøelse/møg.



Foto 45: Indførdning af fast biomasse. Det er her en fordel af sneglene kan arbejde med tyngdekraften.



Foto 46: Her ses den sekundære reaktor, med et skur på toppen til opbevaring af biogas i en gassæk.



Foto 47: Lagertanken er også overdækket og kan bidrage med gasproduktion.



Foto 48: Hr. Mäders mark med efterafgrøde ses til venstre, og naboens hvedemark ses til højre.



Foto 49: I sommerhalvåret bruges overskudsvarmen til at tørre majserner (som ses her), træflis m.v. Om vinteren bruges varmen til fjernvarmeforsyning af byen.

Kommentarer:

NQ-anlægget er et robust koncept, især mht. omrøring, der er monteret i betonloftet. Indfødningsystemet er standard tysk med snegletransportør, med de svagheder, et sådant system har. Anlægget er optimalt i forhold til varmeudnyttelse, da tankene kan isoleres fordi de har betonloft. Det var dog også det dyreste af de vådforgæringsanlæg vi besøgte. Mulighederne for en økonomisk succes i Danmark afhænger helt af de konkrete afregningsforhold, og ikke mindst om varmeudnyttelse kan optimeres så godt som i dette tilfælde. Se tabel 1, side 35 mht investering pr. kW.

Wednesday, 13 November 2013

13.10h – 13.40h

Operator

**6. Georg Schultes / Landgasthof
Waldmichelbacher Hof**

Location	Waldmichelbach 4 63856 Bessenbach								
Biogas plant	Solid feeding device: by Fliegl, size unknown Main digester (d=6m, h= 10m): 200 m ³ Combined secondary digester / storage tank: 1,500 m ³ Gas storage volume on digester: 40 m ³ Mesophilic digestion at ca. 42-45 °C								
Substrates / year	Total feedstock tonnage: 3.500 t/a of this: <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Cow slurry:</td> <td>50 %</td> </tr> <tr> <td>Solid cow and horse manure:</td> <td>40 %</td> </tr> <tr> <td>Grass silage:</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Corn silage:</td> <td>from 1 ha</td> </tr> </table>	Cow slurry:	50 %	Solid cow and horse manure:	40 %	Grass silage:	10%	Corn silage:	from 1 ha
Cow slurry:	50 %								
Solid cow and horse manure:	40 %								
Grass silage:	10%								
Corn silage:	from 1 ha								
Substrate costs	None, because only bad quality grass silage and corn silage, that is not suitable as forage is sent to the biogas plant.								
Retention time	Summer: no figure provided, but it is higher, because cows and horses are grazing outside Winter: 20 days								
Organic loading rate	Has never been calculated								
Biogas yield	No monitoring								
Methane content	No monitoring								
CHP	74 kW _{el} , operated at 60 kW _{el}								
Electricity production	Summer: 400 kWh/d Winter: 1,200 kWh/d								
Own electricity demand	5.7 kWh/h								
Electricity to the grid	No information available								
Heat production & use	No information available								

Digestate	Amount of digestate:	3,000 t/a
	Digestate treatment /use:	land spreading
	Nutrient composition:	unknown
	Transport distance for spreading:	2.5 km in average
	Transport & spreading costs:	ca. 3 €/t
Investment costs	ca. 300.000 D-Mark	
	(after 20 years of operation this price is no longer representative)	
Management costs	Daily routine:	30 min/d
	Operation & maintenance:	ca. 3-5 % of invest
Planning & Construction	Own development together with Dr. Schulz / TU München	
Commissioning date	1994	

Motivation & history

The biogas plant at Waldmichelbacher Hof is a pioneer biogas plant and has had an eventful history. In 1992 when Mr. Georg Schultes, who developed the farm at Waldmichelbacher Hof, intended to build a slaughterhouse on his premises, the competent authority requested that a sewage treatment plant had to be built.

Mr. Schultes, who is a trained electrician, has for a long time been interested in biogas, but has also hesitated to enter the business. With the slaughterhouse under development he saw the opportunity to build a biogas plant and contacted Dr. Schulz from TU München to see what options there were. Together they convinced the authority that an anaerobic treatment of the wastewater is equally beneficial for the environment plus it goes together with energy generation from biogas. In 1992 there were no experienced companies to build a biogas plant for this application. The plant has then been developed together with Dr. Schulz and his staff. It has originally been designed to treat waste water from the slaughterhouse as well as from humans, food residues from the restaurant and farm fertiliser. Operation started in 1994.

In 2010 the legislation changed in various respects. Food residue digestion got stricter with the ABP-regulation in place and the need to pasteurise this type of waste. Also, the authorities requested a separate WWTP for the slaughterhouse. Some other points also added to the decision to stop slaughtering own animals and to remove food residues from the feedstock mix. Household and hotel waste water was also removed from the biogas plant and is now treated in a newly built constructed wetland. The new feedstock mix is solely based on farm fertiliser and low quality forage that is not suitable as animal food.

Technology

Core of this biogas plant is a fairly unique and completely enclosed digester which is 10 m high and has a diameter of 6 m. It is equipped with two submerged mixers – one runs near the top of the liquid level to destroy scum and swimming crusts and the other runs near the bottom to prevent sedimentation. In-between the slurry remains undisturbed and bacteria can do their work.

The new feedstock mix requires a special unit to feed it into the digester. After some trials the Fliegl-feeder that is in operation now has been selected and works to the operators' satisfaction.

Since the first start-up with a CHP-size of 45 kW_{el}, the CHP capacity has been enlarged to 75 kW_{el}, but the engine is throttled to 60 kW_{el}. Because the animals are grazing outside during summer, the biogas plant runs in a summer and a winter mode.

The biogas plant runs with a very low degree of instrumentation and control. Therefore many figures and data is not available. As in many old biogas plants the CHP operation is the main quality parameter.

Besøg 6 - Landgasthof Waldmichelbacher Hof

Landbruget har næsten 200 dyreenheder, kødkvæg på ekstensivt græs.

Biomassen til anlægget er 80 % græs og 20 % fast gødning.

Om sommeren, hvor dyrene græsser, er der mindre biogasproduktion.

Om vinteren, er der mere gødning og en større gasproduktion, og det passer til, at varmebehovet i bygningerne også er større.

Gasmotoren kører hvad der svarer til 5000 fuldlast timer, eller 57 % af max. kapaciteten.

Landmanden må i følge EU-regler ikke længere bruge madaffald/-rester fra hotellet til biogasproduktionen (uden hygiejnisering) men må gerne give det til sine grise. Det synes han er uforståeligt.



Foto 50: Senior og junior hr. Schultes har arbejdet med biogas i småskala i mange år.



Foto 51: Et hjemmebygget men velfungerende koncept fra 1994. Reaktoren er 10 m dyb og 6 m i diameter.



Foto 52: Til venstre ses gaslageret i form af en gassæk, og i baggrundens anes reaktoren.



Foto 53: Indføddingen er af nyere dato og sneglen, der ses til højre, skubber biomassen nedad.

Kommentarer:

Et ældre anlæg med en tank med stor højde i forhold til bredde (diameter), hvilket gør omrøringen nemmere.

Det vides ikke, hvad et sådant koncept vil koste i dag (hverken i Tyskland eller Danmark), men det skønnes at det næppe vil være rentabelt under danske forhold med mindre, der er helt særlige forhold, f.eks. udnyttelse af nettomålerordningen. Se tabel 1, side 35 mht investering pr. kW.

Tabel 1. Oversigt og anlæg og investeringsomfang

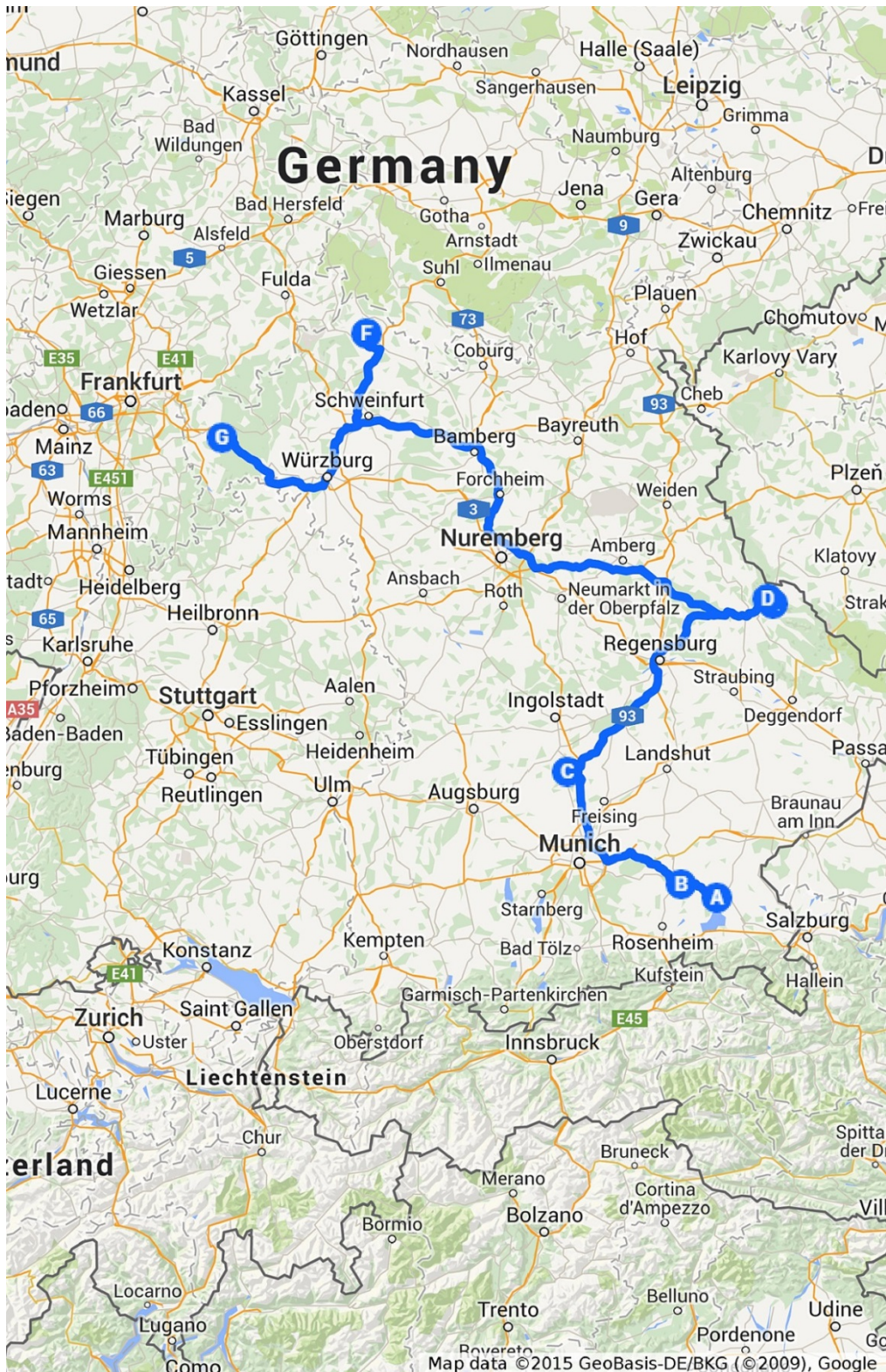
Besøg	Anlægskoncept	Investering, 1000 kr.	Effekt, kW _{el}	Investering, 1000 kr. pr. kW _{el}	Ranking, kr./kW _{el}
1	Chiemgauer	2.100	83	25,3	3
2	BAL/Renergon	26.300	330	79,7	8
3	Rückert NatUrgas	24.000	549	43,7	6
(4)	Sauter	13,500	440	30,7	4
4a	Sauter	7.500	190	39,5	5
4b	Sauter	26.250	3500	7,5	1
5	NQ Anlagentechnik	15.400	250	61,6	7
6	Hjemmebygget	1.200	74	16,2	2

Tabellen viser den specifikke investering, dvs. anlægsprisen pr. kW elektrisk effekt. Den specifikke investering kan bruges til en grov sammenligning af anlægskoncepterne. En høj pris er et varsel om, at det kan blive vanskeligt at få en god driftsøkonomi, hvis ikke indtjeningen er tilsvarende høj. En høj specifik pris kan skyldes, at anlægget er teknisk avanceret. Små anlæg har typisk også en højere pris pr. kW end store anlæg. Besøget nr. 4 blev aflyst, men data for investeringer og effekt fremgår af anlægsbeskrivelsen for Hallerndorf.

Fotografer:

Karen Munk Nielsen og Michael Tersbøl, Økologisk Landsforening: Foto 8-11, 13-16, 18-25, 26-43, 45-53
Erik Fog, Afdelingen for Økologi, Seges, Foto 44.

Øvrige fotos er firmafotos fra de enkelte anlæg leveret via IBBK.



Figur 1: Kort over studieturens forløb med start i A og afslutning i G.