

**ANRE-DEMONSTRATIEPROJECT
DOMPELBRANDER MET BIOGAS BIJ
DIEPVRIESGROENTENBEDRIJF D'ARTA, ARDOOIE**

Eindrapport

J. Van Bael en T. Daems

Vito

November 2001

SAMENVATTING

In het kader van de bevordering van nieuwe energietechnologieën (KB van 10/02/1983) heeft de Vlaamse overheid een subsidie toegekend van 35%, zijnde 1.663.640 BEF of 41.240,56 EURO voor de geschatte investeringskosten van een dompelbrander met biogas aan het diepvriesgroentenbedrijf d'Arta in Ardoioe.

Bij de verwerking (wassen, schillen, mechanische bewerkingen, voorverwarmen, blancheren, koelen,..) wordt water gebruikt dat daarna gezuiverd wordt in een waterzuivering. Eén van de processtappen in de waterzuivering is de anaërobe zuivering, bestaande uit een mengtank en een reactor. Bij dit proces (een vergistingsproces) wordt er in de reactor biogas gevormd. In het verleden werd dit biogas gewoon afgefakkeld in de buitenomgeving. De bedoeling van dit project is om het biogas te verbranden met behulp van een dompelbrander (630 kW) en de warmte te gebruiken voor het opwarmen van het afvalwater in de anaërobe installatie tot een temperatuur van ongeveer 30 à 35°C. De anaërobe reactor blijft hierdoor op een constante temperatuur wat een snelle en efficiënte afbraak van pollutanten in het afvalwater waarborgt. Daarnaast wordt er meer biogas gevormd.

Over de meetperiode van één jaar (oktober 1999 – september 2000) heeft de anaërobe zuiveringsinstallatie 95.517 m³ afvalwater verwerkt. Hierbij werd 318.510 Nm³ biogas geproduceerd.

De dompelbrander verbruikte over de meetperiode 165.486 Nm³ biogas of 52%. 153.024 Nm³ biogas werd afgefakkeld. De dompelbrander verbruikte het meeste biogas in de maand december 1999, namelijk 34.149 Nm³/maand. Deze maand december 1999 was eveneens de verhouding biogasverbruik dompelbrander / totale biogasproductie het hoogst, namelijk 89%.

Over deze meetperiode heeft de dompelbrander 2.617 uren gedraaid, waarbij 3.511 GJ/jaar aan nuttige warmte geleverd werd. Dit betekent dat gemiddeld 21,2 MJ warmte / Nm³ biogas geleverd werd. Deze verhouding bedroeg minimaal 19,6 MJ/Nm³ (december 1999) en maximaal 24,4 MJ/Nm³ (april 2000). In januari 2000 werd de meeste warmte geproduceerd, namelijk 710 GJ/maand.

Gedurende 100 uren (4% van de draaitijd) was de warmteproductie van de dompelbrander hoger dan 600 kW. Een vermogen hoger dan 300 kW werd geproduceerd gedurende 1.772 uren (68% van de draaitijd). Gedurende 1.715 uren (66% van de draaitijd) was het geproduceerde thermische vermogen hoger dan de helft van het nominale vermogen. De meeste uren (390 uren of 15% van de draaitijd) werd een vermogen tussen 500 en 550 kWt geleverd.

Gedurende de koudste meetmaand (maand januari 2000), tevens een maand met weinig afvalwater vergeleken met het tussenseizoen en de zomer, bedroeg de gemiddelde temperatuur in de mengtank 31°C met een standaardafwijking van 4°C. In de biogasreactor bedroeg de gemiddelde temperatuur 30°C met een standaardafwijking van 2°C. Deze waarden liggen dicht bij de gewenste temperaturen in de reactor (30 à 35°C).

Gedurende de meetperiode leverde de dompelbrander 3.511 GJ/jaar warmte. Indien deze warmte geleverd zou worden met een aardgasketel, dan zou hiervoor 4.130 GJ/jaar primaire energie nodig zijn geweest. Dit wil dus zeggen dat de primaire energiebesparing over de meetperiode 4.130 GJ/jaar bedraagt.

Het totale aardgasverbruik bij d'Arta over de meetperiode bedroeg 44.747 GJovw/jaar. Indien geen dompelbrander geïnstalleerd zou zijn, dan had het bedrijf een extra aardgasverbruik van 4.130 GJovw/jaar of 9%.

De CO₂-emissie bij een installatie met dompelbrander is gelijk aan 389 ton CO₂/jaar waarvan 187 ton/jaar door de fakkel en 202 ton/jaar door de dompelbrander. In de situatie zonder dompelbrander, zou de uitstoot van CO₂ over de meetperiode gelijk zijn aan 616 ton CO₂/jaar waarvan 389 ton/jaar door de fakkel en 227 ton/jaar door de aardgasketel. Dit betekent dat de CO₂-uitstoot met 227 ton/jaar of 37% gereduceerd werd ten opzichte van de referentiesituatie.

De totale werkelijke investeringskosten bedroegen 4.901.000 BEF (excl. BTW). Rekening houdend met de aardgasprijzen (enkel variabele kostprijs) over de meetperiode bedroeg de besparing op deze factuur 601.000 BEF/jaar (excl. BTW). De jaarlijkse onderhoudskosten zijn 29.000 BEF/jaar (excl. BTW).

De terugverdientijd van de investeringskost is dus 8,6 jaar (exclusief subsidie) en 5,6 jaar inclusief subsidie. Wanneer enkel de meerinvestering in rekening genomen wordt, dan bedraagt de terugverdientijd 1,5 jaar.

INHOUD

1	INLEIDING	6
2	TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE.....	7
2.1	OVERZICHT VAN DE INSTALLATIE.....	7
2.2	WERKING VAN DE DOMPELBRANDER.....	7
3	METINGEN EN REGISTRATIE VAN DE ENERGIESTROMEN	12
4	TECHNISCHE EVALUATIE.....	14
4.1	GEPRODUCEERDE HOEVEELHEID BIOGAS.....	14
4.2	BIOGASVERBRUIK DOMPELBRANDER.....	17
4.3	WARMTEPRODUCTIE DOMPELBRANDER.....	19
4.4	TEMPERATUREN	23
5	PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN VERMINDERING CO₂-EMISSION.....	25
5.1	PRIMAIRE ENERGIEBESPARING.....	25
5.2	VERMINDERING CO ₂ -EMISSION.....	27
6	ECONOMISCHE EVALUATIE	28
7	MENING VAN DE EIGENAAR	30
8	BESLUIT.....	31
	BIJLAGE I	33

1 INLEIDING

Het bedrijf d'Arta is het vierde grootste bedrijf van de 11 Vlaamse bedrijven dat zich toegelegd heeft op het verwerken en diepvriezen van verse groenten. Het bedrijf is gevestigd in de Westvlaamse gemeente Ardoos en staat in voor een jaarproductie van 45.000 ton diepvriesgroenten (spinazie, bloemkolen, erwten, wortelen, bonen, schorseneren, uien,...).

Bij de verwerking (wassen, mechanische bewerkingen, voorverwarmen, blancheren, koelen,...) wordt water gebruikt dat nadien gezuiverd wordt in een waterzuivering.

Eén van de processtappen in de waterzuivering is de anaërobe zuivering, bestaande uit een mengtank en een reactor. Bij dit proces (een vergistingsproces) wordt er in de reactor biogas gevormd. In het verleden werd dit biogas gewoon afgefakkeld in de buitenomgeving. De bedoeling van dit project is om het biogas te verbranden met behulp van een dompelbrander en de warmte te gebruiken voor het opwarmen van het afvalwater in de anaërobe installatie tot een temperatuur van ongeveer 30 à 35°C. De anaërobe reactor blijft hierdoor op een constante temperatuur wat een snelle afbraak van de pollutanten in het afvalwater waarborgt.

Vito voerde in opdracht van de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Vlaamse Gemeenschap een evaluatie van dit demonstratieproject uit. Het demonstratieproject werd goedgekeurd in november 1998 en het aanvangsverslag werd opgemaakt in februari 1999. In juli 1999 werd de installatie in bedrijf genomen. Gezien een aantal problemen met de meetapparatuur en de dataopslag, kon de meetperiode pas van start gaan eind september 1999. Dit rapport handelt over de meetperiode oktober 1999 t.e.m. september 2000.

Gedurende de meetperiode van 1 jaar werden de energiestromen op 30 seconden basis opgemeten en geregistreerd. Op basis van deze metingen werden de technische prestaties van de technologie, de bereikte energiebesparing, de vermindering van de CO₂-emissie en de rentabiliteit geëvalueerd.

In dit eindverslag wordt in hoofdstuk 2 een technische beschrijving van de installatie gegeven. In het derde hoofdstuk wordt de meetprocedure van de energieregistratie weergegeven en in hoofdstuk 4 worden de meetgegevens geanalyseerd.

In hoofdstuk 5 worden de primaire energiebesparing en de CO₂-emissiereductie bepaald. Hoofdstuk 6 geeft de economische evaluatie weer en in hoofdstuk 7 wordt de mening van de eigenaar weergegeven. Tenslotte wordt in hoofdstuk 8 het besluit geformuleerd.

2 TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE

2.1 Overzicht van de installatie

Een principeschema van de installatie wordt weergegeven in figuur 2.1. Figuren 2.2, 2.3, 2.4 en 2.5 geven foto's van de installatie weer.

Het vers afvalwater afkomstig van de productie-eenheden, wordt in een mengtank (192 m³) gepompt om van daaruit de UASB-reactor (1.650 m³) te voeden. Het voedingsdebiet voor de reactor bedraagt ongeveer 65 m³/h. De injectie gebeurt met verschillende voedingsleidingen om een gelijkmatige verdeling te krijgen. Op die manier wordt het contact tussen de bacteriën en het afvalwater verhoogd.

Het anaëroob gezuiverde water komt terug terecht in de mengtank en wordt daar gedeeltelijk gemengd met het verse afvalwater. Het gezuiverde water loopt vervolgens over naar de beluchtingsinstallatie voor verdere aërobe zuivering.

In de reactor zelf wordt bij de afbraak van organisch materiaal biogas gevormd. Dit biogas werd in het verleden gewoon afgefakkeld via de gasfakkel. In dit project wordt een gedeelte van het gevormde biogas nuttig aangewend voor het op temperatuur houden van de reactor.

Het studiewerk en de installatie van dit systeem werd uitgevoerd door de firma Bio-Construct nv uit Gent.

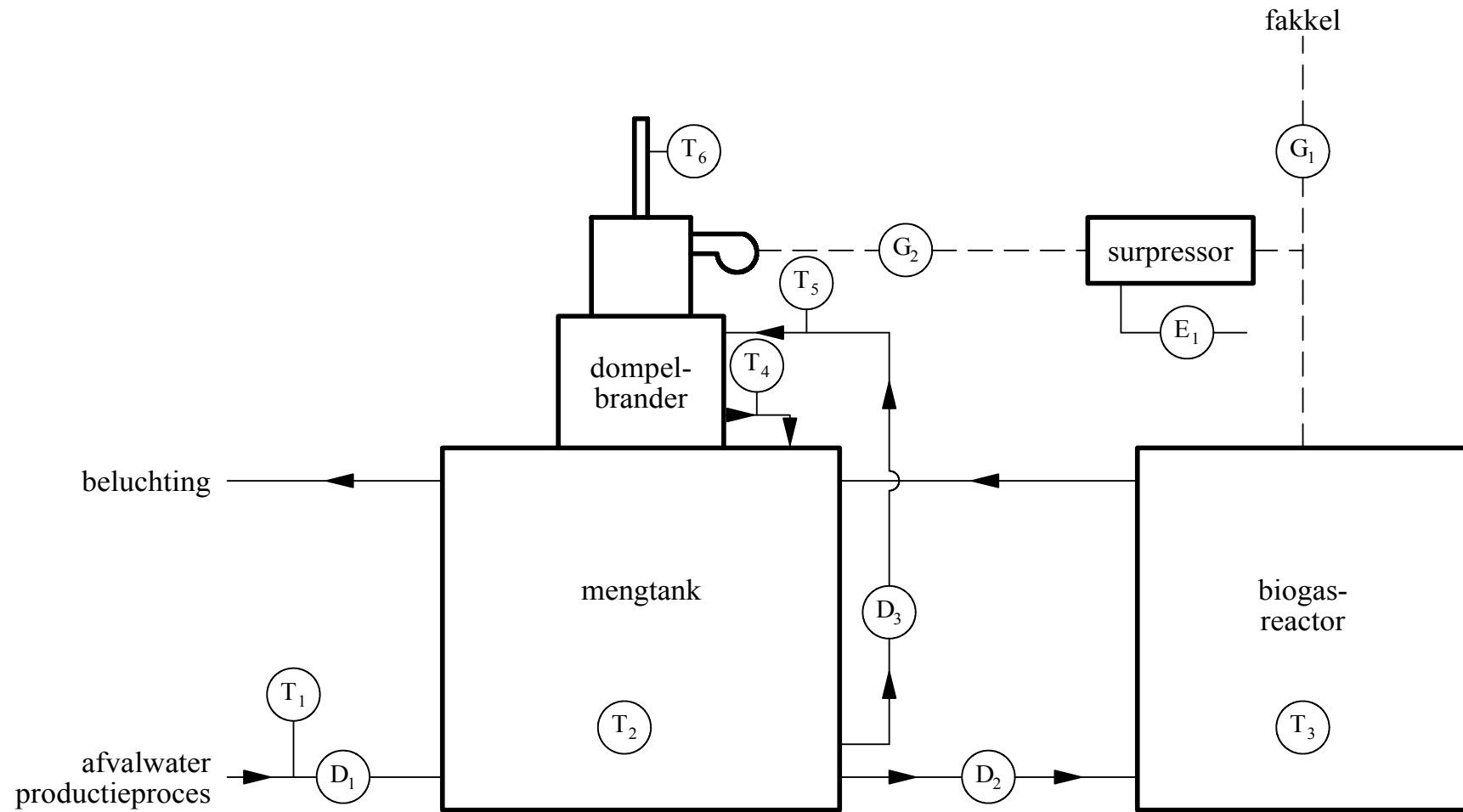
De dompelbrander werd geleverd door de firma Bougard Engineering sa uit Nijvel.

2.2 Werking van de dompelbrander

De dompelbrander (merk: Hydronic type: RDLG3048; leverancier: Bougard Engineering sa, Nijvel) heeft een nominaal vermogen van 630 kW. De dompelbrander heeft een modulatiebereik van 10% tot 100% op het nominale vermogen. Volgens de leverancier bedraagt het rendement 109% op de onderste verbrandingswaarde bij werking met biogas en een watertemperatuur van 30°C. Figuur 2.6 geeft een principeschema van de dompelbrander weer.

De dompelbrander werd op de mengtank geplaatst. Vanuit de mengtank wordt afvalwater over de dompelbranderinstallatie gecirculeerd met een debiet van 65 m³/h. Het afvalwater wordt via een aantal sproeiers verdeeld tegen de branderbuis en op die manier opgewarmd. Gezien het intense contact van de rookgassen en het afvalwater, zal een gedeelte van de waterdamp gevormd bij de verbranding van het biogas, condenseren. Hierdoor stijgt het rendement van de dompelbrander. Daarnaast biedt dit systeem ook het voordeel dat de rookgassen gewassen worden. Geurhinder en corrosieproblemen zouden tot een minimum beperkt blijven. Bovendien is er geen warmtewisselaar nodig, waardoor reiniging tot een minimum herleid wordt.

De dompelbrander zelf wordt gevoed met biogas dat gevormd wordt in de anaërobe reactor. Het biogas wordt met behulp van een surpressor (2,2 kW) op de vereiste werkdruk gebracht. Indien de vraag naar biogas voor de dompelbrander lager is dan de in de reactor geproduceerde hoeveelheid, dan wordt het resterende gedeelte afgefakkeld.



Figuur 2.1: Principeschema van de installatie



Figuur 2.2: Foto van mengtank en dompelbrander



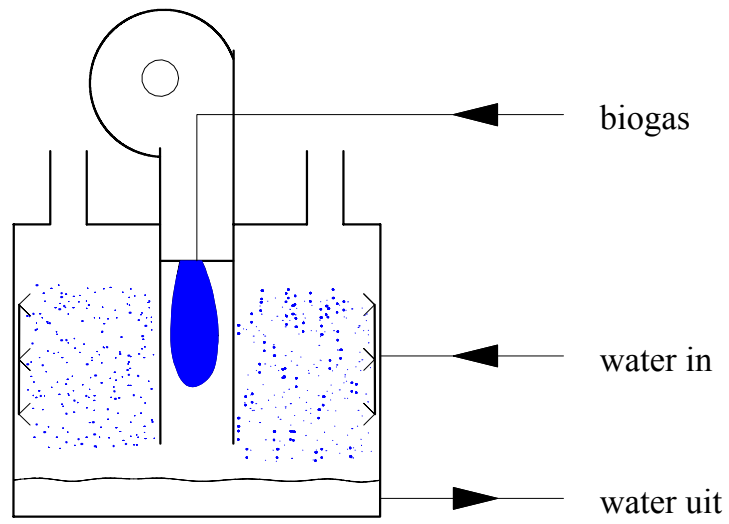
Figuur 2.3: Foto van dompelbrander met surpressor



Figuur 2.4: Foto van het bovenste gedeelte van de dompelbrander (biogastoevoer en ventilator)



Figuur 2.5: Foto van het regelsysteem



Figuur 2.6: Principeschema van de dompelbrander

3 METINGEN EN REGISTRATIE VAN DE ENERGIESTROMEN

Voor de energieregistratie werden door de eigenaar d'Arta reeds een hele reeks meettoestellen voorzien. In tabel 3.1 wordt een opsomming gegeven van de parameters die met deze meettoestellen opgemeten worden en die van belang zijn voor de technische evaluatie van dit energiedemonstratieproject.

Tabel 3.1: Parameters die reeds opgemeten worden door d'Arta

Parameter	Meetapparatuur
afgefakkelde biogas	biogasmeter G1
verbruik biogas door de dompelbrander	biogasmeter G2
temperatuur van het afvalwater vóór intrede in de mengtank	temperatuursensor T1
temperatuur van het water in de mengtank	temperatuursensor T2
temperatuur van het water in de biogasreactor	temperatuursensor T3
temperatuur van het water na doorgang door de dompelbrander	temperatuursensor T4
temperatuur van het water vóór doorgang door de dompelbrander	temperatuursensor T5
temperatuur rookgassen dompelbrander	temperatuursensor T6
debiet aan afvalwater naar mengtank	debietmeter D1
debiet aan afvalwater van mengtank naar biogasreactor	debietmeter D2
debiet aan afvalwater doorheen de dompelbrander	obstructievrije debietmeter D3

Deze gegevens worden door d'Arta elke 30 seconden opgemeten en geregistreerd in de controle-unit. Met d'Arta werd overeengekomen dat zij maandelijks de meetgegevens via e-mail of CD-rom doorsturen.

Naast deze meters die reeds door d'Arta voorzien werden, zijn er nog een aantal bijkomende parameters die opgevolgd werden. In tabel 3.2 wordt een overzicht gegeven.

Tabel 3.2: Parameters die bijkomend opgemeten werden

Parameter	Meetapparatuur
debiet aan afvalwater doorheen de dompelbrander	obstructievrije debietmeter D3
elektriciteitsverbruik van de surpressor	elektriciteitsmeter E1

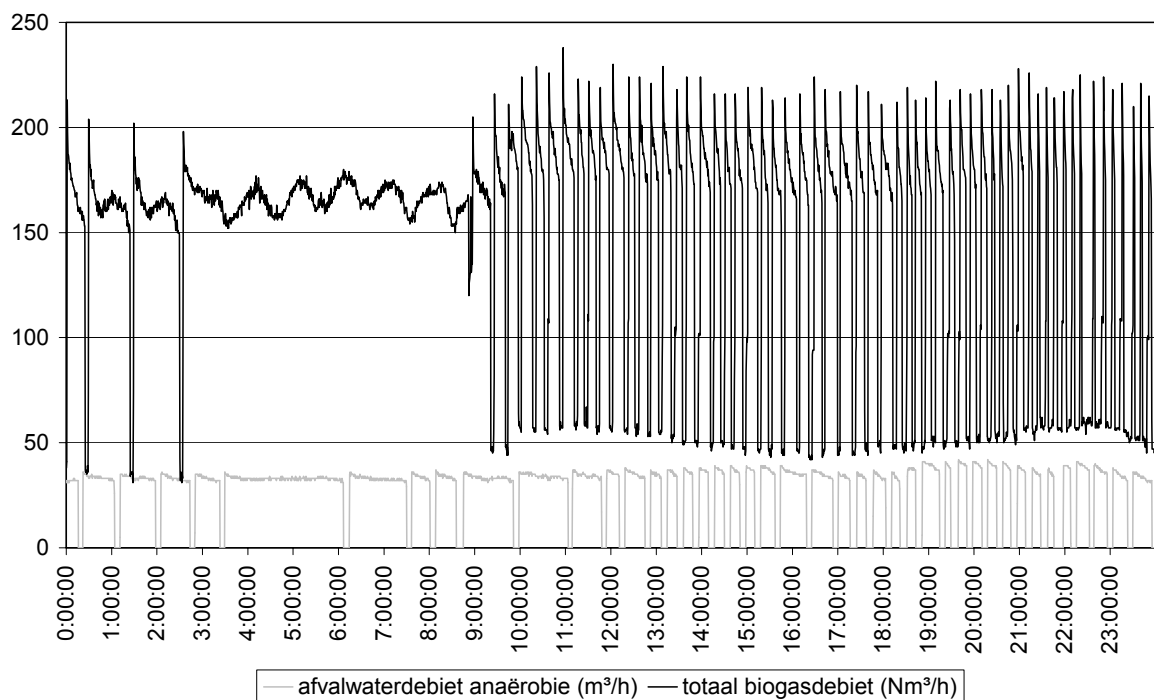
Deze bijkomende meters worden eveneens aangesloten op de controle-unit van d'Arta. De meting en registratie gebeurt dus ook elke 30 seconden. Deze gegevens worden eveneens maandelijks naar Vito verstuurd.

Een schematisch overzicht van de installatie met de ingebouwde meetapparatuur wordt gegeven in figuur 2.1.

4 TECHNISCHE EVALUATIE

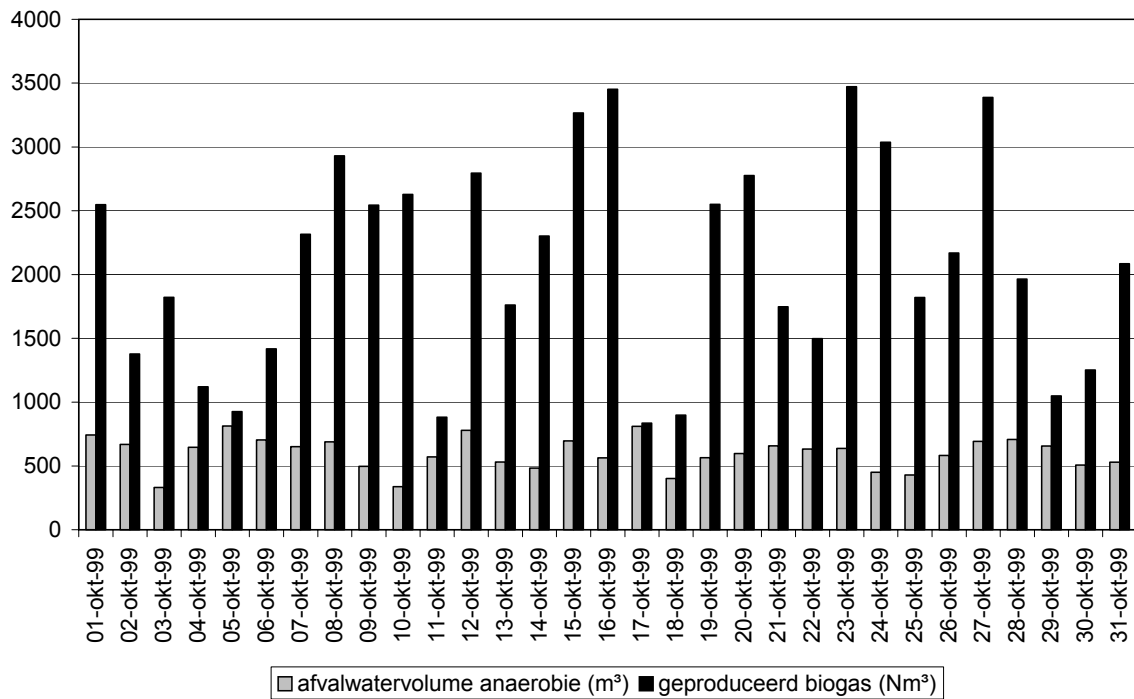
4.1 Geproduceerde hoeveelheid biogas

Figuur 4.1 geeft het verloop weer van het afvalwaterdebiet naar de anaërobe zuiveringsinstallatie en het totale biogasdebiet (fakkels + dompelbrander) voor een willekeurige dag in de meetperiode (23 oktober 1999). Uit deze figuur blijkt dat het afvalwaterdebiet bij werking van de pomp rond 35 m³/h gelegen is en het biogasdebiet rond 145 Nm³/h. Pieken in biogasdebiet gaan tot 238 Nm³/h. Vanaf 9:00h zijn er sterke schommelingen in het biogasdebiet. De fakkels schakelt frequent uit vanaf dat ogenblik.



Figuur 4.1: Afvalwaterdebiet en biogasdebiet over een dag (23 oktober 1999)

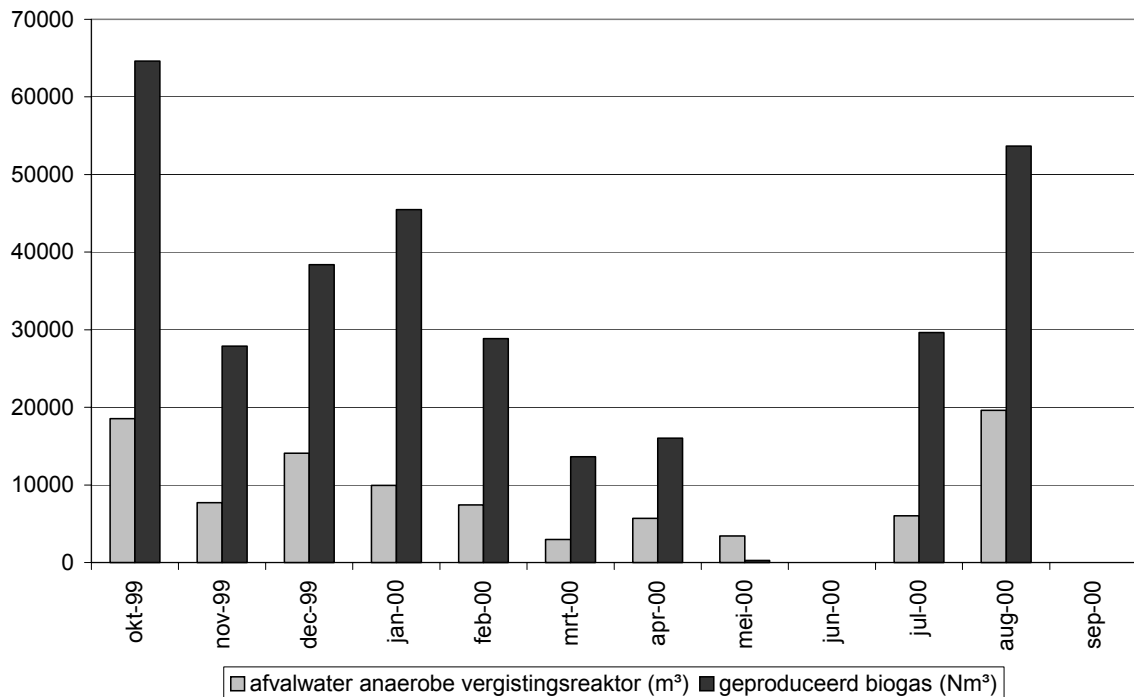
In figuur 4.2 wordt op dagbasis de hoeveelheid afvalwater verwerkt door de anaërobie en de geproduceerde hoeveelheid biogas over de volledige maand oktober 1999 weergegeven.



Figuur 4.2: Verwerkte hoeveelheid afvalwater en totale biogasproductie over de maand oktober 1999

Gedurende de maand oktober 1999 werd 18.557 m³ afvalwater anaëroob gezuiverd waarbij in het totaal 64.625 Nm³ biogas geproduceerd werd. Dit komt overeen met 3,5 Nm³ biogas per verwerkte m³ afvalwater. Daarnaast zijn er vrij sterke schommelingen op dagbasis qua productie van biogas. Het minimum ligt op 836 Nm³/dag en het maximum op 3.472 Nm³/dag. De belasting wordt bepaald door het type groente dat verwerkt wordt. Volgens d'Arta geven bijvoorbeeld schorseneren en erwten een hogere belasting dan spinazie of bloemkolen.

Figuur 4.3 geeft een overzicht over de meetperiode (oktober 1999 t.e.m. september 2000). Van de maand september 2000 zijn echter geen gegevens beschikbaar o.w.v. technische problemen met de datalogging bij d'Arta.



Figuur 4.3: Verwerkte hoeveelheid afvalwater en totale biogasproductie over meetperiode

Gedurende de maanden mei en juni 2000 zijn er problemen geweest met de installatie, waardoor de afvalwaterverwerking en biogasproductie tot nul herleid werd. De reden was een defect aan de dichting van de anaërobe vergistingstank waardoor biogas ongecontroleerd ontsnapte.

Over de meetperiode van één jaar (met uitzondering van de gegevens van september 2000) heeft de anaërobe zuiveringsinstallatie 95.517 m³ afvalwater verwerkt. Hierbij werd 318.510 Nm³ biogas geproduceerd.

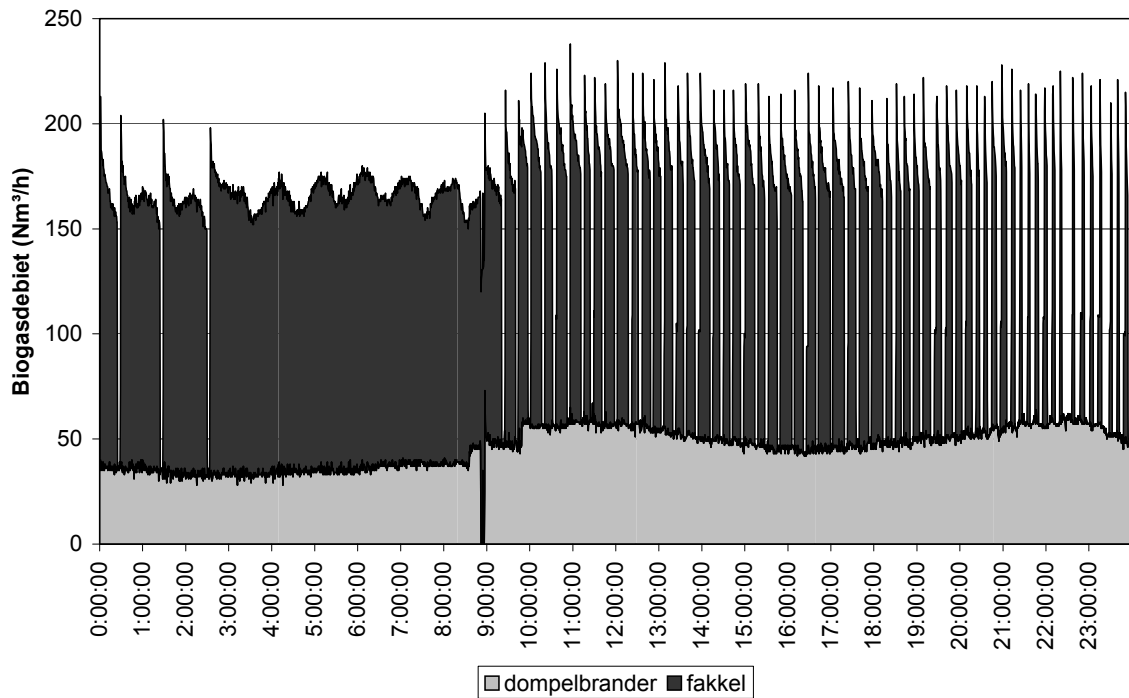
Dit komt neer op 3,3 Nm³ biogas / m³ verwerkt afvalwater. In juli 2000 lag deze verhouding het hoogst: 4,9 Nm³/m³. Een cijfermatig overzicht op maandbasis wordt in bijlage I gegeven.

In augustus 2000 werd het meeste afvalwater verwerkt op maandbasis, namelijk 19.618 m³. In oktober 1999 produceerde de installatie het meeste biogas, namelijk 64.625 Nm³.

De verschillen tussen de maanden hebben te maken met het type groente dat verwerkt wordt en de hoeveelheden water die gebruikt worden. Bepaalde groenten geven een hoge belasting, andere groenten geven een lage belasting voor de waterzuivering.

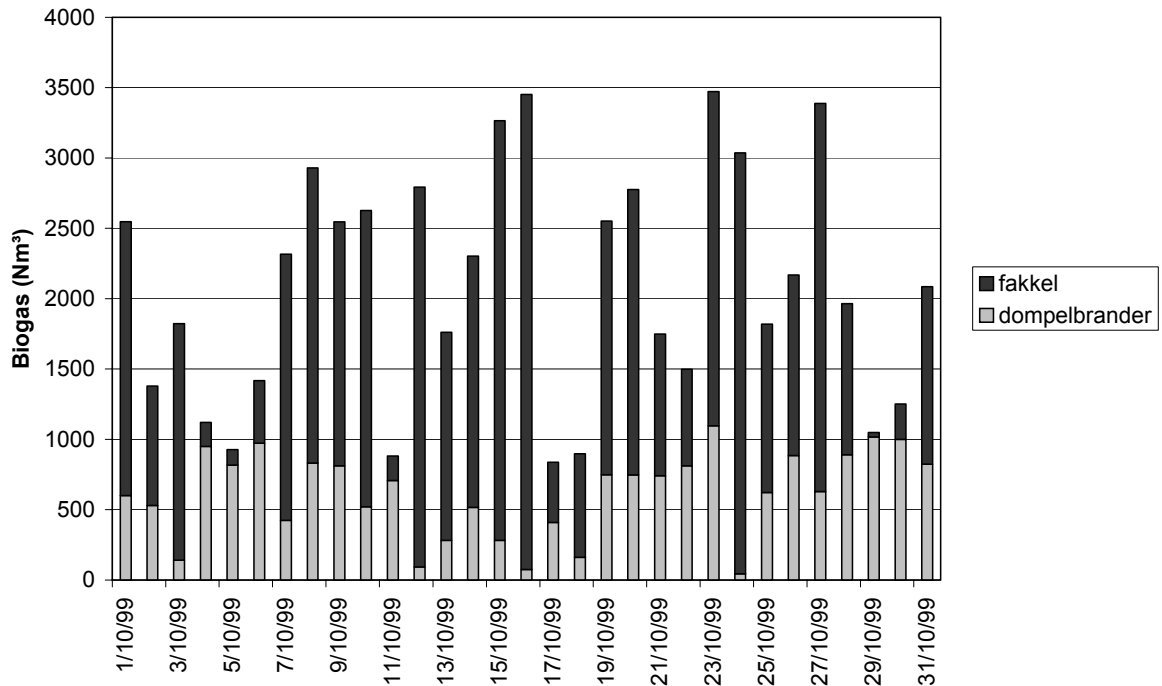
4.2 Biogasverbruik dompelbrander

Figuur 4.4 geeft het biogasdebiet naar de dompelbrander en de fakkel over een dag (23 oktober 1999) weer. Uit deze figuur blijkt dat bij die dag de fakkel 's nachts continu werkt en overdag gedeeltelijk bijspringt. Verder blijkt duidelijk de wisselende vraag naar biogas van de dompelbrander.



Figuur 4.4: Biogasverbruik van de dompelbrander en de fakkel

Figuur 4.5 geeft op dagbasis het verloop weer van het biogasverbruik van de dompelbrander en de afgefakkelde hoeveelheid biogas voor de maand oktober 1999.



Figuur 4.5: Biogasverbruik dompelbrander en afgefakkelde hoeveelheid

Zoals eerder vermeld heeft de biogasreactor 64.625 Nm³ biogas geproduceerd in de maand oktober 1999. Hiervan werd 19.184 Nm³ (30%) biogas verbruikt door de dompelbrander en 45.441 Nm³ (70%) afgefakkeld. De verhouding biogas verbruikt door de dompelbrander / totaal geproduceerde hoeveelheid biogas schommelt sterk van dag tot dag. Het minimum voor die maand is 1% en het maximum is 97%.

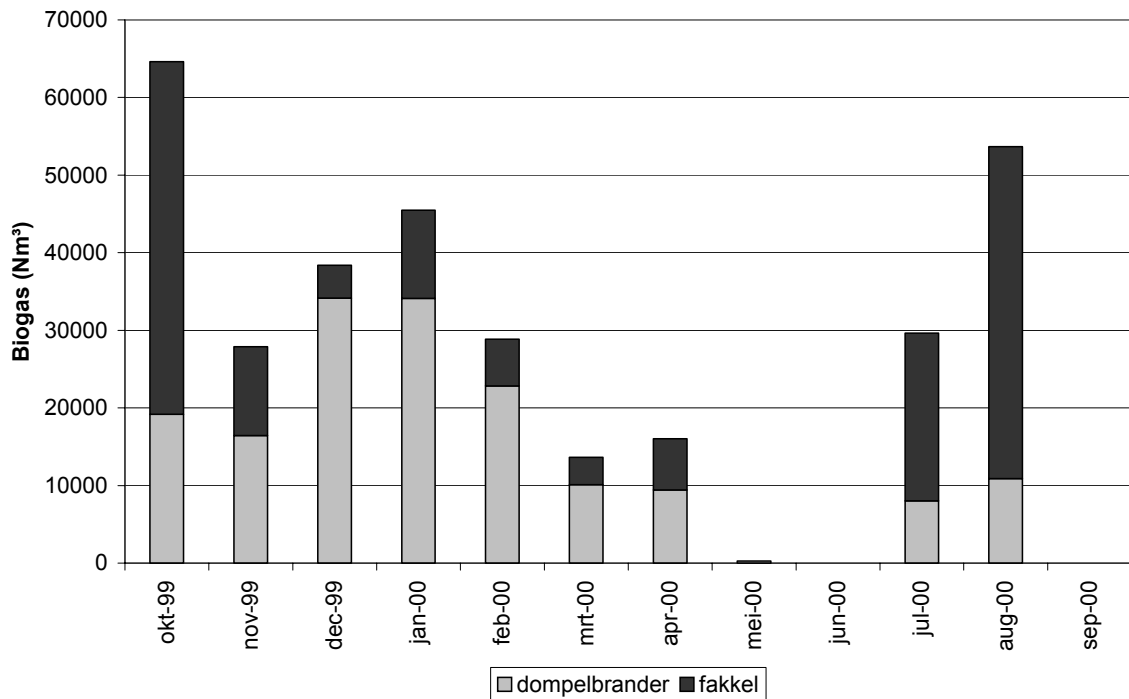
Figuur 4.6 geeft een overzicht van het biogasverbruik over de volledige meetperiode. Uit de meetgegevens blijkt dat de totale biogasproductie over de meetperiode 318.510 Nm³ bedroeg. 165.486 Nm³ biogas of 52,0% werd verbruikt door de dompelbrander. 153.024 Nm³ biogas werd afgefakkeld.

De dompelbrander verbruikte het meeste biogas in de maand december 1999, namelijk 34.149 Nm³/maand. Deze maand december 1999 was eveneens de verhouding biogasverbruik dompelbrander / totale biogasproductie het hoogst, namelijk 89,0%. In augustus 2000 was deze verhouding het laagst: 20,3%.

Een cijfermatig overzicht op maandbasis wordt in bijlage I weergegeven.

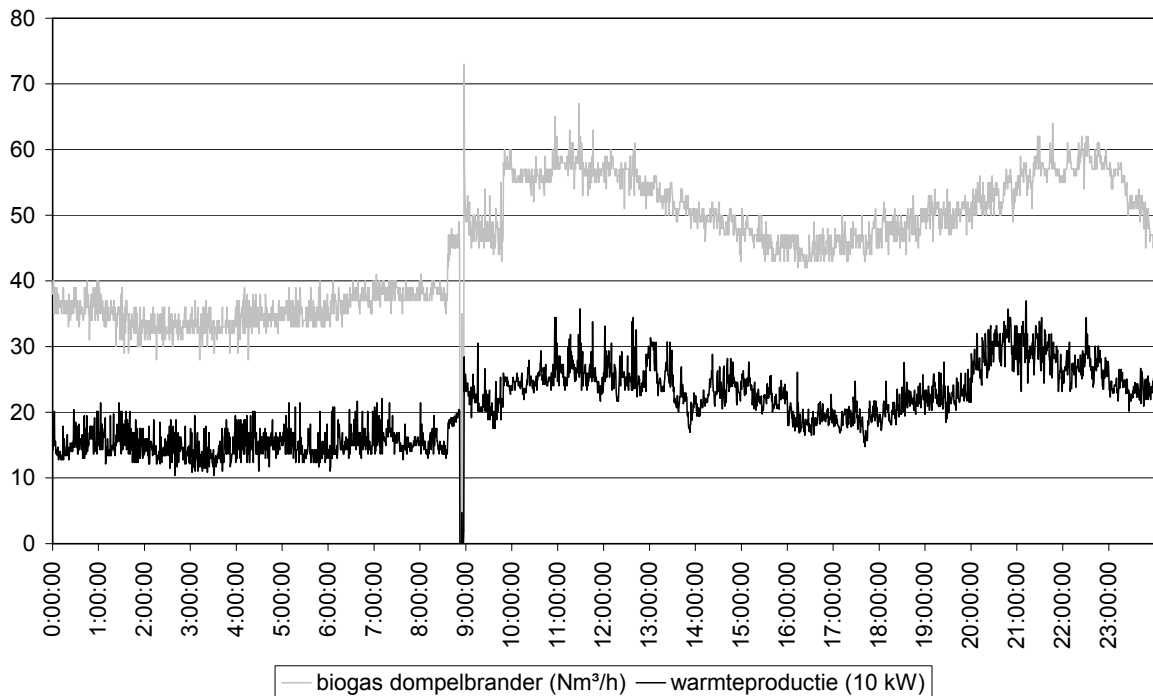
De afgefakkelde hoeveelheid is vrij aanzienlijk en vertegenwoordigt nog een aanzienlijke hoeveelheid energie (3.400 GJ/jaar bij 22,2 MJ/Nm³).

Deze energie zou eventueel nuttig aangewend kunnen worden in de stoomketels bijvoorbeeld.



Figuur 4.6: Overzicht biogasverbruik over de meetperiode

4.3 Warmteproductie dompelbrander



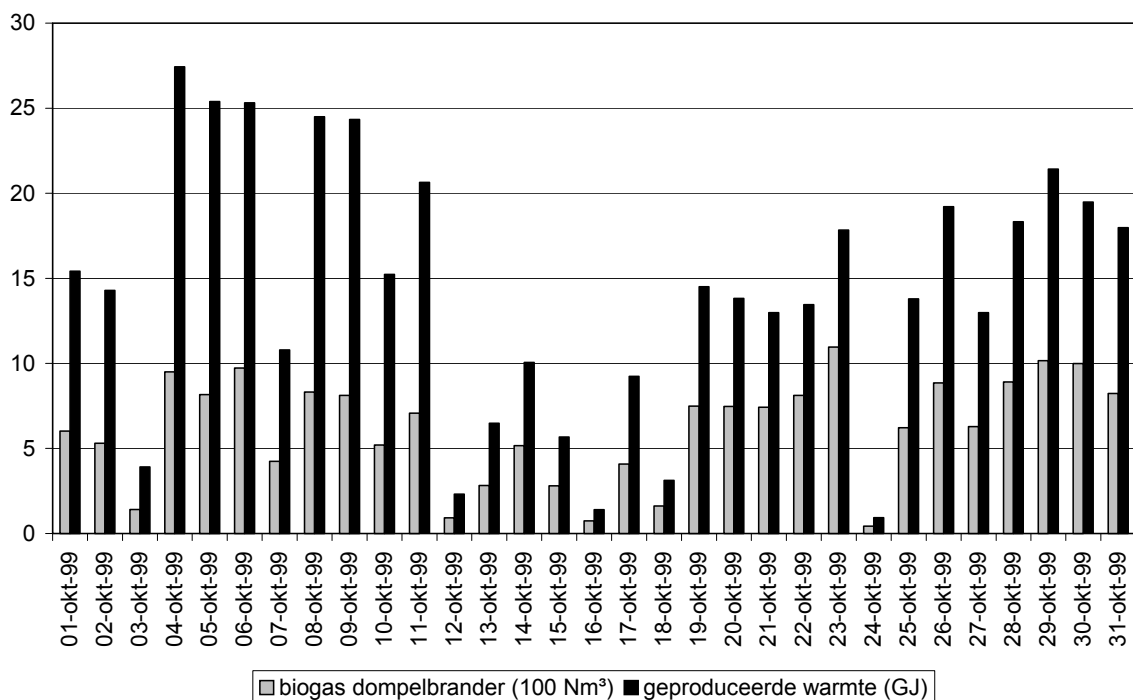
Figuur 4.7: Biogasverbruik en geproduceerde warmte dompelbrander (23 oktober 1999)

Figuur 4.7 geeft het verloop op dagbasis weer van het biogasverbruik van de dompelbrander en het geleverde thermische vermogen. Beide curves volgen elkaar op een factor na. Het peikvermogen dat die dag geleverd werd, bedroeg 370 kWt.

Figuur 4.8 geeft een overzicht van het biogasverbruik en de geproduceerde warmte door de dompelbrander over de maand oktober 1999. De dompelbrander heeft over deze meetmaand 347 uren (47% van de tijd) gedraaid waarbij 19.184 Nm³ biogas verbruikt werd en 442 GJ aan nuttige warmte geleverd werd. Het gemiddeld vermogen bedraagt 354 kW of 56% van het vollastvermogen.

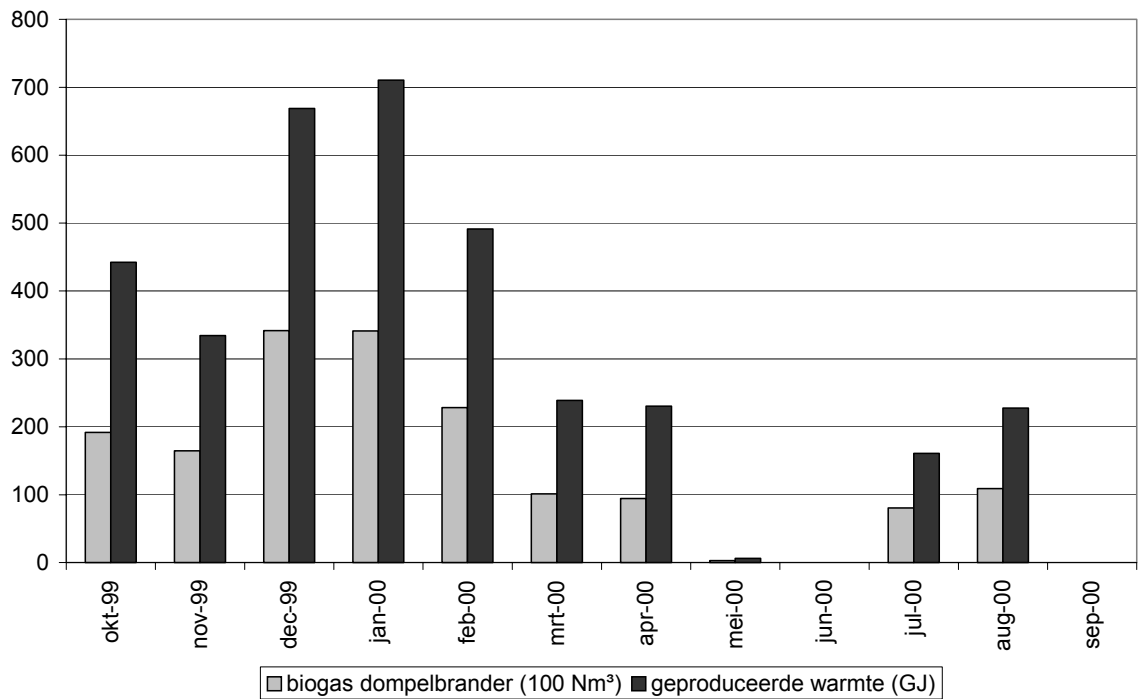
Het dagverbruik schommelt tussen 44 en 1097 Nm³ biogas. Op dagbasis wordt er tussen de 1 en 27 GJ aan warmte geproduceerd.

Gemiddeld gezien wordt er 14 GJ warmte geproduceerd per dag.



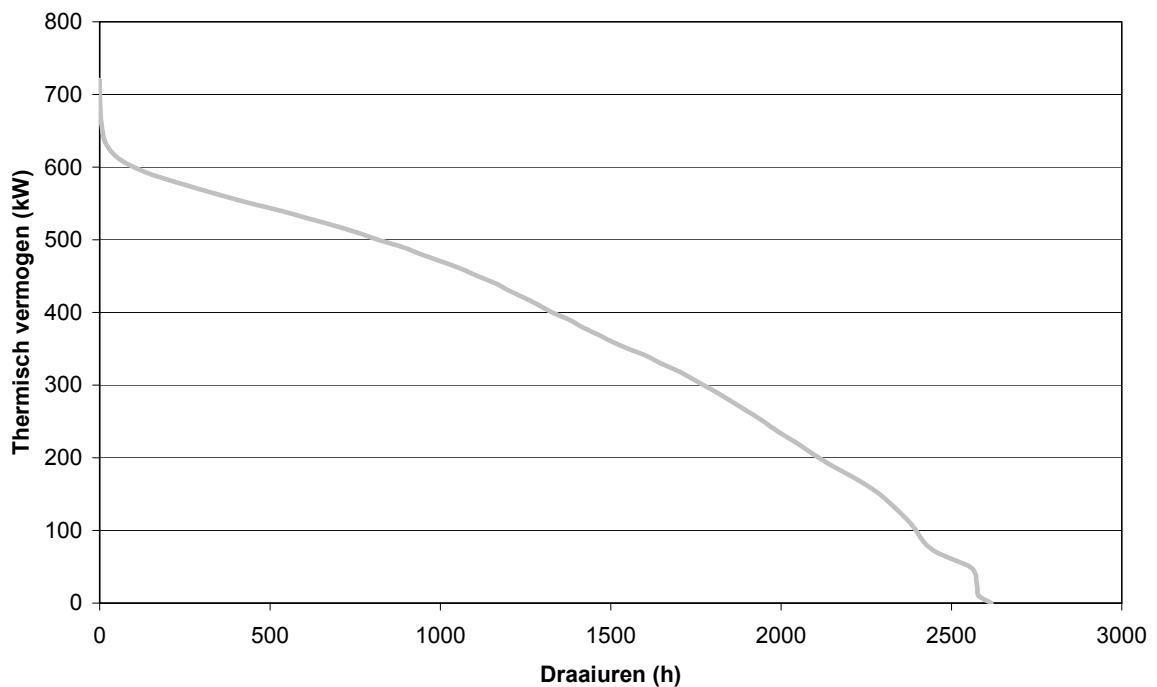
Figuur 4.8: Biogasverbruik en geproduceerde warmte dompelbrander (oktober 1999)

Figuur 4.9 geeft een overzicht van het biogasverbruik en de geproduceerde warmte van de dompelbrander over de meetperiode (oktober 1999 – september 2000). Over deze meetperiode heeft de dompelbrander 2.617 uren gedraaid, waarbij 165.486 Nm³ biogas verbruikt werd en 3.511 GJ aan nuttige warmte geleverd werd. Dit betekent dat gemiddeld 21,2 MJ warmte / Nm³ biogas geleverd werd. Deze verhouding bedroeg minimaal 19,6 MJ/Nm³ (december 1999) en maximaal 24,4 MJ/Nm³ (april 2000). In januari 2000 werd de meeste warmte geproduceerd, namelijk 710 GJ/maand. Een cijfermatig overzicht op maandbasis wordt in bijlage I weergegeven.



Figuur 4.9: Biogasverbruik en geproduceerde warmte dompelbrander (meetperiode)

Figuur 4.10 geeft de duurcurve van de geproduceerde warmte door de dompelbrander over de meetperiode weer. Tabel 4.1 geeft deze duurcurve cijfermatig weer.



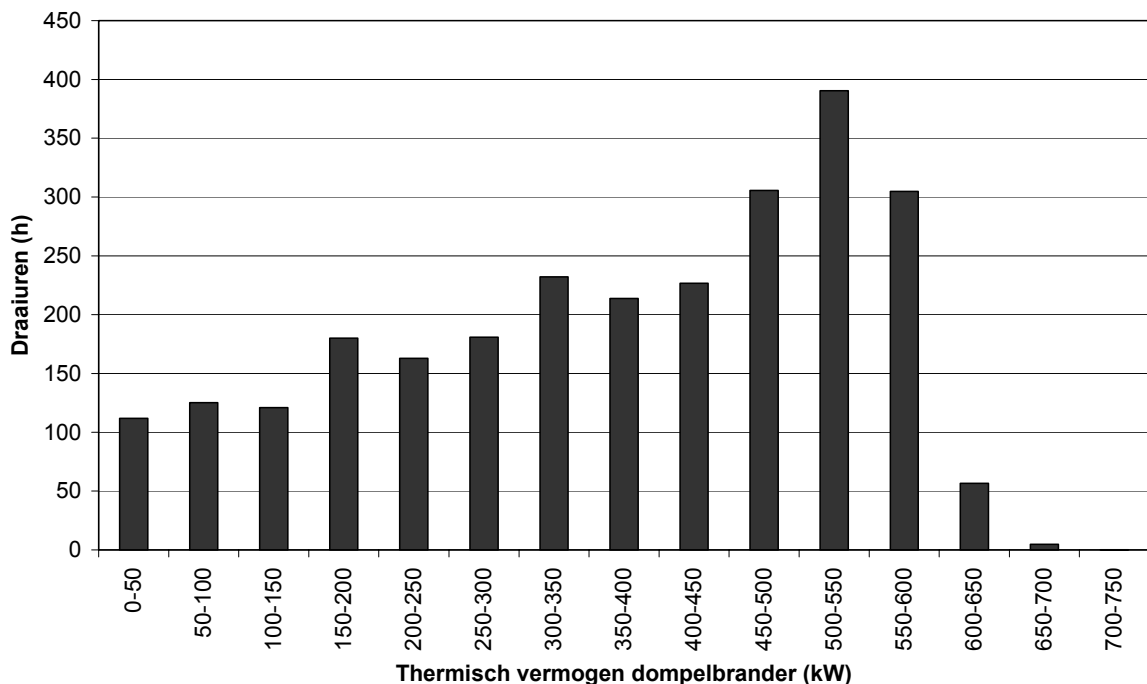
Figuur 4.10: Duurcurve geleverd thermisch vermogen dompelbrander (meetperiode)

Tabel 4.1: Geleverd thermische vermogen dospelbrander (meetperiode)

Thermisch vermogen dospelbrander (kWt)	Draaiuren (h)
> 700 kW	1 h
> 600 kW	100 h
> 500 kW	817 h
> 400 kW	1.328 h
> 300 kW	1.772 h
> 200 kW	2.111 h
> 100 kW	2.396 h

Gedurende 100 uren (4% van de draaitijd) was de warmteproductie van de dospelbrander hoger dan 600 kW. Een vermogen hoger dan 300 kW werd geproduceerd gedurende 1.772 uren (68% van de draaitijd). Gedurende 1.715 uren (66% van de draaitijd) was het geproduceerde thermische vermogen hoger dan de helft van het nominale vermogen.

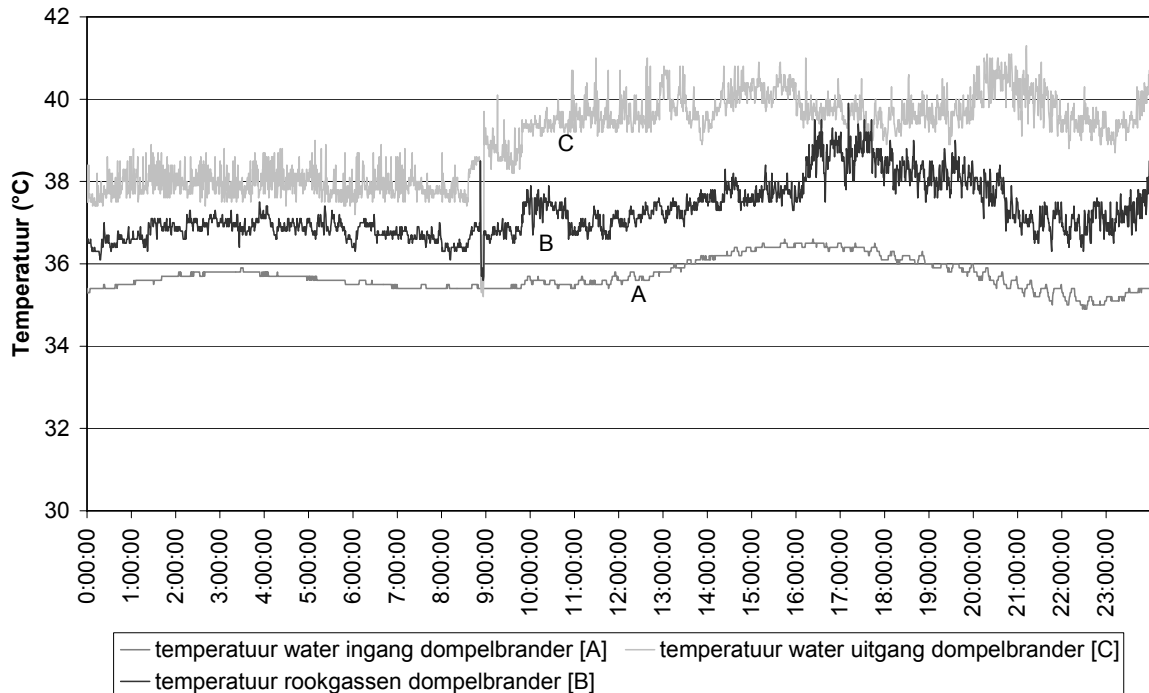
Figuur 4.11 geeft de frequentiedistributie weer van het door de dospelbrander geproduceerde thermische vermogen. De meeste uren (390 uren of 15% van de draaitijd) werd een vermogen tussen 500 en 550 kWt geleverd. Uit deze figuur blijkt ook dat de installatie meer draaiuren maakt bij hoog thermisch vermogen dan bij laag thermisch vermogen.



Figuur 4.11: Frequentiedistributie van het geleverde thermische vermogen (meetperiode)

4.4 Temperaturen

Figuur 4.12 geeft het temperatuursverloop van de rookgassen, het afvalwater aan de ingang van de dompelbrander en het afvalwater aan de uitgang van de dompelbrander over één dag (23 oktober 1999).

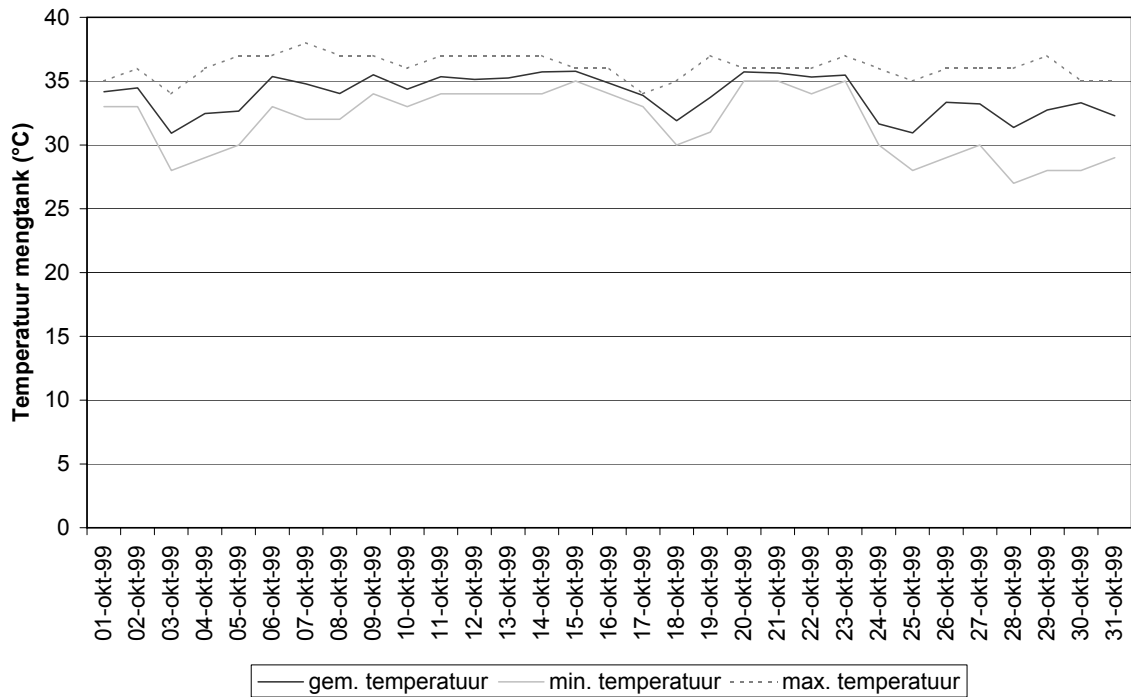


Figuur 4.12: Temperatuursverloop van de rookgassen en het afvalwater (23 oktober 1999)

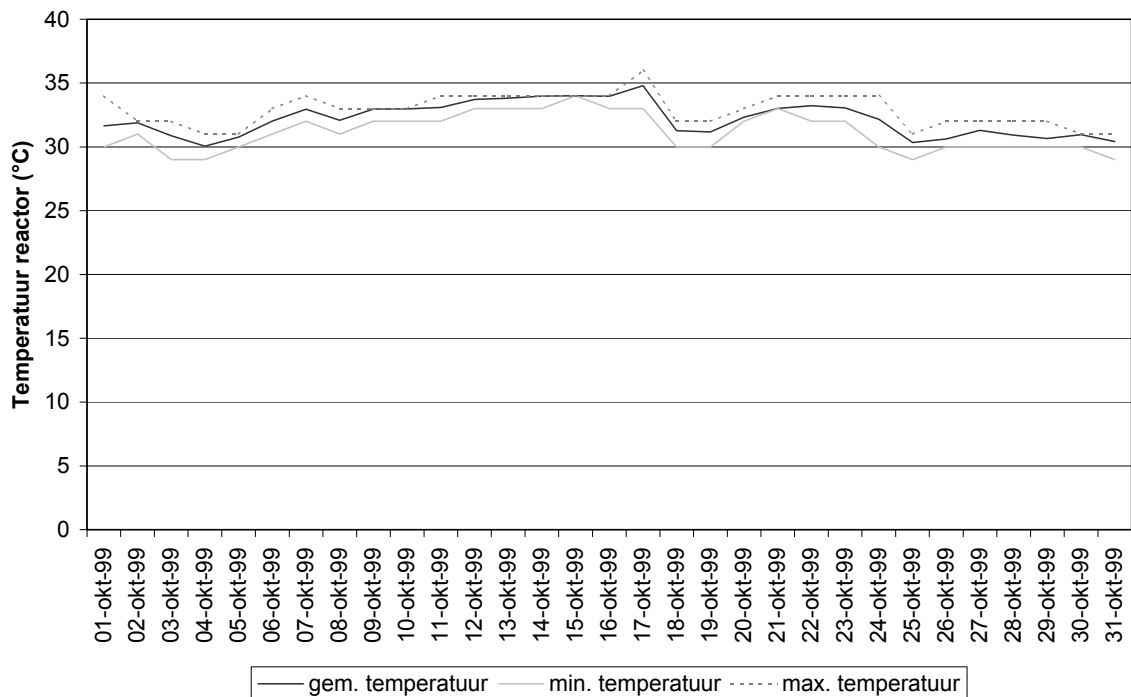
Uit deze figuur blijkt duidelijk dat het temperatuursverloop van de rookgassen sterke gelijkenissen heeft met het temperatuursverloop van het afvalwater aan de ingang van de dompelbrander. Over deze dag bedraagt het gemiddelde temperatuursverschil tussen de rookgassen en het afvalwater aan de ingang van de dompelbrander $1,6^{\circ}\text{C}$. De warmte uit de rookgassen wordt dus verregaand gerecupereerd.

Figuur 4.13 geeft het verloop van de minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur in de mengtank. Over de meetperiode bedraagt de gemiddelde temperatuur in de mengtank 34°C . Het minimum is 27°C en het maximum dat gemeten werd, bedraagt 38°C .

Figuur 4.14 geeft het verloop van de minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur in de reactor. Over de meetperiode bedraagt de gemiddelde temperatuur in de reactor 32°C . Het minimum is 29°C en het maximum dat gemeten werd, bedraagt 36°C . De gemeten temperatuur ligt dus vrij goed rond de gewenste waarde (30°C à 35°C).



Figuur 4.13: Gemiddelde, minimum en maximum temperatuur in de mengtank



Figuur 4.14: Gemiddelde, minimum en maximum temperatuur in de reactor

Gedurende de koudste meetmaand (maand januari 2000), tevens een maand met weinig afvalwater vergeleken met het tussenseizoen en de zomer, bedroeg de gemiddelde temperatuur in de mengtank 31°C met een standaardafwijking van 4°C. In de biogasreactor bedroeg de gemiddelde temperatuur 30°C met een standaardafwijking van 2°C. Deze waarden liggen dicht bij de gewenste temperaturen.

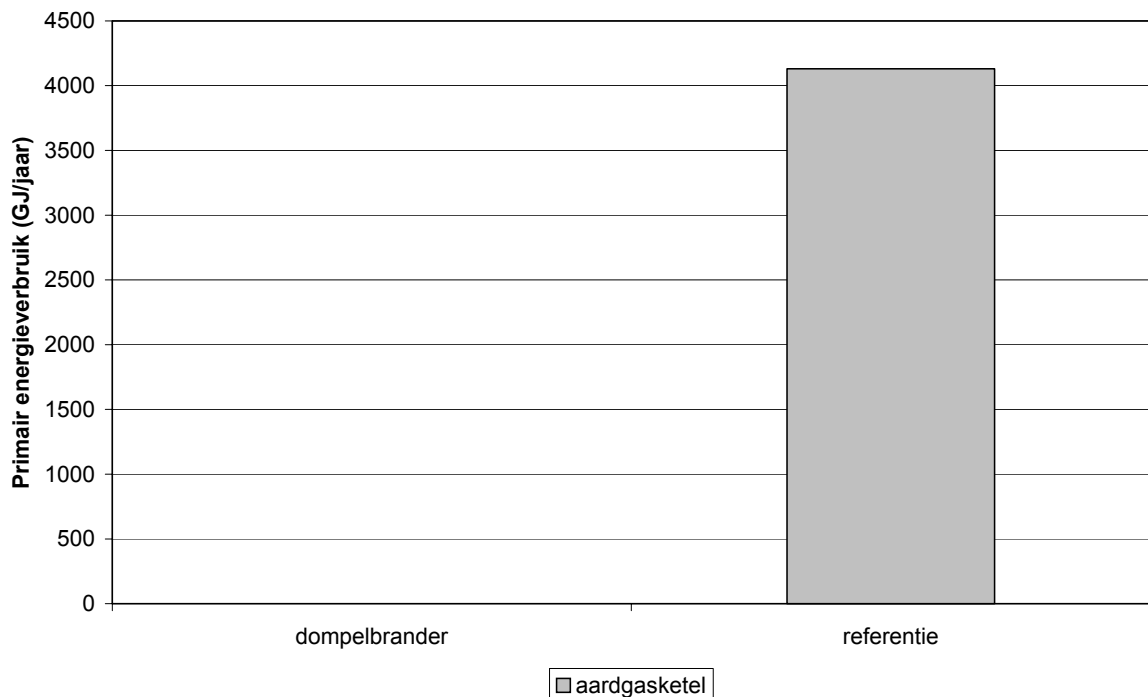
5 PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN VERMINDERING CO₂-EMISSIE

5.1 Primaire energiebesparing

Voor de bepaling van de besparing op primaire energie wordt de situatie met dompelbrander vergeleken met een referentiesituatie zonder dompelbrander. In de referentiesituatie wordt de warmte geproduceerd met een aardgasketel. Het geproduceerde biogas wordt volledig afgefakkeld via de gasfakkel.

Voor de aardgasketel wordt een globaal rendement van 85% op de onderste verbrandingswaarde verondersteld.

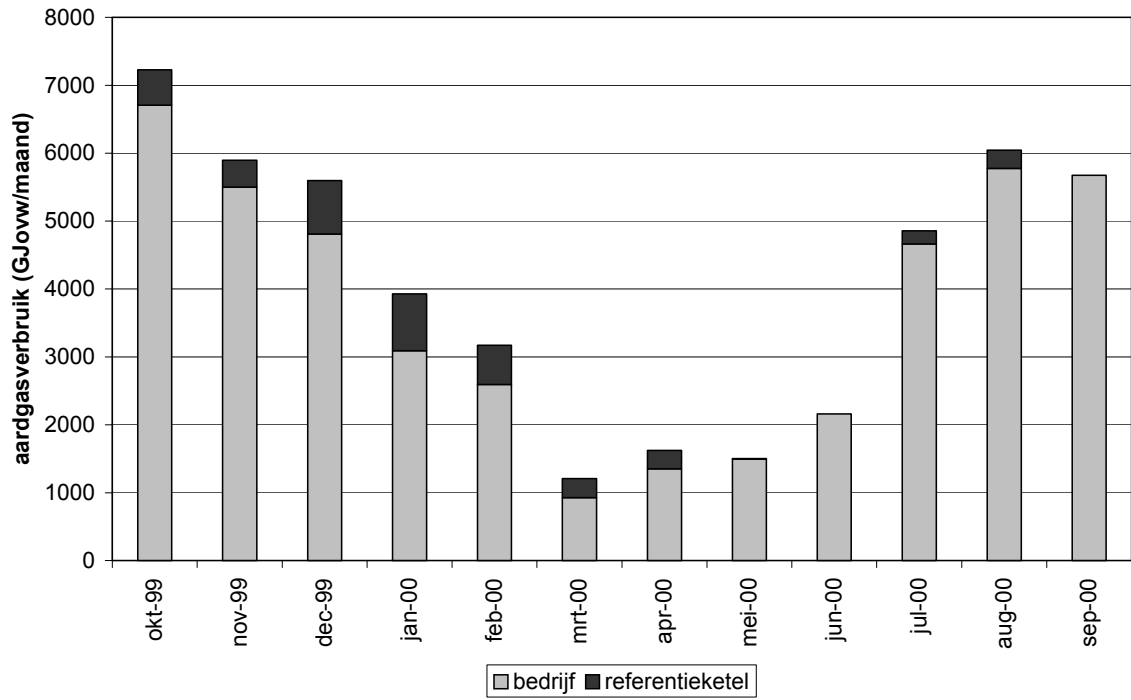
Gedurende de meetperiode leverde de dompelbrander 3.511 GJ/jaar warmte. Indien deze warmte geleverd zou worden met een aardgasketel, dan zou hiervoor 4.130 GJovw/jaar primaire energie (onderste verbrandingswaarde) nodig zijn geweest. Dit wil dus zeggen dat de primaire energiebesparing over de meetperiode 4.130 GJ/jaar bedraagt.



Figuur 5.1: Primair energieverbruik van de dompelbrander en de referentie

Figuur 5.2 geeft het aardgasverbruik bij d'Arta op maandbasis over de meetperiode weer. Daarnaast wordt het extra verbruik door de referentie aardgasketel weergegeven (situatie zonder dompelbrander).

Het totale aardgasverbruik bij d'Arta over de meetperiode bedroeg 44.747 GJovw/jaar. Indien geen dompelbrander geïnstalleerd zou zijn, dan had het bedrijf een extra aardgasverbruik van 4.130 GJovw/jaar of 9%. In de maand maart 2000 lag het extra verbruik (relatief gezien) het hoogst: 30%.



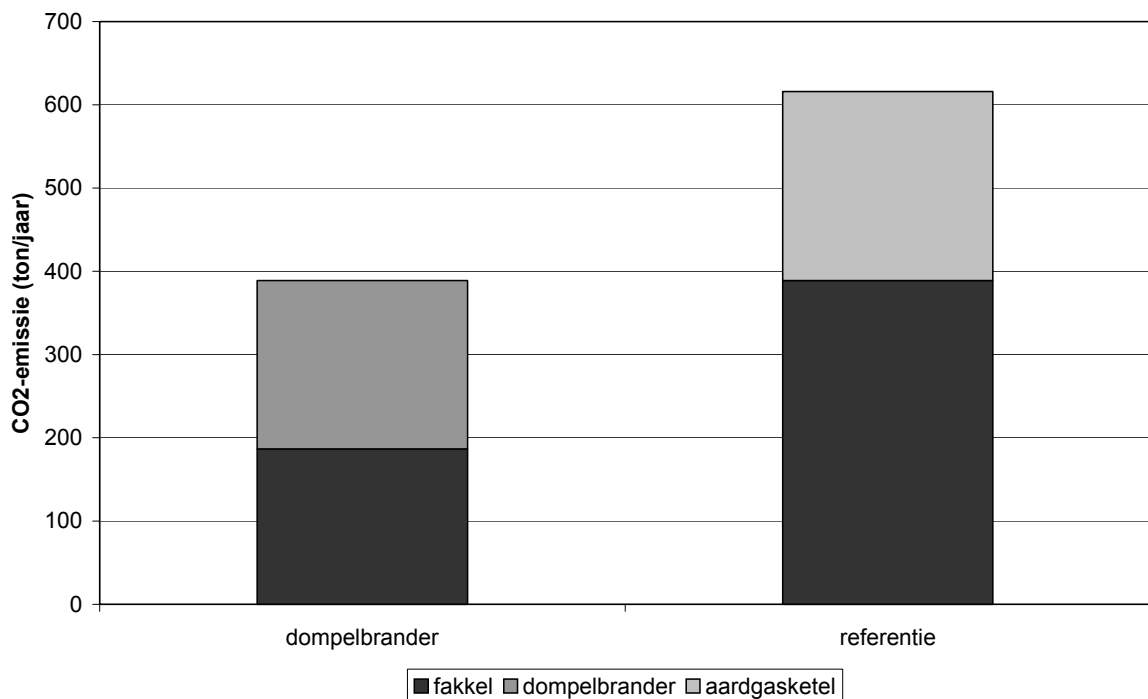
Figuur 5.2: Aardgasverbruik met en zonder dompelbrander bij d'Arta.

5.2 Vermindering CO₂-emissie

Voor de bepaling van de reductie op CO₂-emissie worden naast de veronderstellingen gemaakt bij de bepaling van de besparingen op primaire energie, de volgende aannames gedaan:

- Het methaangehalte van het biogas dat gebruikt wordt voor de dompelbrander bedraagt gemiddeld 62%. Dit komt overeen met een onderste verbrandingswaarde van ongeveer 22,2 MJ/Nm³ biogas.
- In de referentiesituatie wordt alle geproduceerde biogas afgefakkeld.
- De CO₂-emissie van aardgas bedraagt 55 gr. CO₂ / MJ.

Figuur 5.3 toont de CO₂-emissie van de situatie met dompelbrander en de referentiesituatie voor de meetperiode.



Figuur 5.3: CO₂-emissie van de dompelbrander en de referentie over de meetperiode

Uit de berekeningen blijkt dat de CO₂-emissie bij een installatie met dompelbrander gelijk is aan 389 ton CO₂/jaar voor de meetperiode waarvan 187 ton/jaar door de fakkel en 202 ton/jaar door de dompelbrander. In de situatie zonder dompelbrander, zou de uitstoot van CO₂ over de meetperiode gelijk zijn aan 616 ton CO₂/jaar waarvan 389 ton/jaar door de fakkel en 227 ton/jaar door de aardgasketel.

Dit betekent dat de CO₂-uitstoot met 227 ton/jaar of 37% gereduceerd werd ten opzichte van de referentiesituatie.

6 ECONOMISCHE EVALUATIE

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de economische evaluatie.

De totale werkelijke investeringskosten bedroegen 4.901.000 BEF (excl. BTW) waarbij de dompelbrander zelf 2.200.000 BEF (excl. BTW) kostte. Rekening houdend met de aardgasprijzen (enkel variabele kostprijs) over de meetperiode bedroeg de besparing op deze factuur 601.000 BEF/jaar (excl. BTW). De jaarlijkse onderhoudskosten zijn 29.000 BEF/jaar (excl. BTW).

De terugverdientijd van de investeringskost is dus 8,6 jaar indien geen rekening gehouden wordt met de subsidie. Wanneer de subsidie wel in rekening gebracht wordt, dan bedraagt de terugverdientijd 5,6 jaar. Wanneer enkel de meerinvestering in rekening gebracht wordt, dan is de terugverdientijd 1,5 jaar.

Tabel 6.2 geeft een overzicht van deze berekeningen. Hierbij wordt een vergelijking gemaakt met een aardgasketel gecombineerd met een warmtewisselaar. De geschatte kosten voor de aardgasketel en de warmtewisselaar zijn 1.100.000 BEF. De andere investeringskosten (studiekosten, bouwtechnische ingrepen, installatiekosten) worden hetzelfde als bij een dompelbrander verondersteld. De onderhoudskosten bij een aardgasketel met warmtewisselaar liggen beduidend hoger dan bij een dompelbrander gezien de frequente manuele reiniging van de warmtewisselaar. De terugverdientijden zouden nog lager liggen indien er geen technische problemen met de biogasreactor geweest waren in mei en juni 2000 en indien ook gegevens van de maand september 2000 beschikbaar waren geweest.

Tabel 6.1: Economische evaluatie van het project

Investeringskosten (1000 BEF)	
studiekosten	173
bouwtechnische ingrepen	441
installatie (hydraulisch)	1.888
installatie (bekabeling)	199
dompelbrander	2.200
Totaal	4.901
Energiebesparing (1000 BEF/jaar)	601
Onderhoudskosten (1000 BEF/jaar)	29
Terugverdientijd (exclusief subsidie) (jaar)	8,6
Terugverdientijd (inclusief subsidie) (jaar)	5,6

Tabel 6.2: Terugverdientijd ten opzichte van de meerinvestering

	ketel met warmtewisselaar	dompelbrander
Investeringskosten (1000 BEF)		
studiekosten	173	173
bouwtechnische ingrepen	441	441
installatie (hydraulisch)	1.888	1.888
installatie (bekabeling)	199	199
systeem	1.100	2.200
Totaal	3.801	4.901
Energiekosten (1000 BEF/jaar)	601	0
Onderhoudskosten (1000 BEF/jaar)	156	29
Terugverdientijd (jaar)		1,5

7 MENING VAN DE EIGENAAR

Technische evaluatie

De directe verbranding ter plaatse van het geproduceerde biogas om het afvalwater op te warmen is zeker een meevaller op alle gebied. Andere alternatieve verbrandingssystemen werden in de voorstudie bekeken, maar bleken te veel negatieve punten te bevatten. Het direct in contact brengen van de vlam met het op te warmen afvalwater verloopt zonder enige technische problemen. Vooreerst wordt geen gebruik gemaakt van een bijkomende warmtewisselaar, zodat er zich geen verstoppingen kunnen voordoen. Ten tweede wordt alle verdampingswarmte direct terug gewonnen door condensatie zodat het rendement van de installatie ruim de 95% overschrijdt. Ten opzicht van een stoomketel of aardgasketel ligt dit beduidend hoger. Op vlak van uitstoot van verbrandingsgassen kunnen we bij dit type van brander eveneens spreken van een gaswassing, daar alle verbrandingsgassen zich door de waterlevel moeten begeven.

De opstart van het systeem verliep zonder noemenswaardige problemen en toonde dan ook direct zijn invloed op de betere en constantere werking van de anaërobe bacteriën. De temperatuur werd constanter gehouden in de reactor, wat resulteerde in een zeer hoog afbraakrendement van de organische parameters in het afvalwater. Op het vlak van milieu doen we dan ook een goeie zaak.

In 2001 werd een derde productielijn gestart, wat resulteerde in een grotere vuilvracht voor de anaërobie alsook een groter gasdebiet. Het systeem van opwarmen van het afvalwater kan nog constanter draaien op een steeds aanwezig gasdebiet.

Economische en energetische evaluatie

Wanneer de hoeveelheid primaire energie, in plaats van biogas, aardgas zou zijn, kan men spreken van een nettowinst van 9% op onze aardgasfactuur. Dit komt op jaarbasis overeen met een bedrag van ongeveer 600.000 BEF. De terugverdientijd van gans de investering, zoals in het verslag vermeld staat, is 1,5 jaar.

Daarbij hebben we één bedenking nl. dat niet enkel deze energiewinst in rekening mag gebracht worden, maar ook nevenaspecten die daaraan verbonden zijn.

Denken we maar aan het betere rendement van het anaërobe systeem, wat resulteert in een lagere belasting van de aërobie, minder energie aan beluchting en ten slotte een lagere heffing op de eindafrekening van de milieuheffing. Het minder produceren aan aëroob slib is nog een niet te onderschatten kost.

Interesse van derden

Vorig jaar werd dit project voorgesteld aan de sector van de groentenverwerkende bedrijven in samenspraak met de GOM West-Vlaanderen. Vele bedrijven hebben in navolging van ons een dergelijke brander geplaatst. Allemaal werden ze op dezelfde manier ingezet op het biogas van een anaërobe-installatie.

Enkel de vermogens van deze installatie werden nog groter gekozen in functie van de grootte van de desbetreffende afvalstroomdebieten.

Getekend: Steven Laridon, Milieucoördinator d'Arta

8 BESLUIT

Over de meetperiode van één jaar (oktober 1999 – september 2000) heeft de anaërobe zuiveringsinstallatie 95.517 m³ afvalwater verwerkt. Hierbij werd 318.510 Nm³ biogas geproduceerd.

De dompelbrander verbruikte over de meetperiode 165.486 Nm³ biogas of 52%. 153.024 Nm³ biogas werd afgefakkeld. De dompelbrander verbruikte het meeste biogas in de maand december 1999, namelijk 34.149 Nm³/maand. Deze maand december 1999 was eveneens de verhouding biogasverbruik dompelbrander / totale biogasproductie het hoogst, namelijk 89%.

Over deze meetperiode heeft de dompelbrander 2.617 uren gedraaid, waarbij 3.511 GJ aan nuttige warmte geleverd werd. Dit betekent dat gemiddeld 21,2 MJ warmte / Nm³ biogas geleverd werd. Deze verhouding bedroeg minimaal 19,6 MJ/Nm³ (december 1999) en maximaal 24,4 MJ/Nm³ (april 2000). In januari 2000 werd de meeste warmte geproduceerd, namelijk 710 GJ/maand.

Gedurende 100 uren (4% van de draaitijd) was de warmteproductie van de dompelbrander hoger dan 600 kW. Een vermogen hoger dan 300 kW werd geproduceerd gedurende 1.772 uren (68% van de draaitijd). Gedurende 1.715 uren (66% van de draaitijd) was het geproduceerde thermische vermogen hoger dan de helft van het nominale vermogen. De meeste uren (390 uren of 15% van de draaitijd) werd een vermogen tussen 500 en 550 kWt geleverd.

Gedurende de koudste meetmaand (maand januari 2000), tevens een maand met weinig afvalwater vergeleken met het tussenseizoen en de zomer, bedroeg de gemiddelde temperatuur in de mengtank 31°C met een standaardafwijking van 4°C. In de biogasreactor bedroeg de gemiddelde temperatuur 30°C met een standaardafwijking van 2°C. Deze waarden liggen dicht bij de gewenste temperaturen in de reactor (30 à 35°C).

Gedurende de meetperiode leverde de dompelbrander 3.511 GJ/jaar warmte. Indien deze warmte geleverd zou worden met een aardgasketel, dan zou hiervoor 4.130 GJ/jaar primaire energie nodig zijn geweest. Dit wil dus zeggen dat de primaire energiebesparing over de meetperiode 4.130 GJ/jaar bedraagt.

Het totale aardgasverbruik bij d'Arta over de meetperiode bedroeg 44.747 GJovw/jaar. Indien geen dompelbrander geïnstalleerd zou zijn, dan had het bedrijf een extra aardgasverbruik van 4.130 GJovw/jaar of 9%.

De CO₂-emissie bij een installatie met dompelbrander is gelijk aan 389 ton CO₂/jaar waarvan 187 ton/jaar door de fakkeld en 202 ton/jaar door de dompelbrander. In de situatie zonder dompelbrander, zou de uitstoot van CO₂ over de meetperiode gelijk zijn aan 616 ton CO₂/jaar waarvan 389 ton/jaar door de fakkeld en 227 ton/jaar door de aardgasketel. Dit betekent dat de CO₂-uitstoot met 227 ton/jaar of 37% gereduceerd werd ten opzichte van de referentiesituatie.

De totale werkelijke investeringskosten bedroegen 4.901.000 BEF (excl. BTW). Rekening houdend met de aardgasprijzen (enkel variabele kostprijs) over de meetperiode bedroeg de besparing op deze factuur 601.000 BEF/jaar (excl. BTW). De jaarlijkse onderhoudskosten zijn 29.000 BEF/jaar (excl. BTW).

De terugverdientijd van de investeringskost is dus 8,6 jaar (exclusief subsidie) en 5,6 jaar inclusief subsidie. Wanneer enkel de meerinvestering in rekening genomen wordt, dan bedraagt de terugverdientijd 1,5 jaar.

BIJLAGE I

	afvalwater- volume anaerobe vergistingstank	totale biogas- productie	biogasverbruik dompelbrander	draaiuren dompelbrander	geproduceerde warmte dompelbrander	biogasproductie (Nm ³ biogas / m ³ afvalwater)	verbruik dompelbrander / totale productie biogas	geproduceerde warmte per Nm ³
	m ³	Nm ³	Nm ³	uren	GJ	Nm ³ /m ³	%	(MJ/Nm ³)
okt-99	18.557	64.625	19.184	347	442	3,5	29,7	23,1
nov-99	7.704	27.893	16.452	252	334	3,6	59,0	20,3
dec-99	14.084	38.368	34.149	461	669	2,7	89,0	19,6
jan-00	9.938	45.490	34.118	463	710	4,6	75,0	20,8
feb-00	7.427	28.864	22.824	429	491	3,9	79,1	21,5
mrt-00	2.991	13.650	10.121	180	239	4,6	74,1	23,6
apr-00	5.711	16.029	9.442	204	230	2,8	58,9	24,4
mei-00	3.442	276	276	16	6	0,1	100,0	22,4
jun-00	0	0	0	0	0	---	---	---
jul-00	6.045	29.644	8.031	114	161	4,9	27,1	20,0
aug-00	19.618	53.671	10.889	150	228	2,7	20,3	20,9
sep-00	---	---	---	---	---	---	---	---
totaal	95.517	318.510	165.486	2.617	3.511	3,3	52,0	21,2